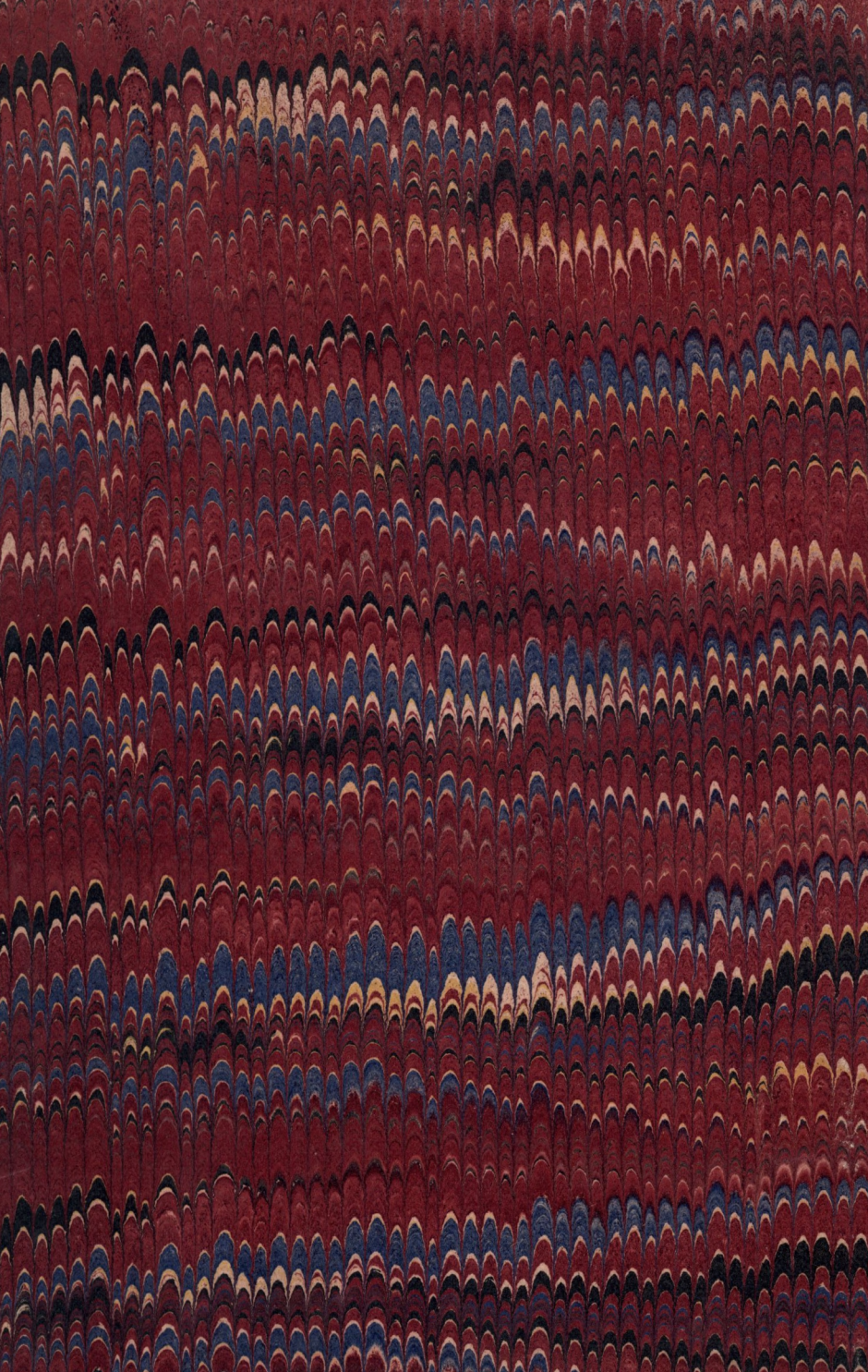
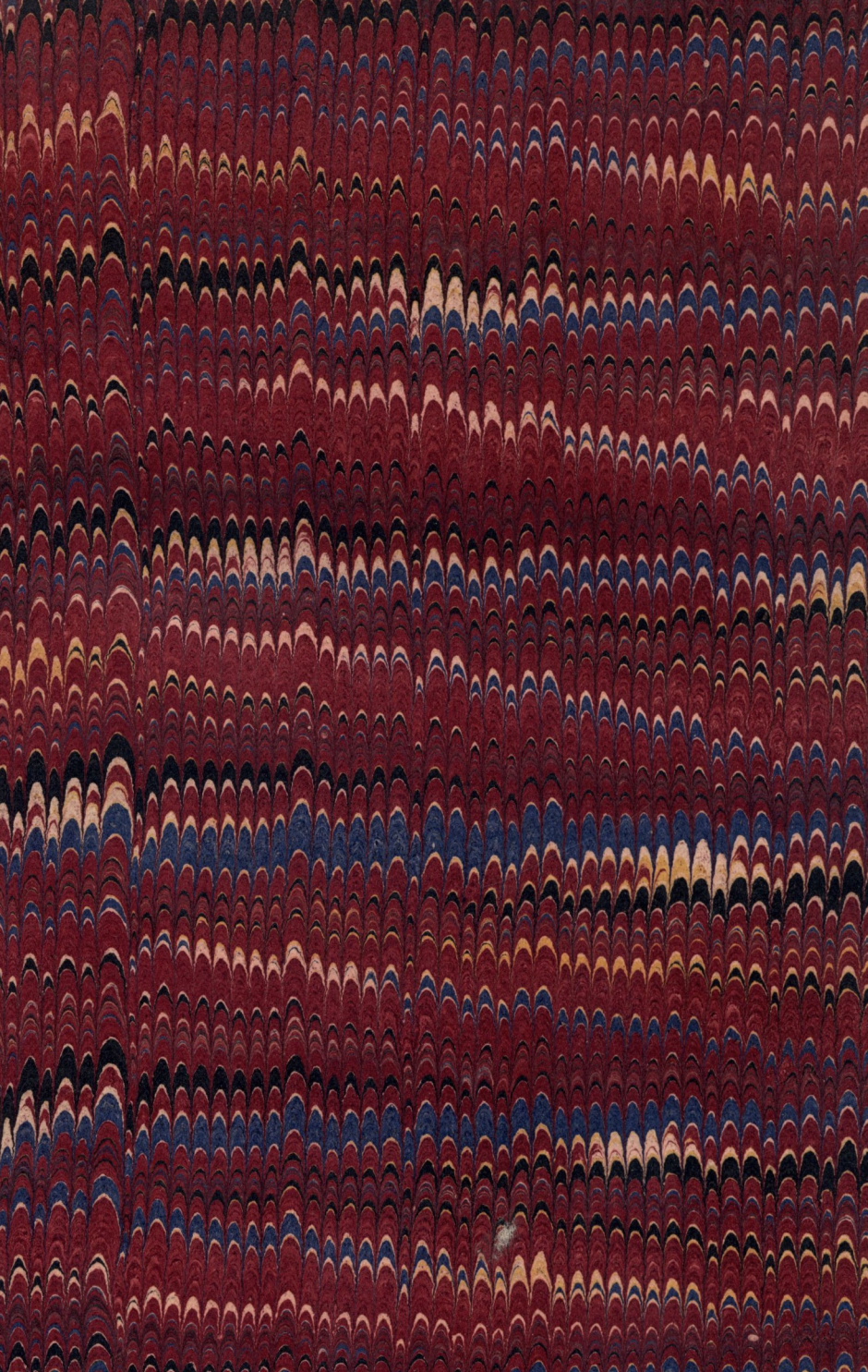
Zemplén, Fából készitett czukor és alkohol.

DK
285





MAGYAR ERDÉSZETI EGYESÜLET
1851

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

OEE Könyvtár
Áll.Ell, 2018

FÁBÓL KÉSZÍTETT CZUKOR ÉS ALKOHOL

AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET 1908. ÉVI PÁLYÁZATÁN
A „DEÁK FERENCZ" DÍJJAL JUTALMAZOTT MŰ

IRTA:

DR. ZEMPLÉN GÉZA

DK: 387

BUDAPEST
"PÁTRIA" IROD. VÁLL. ÉS NYOMDAI RÉSZV.-TÁRS. NYOMÁSA
1910

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

OEE Könyvtár
ÁII.EII. 2018

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET
1851
1866

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

BEVEZETÉS.

Czukor és alkohol napjainkban a legnélkülözhetetlenebb ipari czikkek közé tartoznak. Könnyen meggyőződhetünk erről, ha figyelemmel kisérjük, mily rohamosan növekszik e közgazdaságilag fontos anyagok termelése. Csak Magyarországon az 1904—1905. évben 2,085.592 mm. nyers czukrot gyártottak, melynek átlagos értéke 43—45 millió korona és ugyanezen idő alatt 1,045.703 hektoliter szeszt főztek, melynek értéke 52—53 millió korona, nem is számítva az adót, mely az összeget még háromszor ekkorára növeli.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a fából készült spirituszgyártás alapjai ma már meg vannak annyira vetve, hogy állandó szeszfőző üzemet létesitsünk, kiinduló anyagul burgonya helyett a sokkal olcsóbb fürészport és egyéb fahulladékot használva, könnyen beláthatjuk, mily óriási lendületet vehet ez az iparág, tekintve azt, hogy a szesz sokoldalu alkalmazása napról-napra nagyobb lesz.

A fának tiszta szőllőczukorrá való alakitása is ölthet még olyan arányokat, hogy esetleg idővel a répaczukorgyártással versenyezhet. Ez azonban még csak a jövő zenéje.

Tény az, hogy a hulladékfának ilyen irányú kémiai feldolgozása utján igen értékes ipari termékekhez juthatunk, miért is czélszerü, ha a fa czukorrá és szesszé alakitásának feltételei lehetőleg széles körben terjednek el, mert éppen e két terméktől várhatunk legtöbbet.

Természetes, hogy azon időtől fogva, hogy a fának, illetve czellulóznak czukorrá és alkohollá való átalakitására rájöttek, foglalkoztatta is a szakembereket a kérdés ipari alkalmazása. Hiszen, ha alkalmas módon történik az átalakitás, e fontos iparczikkek gyártása — annyival olcsóbb lévén a kiindulási anyag — természetesen nagy jövedelmet is biztosit. A kérdés megoldása azon-

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

ban nem olyan egyszerü s már nemsokára százados évfordulóját érjük *Braconnot* (1819) felfedezésének s még ma sem forrott ki az eszme minden tekintetben kifogástalan üzemmé. Abban nem kételkedhetünk azonban, hogy előbb vagy utóbb a kémiai ipar e nagyjelentőségü lépést meg fogja tenni és őszintén szólva már ma is meg lehetünk elégedve az eredményekkel.

E munka első részében a fának, illetve czellulóznak czukorrá és szesszé való átalakitására vonatkozó tudományos kutatásokat fogjuk tárgyalni. Ismeretük a gyakorlati alkalmazáshoz és az ipar kifejlődéséhez feltétlenül szükséges, mert minél alaposabb vizsgálat alá veszik a kiindulási anyagokat, annál könnyebb megállapitani a czukor és szeszképződés legkedvezőbb (legolcsóbb) feltételeit.

A második rész tisztán az ipari alkalmazásokkal foglalkozik s az eddig elért eredményeket lehető részletességgel tárgyalja.

Helyenként elkerülhetetlenné vált kissé mélyrehatóbb fejtegetése olyan kérdéseknek, melyek tisztázása nélkül nem remélhettem, hogy az olvasó kellő képet kaphasson az elczukrositás és erjesztés folyamatáról. Éppen e czélból tartottam szükségesnek a szénhidrátok vázlatos ismertetését előrebocsátani, mert enélkül a czukrok tulajdonságaira és átalakulásaira később nem hivatkozhattam volna.

Igyekeztem az elméleti és gyakorlati eredményeket olyképpen elkülöniteni, kogy azok számára, kik az elméleti részbe mélyedni nem óhajtanak, az alkalmazott rész mégis élvezhető legyen.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A szénhidrátokról általában.[1])

A növények és állatok testét felépitő legfontosabb szerves anyagokat, amint azt tudjuk, három nagy csoportra szokták osztani: zsírokra, szénhidrátokra és proteinekre.[2]) Nem számitva a vizet, táplálékunknak is fő alkotó részét ezek képezik. — A proteinekről tudunk legkevesebbet, daczára annak, hogy már sok elsőrendü kémikus minden szellemi erejét tanulmányozásukra forditotta. Csak legujabb időben sikerült e téren is gyorsan előrehaladni.[3]) A zsírok kémiai tulajdonságait tudták legelőször biztonsággal megállapitani, annyira, hogy mesterséges felépitésük (szintézisük) is leghamarabb vezetett eredményre (Chevreul és Berthelot 1854).

E két csoport között a szénhidrátok a szó szoros értelmében a középen foglaltak helyet. Tanulmányozásukat a szerves kémia gyermekkorában kezdték meg s ezen anyagok mind napjainkig a legbuzgóbb vizsgálat tárgyát képezik, ugy hogy az e csoportban elért tudományos eredmények az egész kémia fejlődéséről számot adhatnak.

Minőségi tekintetben *Lavoisier* vizsgálta meg őket s már a XVIII. század elején mennyiségi összetételüket is kellő pontossággal meghatározták. Ezek alapján már akkor tudták, hogy szénen kivül hidrogént és oxigént tartalmaznak, még pedig ez utóbbi

---

[1]) E tárgyra vonatkozólag ajánlhatók: *E. Fischer:* Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente 1909. — *Edmund von Lippmann*: Chemie der Zuckerarten, III. Auflage 1904. — *E. Fischer:* Die Chemie der Kohlenhydrate und ihre Bedeutung für die Physiologie 1894. — *B. Tollens:* Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate 1898.

[2]) *E. Fischer*, ki legbehatóbban foglalkozott ezen anyagokkal, a fehérje szó helyett a protein elnevezést ajánlja.

[3]) Lásd: *E. Fischer*, Untersuchungen über Aminosäuren, Peptone und Polypeptide 1905; azonkívül számos később megjelent tanulmány.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földmüvelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

két elemet olyan arányban, mint ahogy az a vizben előfordul; tehát minden két hidrogén-atomra egy oxigén atom jut.

100 év lefolyása alatt, mióta összetételüket felismerték, mindössze a legegyszerübb tagok mesterséges felépitése sikerült[1]) s még ki tudja meddig várhatunk, amíg a magasabbrendü szénhidrátok szerkezete is minden kifogás nélkül ismeretes lesz.

A szerves kémia többi ágához képest tehát a szénhidrátok csoportjában lassu volt a haladás, minek oka abban rejlik, hogy a nehézségek, melyek e vegyületeknél a tanulmányozás utjába gördülnek, igen nagyok. Tulajdonságaik legtöbbször olyanok, hogy a velük való bánás nehéz. Könnyen elbomlanak, mintegy kezünk között megváltoznak és nehezen kristályosodnak. Azonkívül az alakok száma igen nagy és ennek következtében az egyes tagok felismerése meg van nehezítve. Zavaros lesz a rendszerük s az abban való gyors eligazodás.

Ilyen bonyolult anyagoknál továbbá a kémiai elemzéssel nem sokra mehetünk, mert temérdek sok szénvegyület van, mely ugyanazon elemi összetételt adja. Sokkal fontosabb, de sokkal nehezebb is a kémiai szerkezet kideritése, vagyis, hogy mi módon vannak a vegyület molekulájában az azt alkotó atomok és atomcsoportok egymáshoz kapcsolva. A szerkezet helyes megállapitásának biztos ismertető jele az, hogy ennek alapján a kérdéses vegyületet fel lehet épiteni mesterséges úton, vagyis, hogy a szintézis sikerül.

A legujabb tudományos felfogás szerint a szénhidrátok között megkülönböztetünk egyszerü szénhidrátokat, vagy *Monoszakkaridokat* s ezekkel szemben *Poliszakkaridokat:* összetett szénhidrátokat. Az előbbiek könnyen oldhatók vizben, édes izüek s alapjában véve olyan kémiai tulajdonságokat mutatnak, mint a legismertebb tag: a szőllőczukor vagy glükóz. A poliszakkaridok az egyszerü czukrokból mind akképpen épülnek fel, hogy több monoszakkarid molekula vizveszteség mellett u. n. Anhidrid képződéssel magasabb molekularendszert alkot. E felfogás helyességét bizonyitja az a tény, hogy némely poliszakkarid mesterséges felépitése ezen az uton sikerült is; az pedig teljesen bizonyos, hogy a növények hasonló szintézisre képesek valószinüleg enzimek

---

[1]) *E. Fischer,* Synthesen in der Zuckergruppe, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 23. kötet, 2114. lap (1890).

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

közremüködésével. — Viszont a poliszakkaridokból u. n. hidrolízis segitségével, vagyis olyan bomlással, mely a viz elemeinek felvételével történik, egyszerü czukrokat kaphatunk. Ez a tulajdonképpeni alap a fának (czellulóznak) czukkorrá való átalakitásánál is. Itt szintén hidrolízissel van dolgunk, amennyiben a czellulóz poliszakkaridból a viz elemeinek felvételével szőllőczukor képződik. A növények testében ez a folyamat szintén végbe mehet.

A poliszakkaridok csoportjában az egyszerűbb tagok még vizben oldható édes anyagok, mint a nádczukor (répaczukor) és tejczukor, a magasabb tagok között sok azonban iznélküli: ilyenek a gummifélék, több pedig oldhatatlan, mint a keményitő és a czellulóz.

Monoszakkaridot már több mint 30-at ismerünk. Ezek közül 7 a természetben is előfordul, a többit szintézis utján állitották elő, s a módszer, melynek alapján készültek, még néhány száz uj czukor készitését tenné lehetővé. Mivel e czukrok a legváltozatosabb csoportositásban és különféle számban vehetnek részt a poliszakkaridok felépitésben, könnyü belátni, milyen óriási számu vegyület képződésére van alkalom.

Szerencsére azonban a természet nem készit olyan sokfajta szénhidrátot, mint amennyit a folyton kutató vegyész a laboratóriumában. Amihez azonban a természet hozzáfog, azt igen nagy mennyiségben termeli. A szerves kémia megteremtése előtt is ismerték már a leggyakoribbakat. Legrégibb eredetü mindenesetre a nádczukor, melyet már ősrégi időben nyertek a czukornád levének bepárologtatása utján Indiában. A répának levében ugyanezen czukrot *Marggraf* fedezte fel 1747-ben, de csak sokkal később alakult ki ennek alapján a nagyszabásu répaczukoripar, mely folyvást jobban virágzik és hazánkban is igen szép eredményeket mutat.

Másik régóta ismeretes édesitő anyag a szőllőczukor; a virágok nektárjának főalkotórésze, mely a mézben és a legtöbb édes gyümölcsben is előfordul. A szőllő levének bepárologtatása révén már az arab alkimisták ismerték, tisztán azonban ugyancsak *Marggraf* állitotta elő. A harmadik gyakoribb czukrot, t. i. a tejczukrot *Bartoletti* bolognai tudós emliti először.[1])

[1]) *Fabricio Bartoletti*, Encyklopaedia dogmatica.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A többi szénhidrát közül a mult század elején ezeken kivül csak a keményitőt és a czellulózt ismerték. Mindkettő a növényekben bőven fordul elő és utóbbi a sejtfalak főtömegét képezi.

A szerves kémia fejlődésével haladt a czukrok kémiája is. E tekintetben nagy lépés volt a keményitőnek savak hatására glükózzá való átalakulása, melyet *Kirchhoff* észlelt először 1811-ben.[1])

Ugyancsak e kiváló tudós fedezte fel azt is, hogy a keményitő hidrolízisét bizonyos, a malátában előforduló anyag is előidézheti, melyet később *diasztáznak* neveztek el.

Nemsokára 1819-ben *Braconnot* a czellulóznak czukorrá alakítására is rájött s mivel a nádczukor és a tejczukorból is sikerült hidrolíziskor glükózt nyerni, sokáig ez utóbbit tartották az összes szénhidrátok alapvegyületének.

Ismereteink bővülésével azonban az egyszerünek látszó összefüggések mindinkább bonyolulttá váltak. Nemsokára ugyanis *Biot* (1843-ban)[2]) észrevette, hogy a nádczukor a poláros fény sikját elforgatja[3]) s ezt a tulajdonságot a gyakorlatban mindjárt arra használták fel, hogy vele a nádczukoroldatok czukortartalmát megállapitsák.

Természetes, hogy ezen optikai módszer birtokában végig vizsgálták az összes addig ismeretes czukrokat s akkor vették észre, hogy nem mind szőllőczukor, amit annak néztek. Igy fedezte

---

[1]) *Kirchhoff*, Journal de Pharmacie 74. k. 199. l. (1811). — Lásd továbbá: Schweiggers Journal 14. k. 389. lap (1814).

[2]) *Biot*, Sur l'utilité que pourraient offrir les caractères optiques, stb. Comptes rendus 10. k. 264. lap és 16. k. 619. lap.

[3]) A forgatás szó onnan származik, hogy, ha ilyen vegyületeken keresztül linearisan polározott fényt bocsátunk, a polározás sikja megváltozik, ami arról ismerhető fel, hogy keresztezett Nikolok között az ilyen anyag átlátszó s az egyik Nikolnak bizonyos szöggel való elforgatása után áll csak be ismét teljes sötétség. Az elforgatási szög egyenesen arányos az anyag mennyiségével, melyen a fény keresztülhaladt, miért is szigoruan pontos meghatározási mód áll rendelkezésre a forgatóképesség alapján. Bővebbet: *H. Landolt*, Das optische Drehungsvermögen, II. Auflage Braunschweig.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

fel *Dubrunfaut* 1847-ben[1]) a nádczukor hidrolízisénél a fruktózt, mely különben a növényekben nagyon elterjedt és az inulin poliszakkaridból hidrolizis utján mesterségesen is nyerhető; *Pasteur* pedig a tejczukor hidrolízis termékei között az uj módszerrel találta föl a galaktózt.

Lassanként azután ismeretesekké lettek még a máltóz, a dextrinek és a glükogén, mely utóbbi az állati szervezetben olyan fontos szerepet játszik, mint a növényekben a keményitő. Nagyobb mennyiségben a májban, képződési színhelyén, csekélyebb mennyiségben minden szervben előfordul.

Az eddig említett szénhidrátokat ismerték tehát akkor, mikor a szerves kémia már a vegyületek szerkezetének megállapitását is feladatul tüzte ki. Mi sem természetesebb, mint az, hogy a legfontosabb tag, a glükóz felé fordult a figyelem s ennek szerkezetét igyekeztek felderíteni, azon termékek alapján, melyek belőle oxidációkor és redukciókor keletkeznek.[2])

Kiderült róla, hogy egy hatvegyértékü alkoholnak aldehidje. E szerkezetből ki lehet mintegy olvasni redukáló képességét, melyet a kimutatására szolgáló *Trommer*-féle próba[3]) is bizonyit. Hasonlóképpen e szerkezet a glükóz molekulák könnyü kap-

---

[1]) *Dubrunfaut*, Notes sur les glucoses, stb. Comptes rendus 25. k. 308. lap. (1847), 29. k. 51. lap (1849), 42. k. 901. lap (1856).

[2]) Oxidáczió alatt olyan folyamatot értünk, melynek végeredményeképpen a vegyületekben az oxigéntartalom nagyobb lesz, redukczió pedig az ezzel ellenkező folyamat. Jelen esetben a glükózra alkalmazva a mondottakat, oxidációnak nevezzük azt a folyamatot, mely szerint:

$$\underset{\text{glükózból}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow \underset{\text{glükonsav}}{C_6H_{12}O_7} \rightarrow \underset{\text{és czukorsav}}{C_6H_{10}O_8} \text{ képződik}$$

redukczió pedig az, amikor

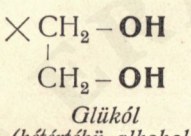
$$\underset{\text{glükózból}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow \underset{\text{szorbit}}{C_6H_{14}O_6} \text{ képződik}$$

[3]) Lúgos cupriszulfát kék oldatát melegitésre sárgás-piros szinüvé redukálja, miközben ő maga oxidálódik. A sárgás-piros szint a kiválott cuprooxid mutatja.

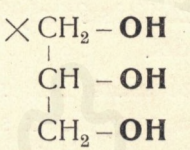
© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

csolódására és magasabbrendü czukrok, esetleg az egyéb vegyületek képzésére való nagy hajlandóságot is kielégitő módon magyarázza. Ugyanezen vizsgálatokat a többi czukorra is kiterjesztették, ugy, hogy egész általánosságban mondhatjuk, hogy a szénhidrátok többértékü alkoholoknak aldehid vagy keton származékai.

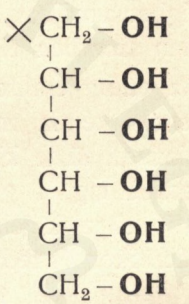
Több értékü alkoholok azok, melyek több u. n. hidroxil gyököt tartalmaznak. Ilyenek (a hidroxilgyök vastagabb betükkel van szedve):



Glükól (kétértékü alkohol)



Glücerin (háromértékü alkohol)

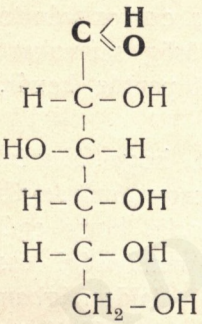


Hatértékü alkohol (ilyen: a mannit, dulcit, szorbit)

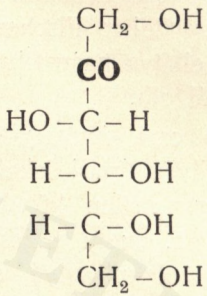
Aldehid származék akkor lehet belőlük, ha gyenge oxidáló szerekkel az egyik $CH_2 - OH$ csoportból a hidrogén egy része, az oxidálószer oxigénjével vízzé alakulva, a vegyületből kilép, s helyette a $C\diagup\!\!\diagdown^{H}_{O}$ atomcsoport képződik, melyet aldehidcsoportnak nevezünk. Az előbb emlitett három példán, ha egy-egy ×-el jelölt $CH_2 - OH$ csoportot $C\diagup\!\!\diagdown^{H}_{O}$ csoporttal képzeljük helyettesitve, akkor már czukrokról beszélünk. Az aldehid csoporttal biró czukrokat aldóz névvel jelölik. Igy lesz a glükólból glükolóz, a gliczerinből gliczeróz, a mannitból mannóz, a dulczitból galaktóz, a sorbitból glükóz.

A ketonczukrok vagy ketózok azok, melyeknek molekulájában a $-CO-$ csoport szerepel. Aránylag nem oly gyakoriak, mint az aldehid származékok, de fontos anyagok tartoznak ide is. Ilyen pl. a gyümölcsczukor, a fruktóz, mely a szőllőczukorral összetételben, molekulanagyságban és konfiguráczióban megegyezik, az utóbbitól azonban keton csoportjában különbözik.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.



Szőllőczukor v. glükóz (aldóz)



Fruktóz (ketóz)

Az aldózokra és ketózokra egyaránt jellemző egy fontos reakczió, melyet fenilhidrazinnal, eczetsav jelenlétében összehozva, vízfürdőn melegítve mutatnak. Sárga szinü oszazónok képződése bizonyitja az aldehid vagy keton csoport jelenlétét. Ezen folyamat felfedezésével szinte ujjá született a czukrok kémiája, mert az oszazónok segítségével a czukrok felismerése könnyebbé és biztosabbá vált.[1])

Az előbb említett pár példából is láthatjuk, hogy a czukrokban változó számú szénatom szerepelhet, nemcsak 6, mint ahogy azt eleinte gondolták. Lehet a szénatomok száma 6-nál kevesebb a természetben előforduló czukroknál is, pl. 5 az arabinózban vagy a xilózban. Van még kevesebb, 4, sőt 3 és 2 szénatomos czukor is. A három utolsó mesterséges termék ugyan, de éppen a czukrok fogalmának kialakulásában nagyon fontos szerepük volt. Ugyancsak mesterségesen épithetők 6-nál tetszés szerint több szénatomot tartalmazó czukrok is kissé különösnek látszó módszer alapján, mely *Kilianitól*[2]) származik. A monoszakkaridot kéksavval hozzuk össze; s ime a veszedelmes méreg és az aldehid kölcsönhatása folytán uj ártatlan czukor birtokába juthatunk, mely egy szénatommal többet tartalmaz, mint kiindulási anyagunk.

Ily módon sikerült már 9 szénatommal biró egyszerü czukrokat is szintétizálni. Ehhez képest a nevezéktant is meg kellett változ-

---

[1]) *E. Fischer*, Verbindungen des Phenylhydrazins mit den Zuckerarten. Ber. der deutsch. chem. Ges. 17 k. 579 l. (1884) és 20 k. 821 l. (1887).

[2]) *Kiliani*, Über das Cyanhydrin der Laevulose. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 18 k. 3066 l. (1855.), 19 k. 222 l. (1886.). Lásd továbbá: Über Kohlenstoffreichere Zuckerarten aus Glukose, Liebigs Annalen 270 kötet, 64. lap (1892.).

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

tatni. A monoszakkaridok csoportján belöl a czukor szénatomjainak kifejezésére tehát Fischer javaslatára a görög számokat az „óz“ végzettel ellátva használjuk. Beszélünk tehát pentóz, hexóz, heptóz, októzokról, stb.

Előbb csak futólagosan érintettük azt, hogy a szénhidrátok száma milyen óriási lehet. E vegyületek nagy tömkelegében még az a szerencsétlen körülmény is mutatkozik, hogy egész sereg czukor van, mely teljesen megegyező mennyiségi összetételű, egyenlő molekulasulyú és csak némely tulajdonságban tér el egymástól. Az ily vegyületeket izomereknek nevezzük. A czukroknál azonban az izomeriának különös fajával találkozunk, melyet térbeli izomeriának nevezünk s melynek alapvető hipotézise az u. n. asszimetrikus szénatomban rejlik. Ez utóbbi jelenléte sok esetben a vegyület optikai forgatóképességét idézi elő.

A növény és állatvilág termékei közül nagyon sok anyag bir forgatóképességgel. E tulajdonság az u. n. „életerő“ elméletének erős támaszául szolgált, mert azt hitték, hogy csak a természet képes forgató anyagokat létrehozni. Az asszimetrikus szénatom elmélet kifejlődését nagyban előmozditották *Pasteur*[1]) páratlan szép vizsgálatai, melyeket a borkősavakon végzett. A rendes, jobbra forgató borkősavon kivül észlelt Pasteur egy balra forgatót is, mely az előbbivel mindenben megegyezett, s csak a polarizáló készülékkel, vagy pedig jól kifejlett kristályos állapotban volt tőle megkülönböztethető. Bizonyos hemiedrikus lapok fellépéséről a jobbra vagy balra forgató savkristályokat fel tudta ismerni, ki tudta válogatni és oldatukat megvizsgálni. Már ő gondolt a forgatóképesség lényeges okára. *Le Bel*[2]) s egyidejüleg tőle függetlenül *van 't Hoff*[3]) szerencsés megoldását és magyarázatát is adta a vegyületek forgatóképességének.

Mindketten u. n. asszimetrikus szénatomokat tételeznek fel a forgató vegyületekben. Olyanokat tehát, melyeknek minden vegy-

---

[1]) *Pasteur*, Recherches sur la dissymétrie moléculaire.

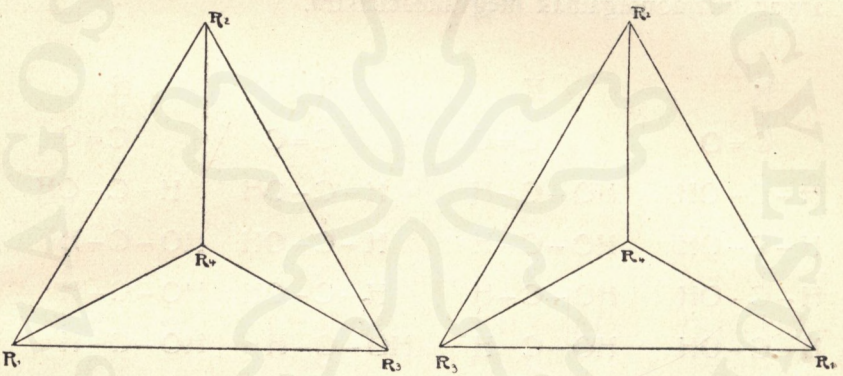
[2]) *Le Bel*. Sur les relations qui existent entre les formules atomiques des corps organiques et le pouvoir rotatoir des leurs dissolutions. Bulletin de la Société chimique de Paris (2) 23 k. 338 l. (1874. november).

[3]) *Van 't Hoff*, Voorstet tot nit breiding der tegenwoordig, stb. Utrecht, 1874. September.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

értéke különféle atomcsoport által van lekötve. Ha azt képzeljük, hogy a szén négy vegyértéke a központból egy-egy a tetraeder csucsai felé haladó egyenes irányában hat, akkor a következő vázlatos rajzban általános összetételü, asszimetrikus szénatomot láthatunk, hol magát a szénatomot a tetraeder közepébe képzeljük s a vele összekapcsolt R_1 R_2 R_3 R_4 atomcsoportok a tetraeder csucsaira kerülnek (1. rajz).

Könnyü belátni, hogy e két vázlat nem hozható soha azonos helyzetbe; olyan mint a jobb és bal keztyü, vagy mint egy asszimetrikus tárgy, meg a tükörképe. Minden asszimetrikus atommal rendelkező molekula vagy jobbra *d*, vagy balra *l* forgathat. Világos,



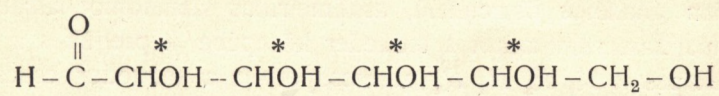
1. rajz.

hogy ha két ilyen teljesen egyenlő mértékben, de ellenkező irányba forgató d és l molekula közös *dl* vegyületet alkot, akkor a forgatóképesség eltünik, mert a d alak éppen annyit forgat jobbra, mint amennyit az l balra.

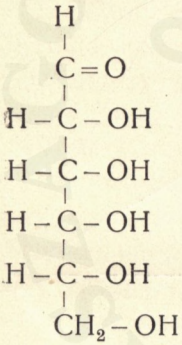
Ha ezen föltevések helyesek, akkor *n* asszimetrikus szénatom jelenléte 2^n vegyület lehetőségét hozza magával. Az elmélet fényes bizonyitékául szolgál az, hogy eddig a kisérlet még soha ellentmondásba nem jutott *Le Bel Van 't Hoff* felvetéseivel s a szénhidrátok kémiája azóta indult tulajdonképpen fejlődésnek. Egy példán bemutathatjuk, mily áldásos gyümölcsöket hozott ez az elmélet, amióta E. Fischer páratlan ügyességgel és megfontolással végzett vizsgálatait e tárgy felé vezette.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

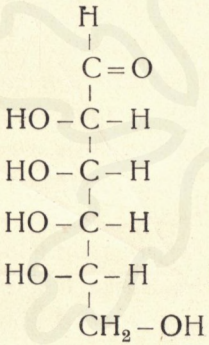
A $C_6H_{12}O_6$, tehát hexózok csoportjának valamennyikében, melyek közül legfontosabbak a glükóz, mannóz és galaktóz, négy asszimetrikus szénatom (csillaggal jelölve) fordul elő.



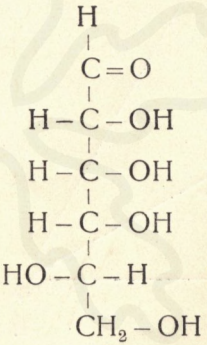
Az elmélet szerint $2^4 = 16$ eset lehetséges, mely ezen körülményeknek megfelel. A 16 tag közül 12 már ismeretes. Szerkezetük kiderítése az organikus kémia legszebb és legnehezebb feladatai közé tartozott. A következő vázlatokból figyelmes áttekintés után láthatjuk, milyen csekély szerkezetbeli különbség elegendő az anyag tulajdonságainak megváltoztatására.



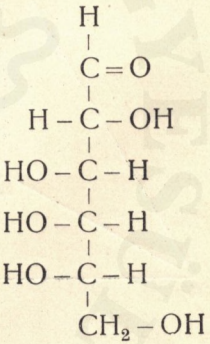
Még ismeretlen



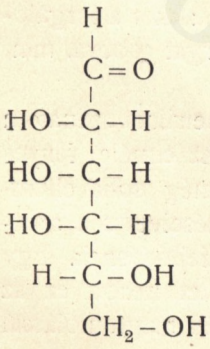
Még ismeretlen



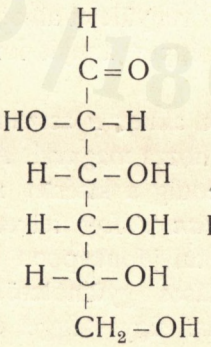
l. Talóz



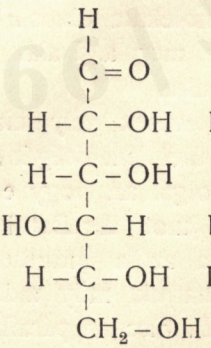
Még ismeretlen



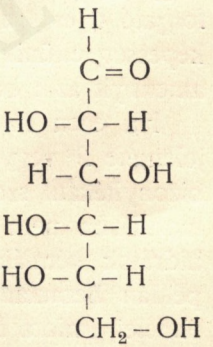
d. Talóz



Még ismeretlen

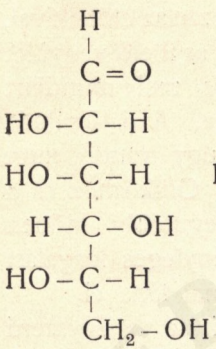


l. Gulóz

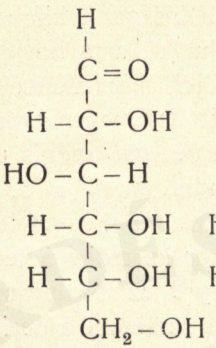


l. Glükóz

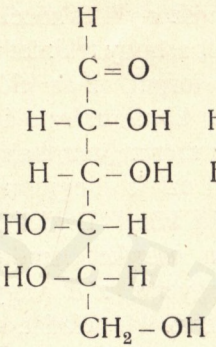
© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.



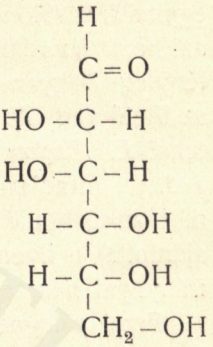
d. Gulóz



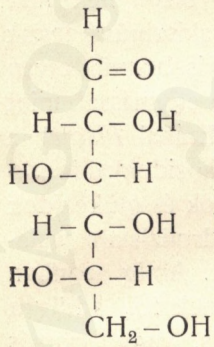
d. Glükóz



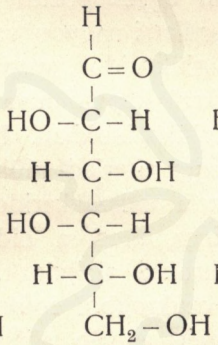
l. Mannóz



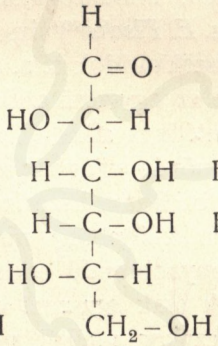
d. Mannóz



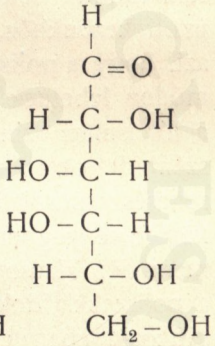
d. Idóz



l. Idóz



l. Galaktóz



d. Galaktóz

Hasonló szerkezeti képletekből a gyakorlott szem mindjárt kiolvashatja, miféle átalakulásokat várhatunk az illető czukortól, ugy, hogy ilyen szimbólum ugyszólván kimeritő leirása a kérdéses vegyületnek. Azt mondjuk, hogy a szimbolum a vegyület konfiguráczióját írja le.

A szénhidrátok nevezéktanában a *d* és *l* jel a dextrogyr és laevogyr szóból: a forgatás irányától ered, a *dl* jel pedig a *racemikus* alakot jelenti, mely két egyenlő mértékben, de ellenkező irányban forgató molekulának vegyülete s mely a fent kifejtett okoknál fogva nem forgat. *E. Fischer*[1]), hogy a czukroknak

[1]) *E. Fischer.* Synthesen in der Zuckergruppe, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 23. k. 2114. l. 1890.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

egymáshoz való viszonyát és közelállóságát is kifejezze az előbetűvel, azt hozta javaslatba, hogy tekintet nélkül arra, hogy az illető vegyület tényleg hogyan forgat, az az előjel használtassék, mely mindjárt az illető vegyület konfigurációját is megmutatja. A d. Fruktóz tehát *E. Fischer* szerint, bár balra forgat, mégis úgy irandó, mert a d. jel mindjárt azt is megmondja, hogy a d. Glükózhoz és a d. Mannózhoz áll közel. Legfeljebb (amint azt legutóbbi időben ajánlotta)[1]) ilyen eseteket, amikor az előjel a tényleges forgatási iránynyal nem egyezik, a *d'* vagy *l'* szimbolummal látta el.

Ezzel a legnehezebb feladat, a szerkezet kideritése az egyszerű czukrokra nézve szerencsésen meg lévén oldva, a poliszakkaridok vizsgálatára került a sor. Ez utóbbiak szerkezetéről még manapság sem tudunk sokat, mindazonáltal egyes pozitiv bizonyiték már jutott kezünkhöz. *E. Fischer*[2]) vizsgálatai nagyon valószinüvé teszik azt, hogy a poliszakkaridok u. n. glükozidok, vagyis bennük olyan módon lehetnek az egyszerü czukrok kapcsolódva egymással, mint a jól ismert szintétikus alkohol glükozidokban. Ezáltal *Fischer* a szénhidrátokat a növényvilágban igen elterjedt glükozidokkal is szerencsés kapcsolatba hozta. Eszerint a poliszakkaridok és glükozidok között lényegben különbség nincs, mert a hidroliziskor valamennyien alacsonyabbrendü czukrokká alakulnak. Amíg azonban a poliszakkaridok csak *egyszerü* czukrokból épülnek fel, addig a glükozidokban czukor mellett még egyéb alifás, vagy aromás vegyületek is szerepelnek. E kérdés érintése azért vált szükségessé, hogy könnyebben érthető legyen az a körülmény, hogy a fa elczukrositásának folyamatánál a glükozidok is szerepet játszanak, mert belőlük is részben czukor képződik. A Tanninanyagokat is sokan a glükozidokhoz sorolják, mert hidrolízis termékeik közt sokszor itt is megjelenik a czukor.

Ezek előrebocsátása után áttekinthetjük a legfontosabb szénhidrátokat olyan beosztás alapján, melyet az előbbiekben megismertünk. Minden czukor emlitésekor közöljük az optikai forgató-

---

[1]) Ber. der deutsch. chem. Ges. 40. k. 102. l.

[2]) *E. Fischer.* Über die Glukoside der Alkohole. Sitzungberichte der Akad d. Wissensch. zu Berlin 1893, 435. — Lásd továbbá: Ber. d. deutsch. chem. Ges. 26. k. 2400. l. E tárgyra vonatkoznak még: *E. Fischer* Verbindungen der Zucker mit den Alkoholen und Ketonen. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 28. k. 1145—1167. és 28. 1167—1170. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

képességet $[\alpha]_D$-t[1]), valamint az egyszerű tagoknál azt, hogy mi lesz belőlük redukciókor és oxidációkor.

A magasabb czukroknál a hidrolízis termékeket adjuk meg.

Monoszakkaridok.

Pentózok: $C_5H_{10}O_5$

	$[\alpha]_D$	Redukciókor lesz belőle	Oxidációkor lesz belőle	
l. Arabinóz	— 83°	l. arabit	l. trioxiglulársav	127° olv. pont.
d. Arabinóz	+ 105·10	d. „	d. „	128° „ „
dl. Arabinóz	0°			
d. Xilóz	+ 18·8°	Xilit	xilotri-	
l. Xilóz	— 18·05°		oxiglulársav	152° „ „
Rhamnóz	+ 84°		l. trioxiglulársav	127° „ „

Hexózok: $C_6H_{12}O_6$

1. Aldohexózok.

	$[\alpha]_D$	Redukciókor lesz belőle	Oxidációkor lesz belőle
d. Glükóz	+ 52·7°	d. Szorbit	d. Czukorsav
l. Glükóz	+ 51·5°		l. Czukorsav
dl. Glükóz	0°		dl. Czukorsav
d. Galaktóz	+ 81·4°	Dulcit	Nyálkasav
l. Galaktóz	— 73·6°	Dulcit	Nyálkasav
dl. Galaktóz	0°		Nyálkasav
d. Mannóz	+ 14·25°	d. Mannit	d. Mannoczukorsav
l. Mannóz		l. Mannit	l. Mannoczukorsav
dl. Mannóz	0°	dl. Mannit	dl. Mannoczukorsav

---

[1]) $$[\alpha]_D^t = \frac{100\,\alpha}{l.p.d}$$

hol $[\alpha]_D^t$ a sárga Nátrium fényre megállapitott speczifikus forgatóképességet jelenti, α a leolvasott forgatási szög, l a cső hossza, melyben a meghatározás történt, dm.-ben kifejezve, p az oldat 100 súlyrészében foglalt aktiv anyag súlya grammokban, d az oldat sűrüsége t hőmérséklet mellett, melynél a meghatározás történt 4°-os vizegységre vonatkoztatva. $[\alpha]_D^t$ esetünkben a vizmentes czukor 10%-os oldatára van megállapitva.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

2. *Ketohexózok.*

	$[\alpha]_D$	Redukcziókor lesz belőle	Oxidácziókor lesz belőle
d. Fruktóz	— 93°	Mannit és Szorbit	Glükolsav és
dl. Fruktóz = α Akróz	0°	dl. Mannit	szőllősav

Poliszakkaridok.

Disszakkaridok: $C_{12}H_{22}O_{11}$

	$[\alpha]_D$	Hidrolíziskor lesz belőle
Máltóz	+ 137·04°	Glükóz
Izomáltóz	+ 69° (?)	Glükóz
Tejczukor = Laktóz	+ 52·5°	Glükóz és Galaktóz
Nádczukor = Szakkaróz	+ 66·54°	Glükóz és Fruktóz
Melibióz	+ 129·38°	Glükóz és Galaktóz
Cellobióz	+ 33.70°	Glükóz
Turanóz	—	Glükóz

Trisszakaridok: $C_{18}H_{32}O_{16}$

	$[\alpha]_D$	Részleges hidrolíziskor lesz belőle	Teljes hidrolíziskor lesz belőle
Raffinóz	+ 104·5°	Glükóz és Melibióz vagy nádczukor és Galaktóz	Glükóz + fruktóz + galaktóz
Meleszitóz	+ 88·5°	Glükóz és Turanóz	Glükóz

$(C_6H_{10}O_5)x$

Inulin	— 36·57°	Fruktóz
Xilán	— 84°	Xilóz
Dextrinek	különféle	Glükóz
Araban	— 98·5°	Arabinóz
Keményítő	+	Glükóz
Cellulóz	— (?)	Glükóz

Kár, hogy éppen a legfontosabb tagok, mint a keményítő meg a czellulóz, azok legkevésbbé ismertek, daczára annak, hogy ren-

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

geteg sok kutatást végeztek már rajtuk nagy jelentőségük miatt. Igy *Cross* és *Bevan*,[1]) kik évtizedeken keresztül fáradoztak a czellulóz kémiáján s igen sok becses adattal gyarapították ismereteinket, a czellulóz szerkezetére vonatkozólag a következőket mondják:

„A czellulóz némelykor igen állandó összetételü anyag képében jelenik meg, de alkatrészeinek quantitativ ismerete még ez idő szerint elégtelen szerkezetének megállapítására. Annyi bizonyos, hogy a czellulóz nem tekinthető sem tisztán Polialdóznak, sem Polialdózok anhidridjének,[2]) hanem aldóz-csoportok mellett mindenesetre egy ketózcsoportot is tartalmaz".[3]) Ugyanezen nézetet vallja *Fenton* és *Gostling* is azon reakczió alapján, hogy a czellulóz száraz sósav vagy brómhidrogéngázzal melegítve ω-chlor, illetve brommethylfurolt képez.[4]) Erre később különben még rátérünk.

* * *

Mivel a továbbiakban minduntalan beszélünk erjedésről és szeszképződésről, szükséges hogy röviden a czukrok erjedéséről is szó essék. Ezalatt oly folyamatot értünk, melynek következtében az egyszerü czukrok főtömegükben széndioxiddá és alkohollá alakulnak bizonyos erjesztő (pl. zimáz) hatására. Ez az erjesztő gombák életfolyamata következtében képződik s végzi ezt a bámulatos átalakitást a czukormolekulában. Az erjesztőgombából az erjedést okozó anyagot, (a zimázt) ki is lehet préselni, miáltal be van bizonyítva, hogy az erjedéshez nem okvetlen szükséges az élő gombaszervezet maga (Buchner). Az erjesztőgombáknak és az erjedés részletes tanulmányozásának már óriási irodalma van s mélyükre hatolni e helyen fölösleges volna. Mireánk nézve fontos mindössze az, hogy tudjuk, mely czukrok képesek erjedésre és melyek nem.

---

[1]) *Cross and Bevan:* Cellulose, an outline of the chemistry of the structural elements of plants. London, 1903.

[2]) Anhidrid mint neve is mondja, molekuláknak oly módon való vegyülése, mely vízveszteség mellett jön létre. Igy pl. a nádczukor, a glükóz és fruktóz anhidridje.

[3]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 34 k. 1516 l.

[4]) Chemisches Centrbl. 1901, 681 l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A poliszakkaridok közvetlenül nem erjednek, különleges enzimek hatására azonban hidrolízist szenvedhetnek, miközben monoszakkaridok képződnek. A magasabbrendű czukrok erjedését (pl. a maltózét stb.) mindig monoszakkaridokra való bomlás előzi meg, úgy hogy tulajdonképpen az erjedés a monoszakkaridok sajátsága.

Ezek tanulmányozása közben kitünt, hogy a hexózok csoportjában a glükóz, a fruktóz és a galaktóz megegyeznek abban, hogy erjeszthetők. A további vizsgálat igen érdekes eredményekre vezetett. Kitünt, hogy az erjedéshez való hajlamot a czukor konfigurácziója rejti magában s hogy az erjesztőgombák az izomer-formák közt jobban eligazodnak, mint a legjobb kémikus. Igy pl. a *d* glükóznak tükörképes alakja, az *l.* glükóz nem erjeszthető. Ugyanez az eset áll fenn a fruktózra és a galaktózra is. Már *Pasteur* vett észre erre emlékeztető folyamatot, amikor a borkősavakat tanulmányozta. Azt tapasztalta, hogy a jobbra forgató savat penészgombák könnyebben égetik el, mint a balra forgatót. Az alkoholos erjedés azonban egészen más valami, mint az égés, s itt nemcsak a jobb és bal alakok ellentétéről lehet szó, mert hiszen a 12 eddig ismert hexóz közül mindössze csak 4 erjed. Az erjedési képesség sok esetben a czukrok szerkezetének helyes megállapítását is beigazolhatja.

Még érdekesebb az a jelenség, hogy az eddig ismeretes 2—9 szénatomos czukrok közül csak a 3, a 6 és 9 szénatommal birók képesek erjedésre. A növények testében bőven elterjedt pentózokra a zimáz nem hat.

Jelen esetben reánk nézve ez utóbbi tény ismerete fontos, mert a fa hidrolízisekor szintén képződnek jelentékeny mennységben pentózok, s ha a czukrot mindjárt szeszszé dolgozzuk fel, természetes hogy ezek veszendőbe mennek.

* *
*

Most, miután a czukrok lényeges tulajdonságait és egymáshoz való viszonyát nagy vonásokban megismertük, áttérhetünk azokra a vizsgálatokra, melyek a természetben annyira elterjedt czellulóz elczukrosítására és erjesztésére vonatkoznak.

Ne kutassuk, hogy miképpen termelik a fák a czellulózt, arra nézve minden kifogás nélküli magyarázatot úgy sem adhatnánk.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Tény az, hogy a növények napfény hatására és a chlorofill zöld festőanyag közreműködésével széndioxidból és vizből organikus szintézist végeznek, s a legelső termék, mely ezen szintézis eredményeképen megjelenik, talán a formaldehid. Ez a monoszakkarid sorozat kiegészítése végett *egy* szénatomos czukornak tehát monóznak fogható fel. Ebből épül fel valószinüleg a *d*. glükóz és belőle tovább anhidrid képződéssel a keményitő és a czellulóz.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A czellulóz hidrolízisére vonatkozó tanulmányok.

Legelső, aki a czellulóznak czukorrá való átalakitására rájött, Braconnot[1]) volt, 1819-ben. Észrevette, hogy tiszta vászon, mely főrészt czellulóz, tömény kénsavban feloldódik, s gummiszerü tömeggé alakul. Hogy az előtte ismeretlen anyagot lehetőleg tisztán kaphassa meg, a tömeget vizzel higitotta és sokáig ólomoxiddal forralta, miáltal a kénsavnak legnagyobb részét az oldatból eltávolitotta. Ezután az oldatba jutott ólmot kénhidrogén gázzal kicsapta, az oldatot bepárologtatta, s legnagyobb ámulatára azt tapasztalta, hogy az egész tömeg savanykásizü, czukorszerü anyaggá alakult. Kissé módositva megismételte kisérletét, amennyiben az ólomoxiddal való forralást elhagyta, s a kénsavas vászonoldatot közvetlenül vizzel való higitás után hevítette. A savanyu oldatot szénsavas mésszel telitette, megszürte; a barna szüredéket csontszénnel szintelenitette és bepárologtatta. Nemsokára kristályok váltak ki a szirupból, ezeket alkoholból ujból átkristályositotta. Az ily módon előállitott czukor külső megjelenésében nagyon hasonlitott a keményitőből nyert czukorhoz és erjedésre képesnek is bizonyult akárcsak ez. *Braconnot* ezen feljegyzését elfogadták minden felülvizsgálás nélkül és 1883-ig hallgatagon bekerült tankönyvekbe és folyóiratokba, hogy a czellulózból és keményitőből nyert czukor ugyanaz, t. i. szőllőczukor, glükóz vagy dextróz. A bevezetésből azonban tudhatjuk, hogy sok, külsőleg hasonló megjelenésü czukor tartozik a szőllőczukor csoportjába (a hexózok közé), melyek azonban forgatóképességben és redukáló képességben erősen különbözhetnek egymástól. Szigoru czukormeghatározásnál tehát legalábbis a két utóbbi adat megállapitása szükséges. E bizonyiték valóban 1883-ig késett, mert csak akkor sikerült *E. Flechsignek*[2])

---

[1]) *Braconnot*: Annales de Chimie et de Phisique, II. Series, 12 k. 172 l.

[2]) *E. Flechsig*: Über die Darstellung und chemische Natur des Cellulose Zuckers. Zeitschr. f. physiolog. Chemie 7. k. 536 l.

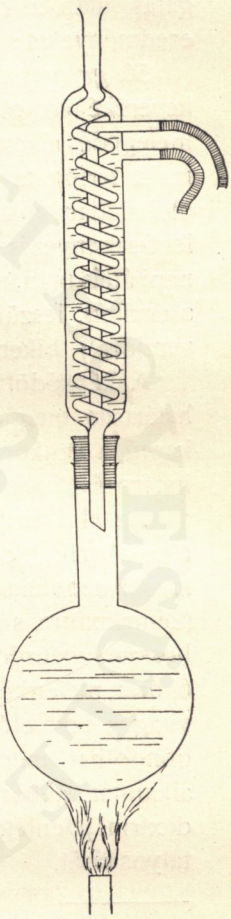
© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

minden kétséget kizárva bebizonyítani, hogy a czellulózból képződött czukor valóban glükóz. Kisérleteit a továbbiak érdekében kell, hogy részletesen megismerjük.

Flechsig eleinte két %-os kénsavval minden előzetes oldás nélkül végzett kisérleteket vattán, mely sokkal tisztább czellulóz, mint a vászon és sokkal alkalmasabb is kémiai vizsgálatokra. Három órai főzés után meghatározván *Fehling*-oldattal[1]) a képződött czukor mennyiségét, azt találta, hogy 2·8616 *gr*-ból csak 0·037 *gr* alakult czukorrá, ami mindössze csak egy százaléknak felel meg. Higitott sósavval sem érhetett el kellő eredményt, pedig ez a keményitőt gyorsan és simán hidrolizálja glükózzá. Szürőpapiros, mely gyakoriati szempontból tiszta czellulóz, 5%-os sósavval 48 óra hosszat forralva fordított hütővel (l. 2. rajz) felszerelt lombikban még mindig csak 49% czukrot adott.

Ezen előzetes vizsgálatokon okulva, *Flechsig* olyan anyag után nézett, mely egyszerre oldószer és hidrolizáló anyag is legyen. Ilyen pl. a czinkchlorid, a tömény sósav és a tömény kénsav. A czinkklorid azonban rosszul hidrolizál, a sósav rosszul old, a kettő keveréke szintén alkalmatlan, mert körülményes később a tömegből a czinknek és a chlórnak eltávolitása. A tömény kénsav volt tehát egyedül az, melynek segitségével nagyobb mennyiségü czellulóz feloldását és hidrolízisét várhatta.

A tömény kénsavban való oldás azonban szintén finnyás müvelet. Ha a kénsavat nem



2. rajz.

[2]) *Fehling*-féle oldat:

40 *gr* Cupriszulfát + neutralis borkősavas káliumoldat + 600—700 *gr* 1·12 fajsulyu nátronlúg; az egész oldat 1154·4 cm^3-t tesz ki. A czukor oldatának e kémlőszerrel való melegitésekor sárgásvörös cuprooxid válik ki, s mivel tapasztalati uton meghatározták, hogy 1 *gr* glükóz hány cm^3 *Fehling*-oldatból választ ki minden rezet cuprooxid-alakban, ez a reakczió pontos mennyiségi meghatározás is alapját képezheti.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

higítjuk, a tömeg megfeketedik humin anyagok képződése következtében, melyek később a czukor kikristályositását rendkivül megnehezítik. Másrészt túl híg kénsav nem old eléggé. Sok próbálgatás után a következő eljárás szolgáltatott *Flechsig*nek legjobb eredményeket:

50 *gr* vattát 250 *gr* töménykénsav és 84 *gr* viz jól lehűtött keverékében olyan lassan oldott fel, hogy lehetőleg minden felmelegedés elkerültessék. A zavaros oldatot egy fél órára félretette, majd térfogata $^3/_4$ részének megfelelő vizzel higitotta. Csekély oldhatatlan maradéktól eltekintve, mely valószinüleg a vattában levő szennyezésektől ered, szép sárgás, átlátszó oldatot kapott. Egynapi állás után, mely arravaló volt, hogy a czellulóz teljesen dextrinné alakuljon, leszürte az oldatot s most áttért a tulajdonképpeni inverzióra[1]) kikeresvén az elczukrositásra legkedvezőbb feltételeket.

A képződött czukor mennyiségét *Fehling*-oldattal titrálás utján határozta meg, amikor pedig különös pontossággal akarta megkapni a czukortartalmat, akkor az *Allihn*-féle[2]) súlyszerinti meghatározást választotta.

Az első kisérleteknél olyan körülményeket választott, melyek a keményitő hidrolízisénél legkedvezőbbeknek bizonyultak. A czellulóznál azonban nem váltak be e feltételek, mert 1·2%-os kénsavat (kéntrioxidra számitva) és 3% vattát tartalmazó oldatot $4^1/_2$ óra hosszat vizfürdőn melegitve, a vattára vonatkoztatva csak 50·6%, 6 órai melegités után csak 50·8% czukortartalmat talált. Mindjárt világos volt előtte, hogy ily módon a czukor előállitására nem is gondolhat, mert még abban az esetben is, ha 10 órai forralást alkalmaz, akkor is csak 60% vatta alakul át, a többi 30—40% dextrin jelenléte pedig feltétlenül megakadályozná a czukor kikristályositását.

---

[1]) Inverzió szót ezentúl a hidrolízissel felváltva fogjuk használni. Mindkettő jelentése körülbelül ugyanaz. Az inverzió szót a nádczukornál használták először, mely glükózra és fruktózra bomlik. A fruktóz erősebben forgat balra, mint a glükóz jobbra, s a nádczukor bekövetkezett hidrolizisét poláros fény segítségével arról ismerhetjük fel, hogy a forgatás iránya megváltozott jobbról balra. Innen a név.

[2]) *Allihn;* Journal für prakt. Chemie 130 k. 61 l. Allihn a kiválloti Cuprooxidot szinrézzé alakitja hidrogénáramban, s azt méri súly szerint. E módszer nagyon pontos.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Hosszas próbálgatás után rájött, hogy az inverzió sokkal erélyesebben megy végbe, ha 100° fölött levő hőmérsékleten tartja az oldatot. Eleinte tehát magasabb nyomáson Papin edényekben igyekezett czélt érni. Ezt is nemsokára abbahagyta, s végre abban állapodott meg, hogy az oldatokat szabad légfürdőn melegiti, s inkább kissé erősebb kénsavat használ, hogy az oldat forráspontja magasabb legyen. Ezúton sikerült is neki körülbelül 104°-nyi hőmérsékleten invertálni, s az eredmény akkor már teljesen kielégitő volt.

Az oldat kéntrioxidtartalma %-ban	Az oldat vattatartalma %-ban	Az inverzió ideje órákban	A vattának czukorrá alakult mennyisége %-ban: 2 meghatározás középértéke
2	0·5	5	95·6
2	0·5	8	96·7
2	0·5	12	91·9
2	1	5	70·8
2	1	7	75·6
2	1	13	86·2
1	0·5	5	70·7
1	0·5	8	80·1
1	0·5	12	86·8
4	0·5	5	96·9
4	0·5	8	95·4
4	1	3	96·9
4	1	5	94·6
4	1	8	90·9

Itt felsorolhatjuk *Flechsig*nek azon adatait is, amelyeket a Papin-féle edényekben való inverzióknál 120°-nál kapott, ami kb. 2 atmoszféra nyomásnak felel meg.

Az oldat kéntrioxidtartalma %-ban	Az oldat vattatartalma %-ban	Az inverzió ideje órákban	A vattának czukorrá alakult mennyisége %-ban: 2 meghatározás középértéke
1·4	0·3	3	96
2	1	3	98·6
2	1	5	95
2	0·5	5	98

Ezekből az adatokból világosan látszik, hogy híg dextrinoldatot már 104°-nál ugyszolván tökéletesen át lehet alakítani czukorrá·

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Legalkalmasabbnak bizonyult az adatok alapján ugy higítani a kénsavas dextrint, hogy az oldat kéntrioxid tartalma 2% legyen és 0·5% vattát tartalmazzon. Az inverzió idejére nézve legkedvezőbb az 5 óra hosszat tartó forralás.

A sósav hidrolizáló hatását tanulmányozandó, a kénsavas dextrinoldatnak egy részét meleg bárium-hidroxidoldattal telítette, pontosan, amig csapadék már nem képződött sem kénsavval, sem báriumhidroxiddal. A leszürt oldatot annyi sósavval elegyitette, hogy az oldat sósavtartalma 2% legyen. Vizfürdőn melegítve a 0·7% vattát tartalmazó oldatot, 3 órai inverzió után csak 65% czukrot lehetett benne kimutatni, ami azt bizonyitja, hogy a sósav sem hidrolizál jobban és gyorsabban, mint a kénsav.

Ezekután a czellulózból képződött czukor nagyobb mennyiségben való előállításához fogott. E czélból 250 *gr* légen száradt vattát 1250 *gr* kénsav és 420 *gr* viz jól lehütött keverékébe a felmelegedés lehető elkerülésével feloldott; az oldatot egy órára félretette, majd a $^2/_3$-ának megfelelő vizzel higitotta, egy napig állni hagyta, és megszürés után az egészet $2^1/_2$ liternyire higította. Az oldatból most 50—50 cm^3-t 900 cm^3-re töltött föl (ami 0·52% vattatartalomnak és 2·08% kéntrioxidnak felel meg) s a tömeget 5—6 óra hosszat élénken forralta, miután azt visszacsepegő hütővel látta el. A sárga szinű oldatból most báriumhidroxiddal pontosan kicsapta a kénsavat, s az egyesített szüredékeket vizfürdön 90°-nál lassan bepárologtatta; a töményebb oldatot pedig 60°—70°-nál sürítette sziruppá. Néhány hét mulva kristályosodni kezdett a tömeg, s ekkor itatós papiros között kinyomkodva s alkohollal mosva eltávolitotta a kristályok mellől lehetőleg a ragacsos anyalúgot. A kristályos tömeget ismét feloldta vizben, s alacsony hőmérsékleten óvatosan bepárologtatta. A kivált czukrot végül háromszor átkristályositotta, részben aethyl, részben pedig methylalkoholból. Az igy nyert vakitóan fehér kristályok a tisztaság minden külső jelét magukon viselték. A legtisztább kristályok 18·54%-os oldatában meghatározta a forgatóképességet. A oldat sürüsége 17·5°-nál 1·0766, a cső hossza 2 *dm* volt; 20 leolvasásnak középértéke pedig 21·1°-ot adott. Ebből kiszámitva a forgatóképességet, az $[\alpha]_D^{17\cdot5^0} = +52\cdot92^0$-nak adódott ki. E szám a kisérleti hibákon belül igen jól egyezik a glükóznak más kutatók által meghatározott forgatóképességével.

Ami a redukczió mértékét illeti, 0·1194 *gr*-nyi anyag 3 meg-

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

határozás középértékeképen 0·2317 *gr* szinrezet adott, ami véletlenül éppen 0·1194 *gr* glükóznak felel meg.

Ezen kisérletekkel tehát *Flechsig* a czellulóznak hidrolízis következtében glükózzá való átalakulását szigorúan bebizonyította.

A hidrolízis közelebbi lefolyására nézve az eddigiekből azonban mit sem tudunk. Annyit *Flechsig* is észrevett, hogy a czellulóz nem alakul át közvetlenül glükózzá, hanem közbeesőleg dextrin képződik, s az bomlik tovább. E közbeeső termékek tanulmányozását többen végezték; legbehatóbban *M. Hőnig* és *St. Schubert*[1]) kik főképen a czellulóznak kénsavval képezett vegyületeit vizsgálták behatóbban s ezáltal a czellulóz inverziójának lefolyását némileg megvilágitották.

Már régebbi szerzők említik, hogy a czellulózból kénsav hatására sav képződik. A czellulózkénsav jelenlétét az az egyszerü kisérlet bizonyitja, hogy, ha töménykénsavban feloldott czellulóz oldatát báriumkarbonáttal telitjük, s a képződött csapadékot az oldattól elválasztjuk, erős borszesz hatására az oldatból báriumtartalmú anyagok válnak ki, melyek nem egyebek, mint a czellulózkénsav báriumsói. Már *Braconnot*[2]) észlelte e savak jelenlétét, s később is többen foglalkoztak e tárgygyal[3]) de oly behatóan senki sem, mint éppen *Hőnig* és *Schubert.*

A régebbi szerzők ugyanis a czellulózkénsavak képződési feltételei közül a hőmérsékletet egyáltalában nem vették tekintetbe, pedig mint látni fogjuk, a termékek összetétele és tulajdonságai a hőmérséklet szerint, melynél keletkeztek, igen nagy eltéréseket mutatnak. Azonkívül *Hőnig* és *Schubert*ék használták először a czellulózkénsavak vizsgálatánál a polarizáló készüléket, melynek segitségével előbb nem is sejtett összefüggések birtokába jutottak, s a cellulóznak különféle átalakulásait folyton szemmel tarthatták.

---

[1]) *Max Hőnig und Stanislaus Schubert:* Über Aetherschwefelsäuren einiger Kohlenhydrate. Monatsh. f. Chemie VI. k. 708. l. — Ugyanezen szerzőktől: Zur Kenntnis der Kohlenhydrate, Monatsh. f. Chemie, VII. k. 429. l. — L. még e tárgyra vonatkozólag: *Béchamp:* Comptes rendus 42. k. 1210 l. (1856) továbbá. *Kern:* Chemiker-Zeitung 18 k. 1853 l. és *Storer*: Chem. Centralbl. 1900. II. 1069. l.

[2]) *Braconnot:* Annales de Chimie et de Physique, 12. k. 185. l.

[3]) *Blondeau de Carolles:* Journ. f. prakt. Chemie 32. k. 427. l. — *Marchand:* Journ. f. prakt. Chemie 35. k. 200. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Vizsgálatuk módja nagyjában a következő volt:

Lemért mennyiségü vattát adott térfogatu kénsavban apró részletekben, állandó hőmérséklet lehető betartása mellett, feloldtak nagy dörzscsészében, s a tömeget addig keverték, mig az egészen egynemü lett. E művelet közben a tömegbe időnkint hőmérőt mártottak, hogy a reakczió hőmérsékletét aszerint szabályozhassák. Minél lassabban jártak el a vatta adagolásában, annál állandóbb volt a hőmérséklet s annál egyenletesebb lett a tömeg. A reakczió befejezése után még egy darabig ugyanazon hőmérsékleten hagyták állani az anyagot, majd a legtöbb esetben homogen szirupot 5-, esetleg 6-szoros mennyiségü hideg vizbe öntötték s az oldatot azonnal szénsavas báriummal telitették. A semleges oldat majdnem mindig zavarosan ment át a szürőn. Ugy segitettek rajta, hogy kevés alkohollal elegyitették az oldatot, mely kis részét a czellulóz kénsavas báriumsóknak lecsapta ugyan, de ezáltal a zavaros oldat rövid időn belül megtisztult. Az átlátszó oldatból tömény borszeszszel kicsapták most már a báriumsókat, még pedig részletekben, hogy a kiváló anyag tisztaságáról tájékozódást nyerjenek. Rendesen már a második vagy a harmadik frakczió egyneműnek bizonyult. A készitményekben egy vagy több báriummeghatározást végeztek, majd a forgatóképesség mértékét állapitották meg.

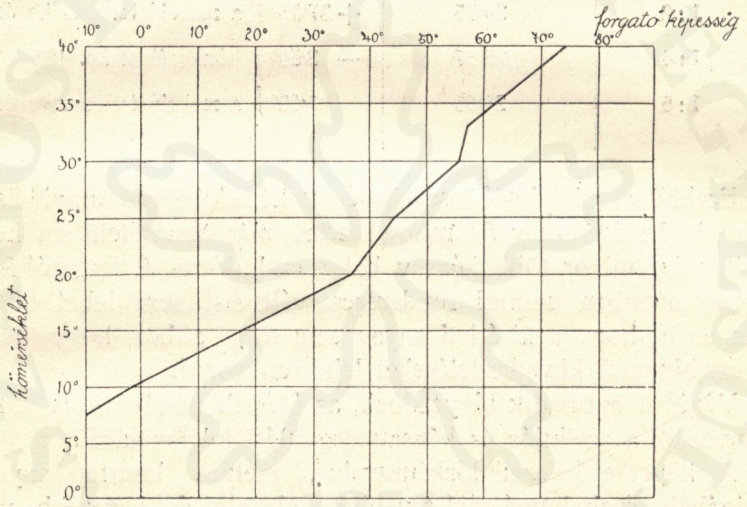
Hőmérséklet	Bárium tartalom %-ban	Forgatóképesség $[\alpha]_j$ [1]
7°	25·03	—
7°	25·37	— 3·65
10°	26·65	— 1·62
20°	26·75	+ 37·05
25°	24·34	+ 44·10
30°	26·91	+ 59·52
30°	22·92	+ 56·26
33°	25·40	+ 57·36
40°	25·29	+ 72·99

[1]) $[\alpha]_j$ azt a speczifikus forgatóképességet jelenti, mely közönséges fényre vonatkozik, nem pedig Nátriumfényre. $[\alpha]_j > [\alpha]_D$ Bővebben Landolt, Das optische Drehungsvermögen stb. 375. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Először a hőmérséklet befolyását tették tanulmány tárgyává. A kisérleteket ugy rendezték be, hogy a czellulóz mindig egyenlő ideig: $^1/_2$ óráig legyen a kénsav hatásának kitéve s csak a hőmérsékletet változtatták. A báriumsókból csak azokat a frakcziókat vették vizsgálat alá, amelyek egyneműeknek bizonyultak.

Az adatokból látszik, hogy a czellulózkénsav összetétele a képződés különféle hőmérséklete szerint nem mutat nagy ingadozásokat; a *Ba* sóknak forgatóképessége azonban egész határozottan növekszik, ha a kénsav a czellulózra magasabb hőmérsékleten hat.



3. rajz.

Legjobban kitünik ez a mellékelt diagrammból, ahol az egyik irányban a hőmérsékletek, a másik irányban pedig a megfelelő forgatóképességek vannak felrakva. Lásd 3. rajzot.

Világosan látszik, hogy 10^0 hőmérséklet alatt olyan termékek képződnek, melyek balra forgatnak, mig 10^0 fölött már állandóan jobbra forgató czellulózkénsavak jelenlétét lehet beigazolni. Mindez arra mutat, hogy a czellulózból egész sorozata az átmeneti termékeknek képződik, melyek mint később látni fogjuk, hidrolíziskor glükózt adnak.

Hőnig és *Schubert* további feladatukul annak megvizsgálását tüzték ki, hogy milyen befolyással van a kénsav mennyiségének

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

változása, ha egyébképen a többi körülmény (hőmérséklet, kénsav hatásának ideje és a czellulóz mennyisége) lehetőleg ugyanaz marad.

E tárgyra vonatkozó kisérleteiket a következő tábla mutatja:

A czellulóznak a kénsavhoz való viszonya	Báriumtartalom %-ban	Forgatóképesség $[\alpha]_j$
1 : 1	17·97	+ 48·12° } hőmérséklet kb. 25—30°
1 : 2	26·75	+ 37·05° } a reakció tartama ½ óra
1 : 4	25·37	— 3·56° } hőmérséklet kb. 10°
1 : 5	26·65	— 1·62° } a reakció tartama ½ óra

Ezekből az adatokból összefüggést nehéz kiolvasni. Annyi látszik, hogy, ha kevés kénsav áll rendelkezésre, más összetételü sav keletkezik, mint mikor több kénsav hat a czellulózra. A forgatóképességben azonban semmi rendszeres változást sem lehet találni. Igaz az is, hogy a kisérleti anyag sem elég ahhoz, hogy belőle messzebbmenő következtetéseket lehessen vonni.

Végül a harmadik tényezőnek, az időnek befolyását is tanulmányozták a czellulóz és kénsav vegyülési folyamatánál.

A következő czellulózkénsavakat, melyek kisérleti anyagul szolgáltak, szobahőmérsékleten állitották elő és kevesebb vagy hosszabb állás után végezték bennük a báriumsók kicsapását.

A kénsav hatásának tartama	A Bárium-sók *Ba* tartalma %-ban	Forgatóképesség $[\alpha]_j$
1. kisérlet { ½ óra	23·12	57·89°
1. kisérlet { 2 óra	26·74	62·35°
2. kisérlet { ½ óra	24·34	44·10°
2. kisérlet { 24 óra	25·71	67·77°

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Határozottan látszik, hogy a kénsav hatásidejének meghosszabitásával a bárium-sók *Ba* tartalma és egyszersmind a sók forgatóképessége is növekszik. Másrészt azonban az a szomoru körülmény is mutatkozik, hogy rendkívül nehéz két ilyen kisérletet teljesen azonos körülmények között végezni. Az első és harmadik oldatnak pl. egyenlő *Ba* tartalommal és egyenlő forgatóképességgel kellene birnia s mégis igen nagy eltéréseket mutatnak.

Az összes adatokból az is kiviláglik, hogy a termékek nem lehetnek teljesen egynemű vegyületek. Ha a kisérleti anyag előállitására gondolunk, nem is csodálkozhatunk rajta, hiszen a vattának feloldása kénsavban oly kevéssé egyenletesen történik, hogy bármily gonddal végezzük is azt, nem tudjuk a körülményeket teljes bizonyossággal megadni, főképp pedig a hőmérsékletet állandóan egy ponton tartani.

Azt azonban határozottan észre lehet venni, hogy alacsonyabb hőmérsékleten előállitott *Ba* sók sokkal nagyobb eltéréseket mutattak, mint a magasabb hőmérsékleten előállitottak, mely utóbbiaknál a czellulóz feloldása sokkal gyorsabban és egyenletesebben történt. A magasabb hőmérsékleten előállitott készitmények némelyike az egynemüség biztos jellegét mutatta, mit később az analízis is beigazolt.

A most mondottak megerősitésére szolgáljanak a következő adatok:

Frakczió	Hőmérséklet	*Ba* tartalom %-ban	Forgatóképesség $[\alpha]_j$
I. kisérlet első	—	26·65	— 1·62
I. kisérlet második	—	28·69	+ 2·98
II. kisérlet első	25°	25·31	+ 66·72
II. kisérlet második	25°	25·43	+ 67·77
III. kisérlet közös	30°	18·13	+ 47·83
III. kisérlet első	30°	17·90	+ 48·50
III. kisérlet második	30°	17·97	+ 48·12

A II. kisérlet adatai ugyan nem egyeznek meg a 35. lapon közölt eredményekkel, mert 66°—67° között levő forgatóképességü

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

készitmények magasabb hőmérsékleten előállitott czellulózkénsavnak felel meg; az értékek egymás között azonban elég jól egyeznek. Talán itt a hőmérséklet ellenőrzését nem végezték kellőképpen?

A különféle czellulózkénsavaknak megfelelő vegyületek általában a

$$C_{6n} H_{10} O_{5n-x} SO_{4x}$$

képlettel kifejezett összetételt közelitik meg.

Szilárd állapotban fehér, amorf, roppant higroszkopikus anyagok, melyek vizben és borszeszben rendkivül könnyen oldhatók, éterben ellenben oldhatatlanok. Közönséges hőmérsékleten hosszu ideig nem szenvednek változást, forraláskor ellenben kénsav szabadul fel belőlük, mely azután a czellulózrészt glükózzá hidrolizálja. Az inverzió közelebbi tanulmányozása végett *Hőnig* és *Schubert* a következő kisérleteket végezte:

A czellulózkénsavnak oly báriumsóját, mely $[\alpha]_j = 25—46^0$-nyi forgatóképességet mutatott, lehetőleg pontosan elbontották kénsavval, miáltal a czellulózkénsav szabaddá vált. Az oldatot most ismert térfogatra higitották, 5 egyenlő részre osztották s a próbákat különböző ideig forralták, majd mindegyikben meghatározták a kénsavtartalmat, továbbá a redukczió mértékét és a forgatóképességet. Az oldat 1. számu részletét érintetlen hagyták, a 2. számut $^1/_2$ óra hosszat, a 3.-at 1 óra hosszat, a 4.-et 2 óra hosszat, az 5.-et pedig 4 óra hosszat forralták.

Ime az eredmények:

0·4334 *gr*-nyi anyagnak megfelelő oldatban, melynek térfogata 25 cm^3 volt:

1. sz.	2. sz.	3. sz.	4. sz.	5. sz.
0·0061 *gr*	0·1099 *gr*	0·1297 *gr*	0·1373 *gr*	0·1475 *gr*

kénsav volt kéntrioxidra számitva.

10 cm^3-nyi oldatban a czukortartalom:

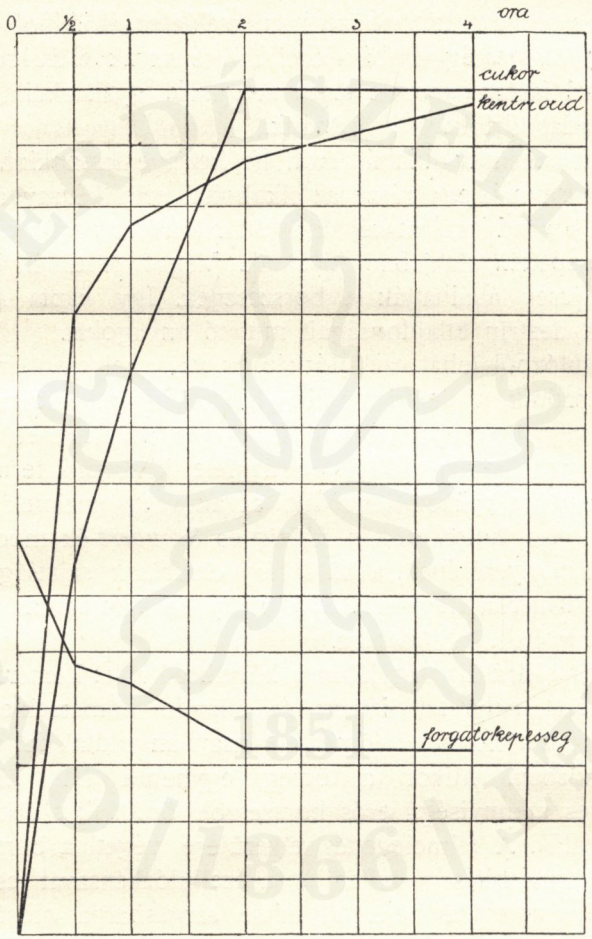
0·0158 *gr*	0·0668 *gr*	0·0999 *gr*	0·1501 *gr*	0·1505 *gr*

cuprooxidnak megfelelő volt, Fehling-oldattal meghatározva.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A forgatóképesség közvetlen leolvasási adatai pedig:

7·41° 4·82° 4·42° 3·30° 3·28°-ot tettek ki.



4. rajz.

Ezen adatok alapján szerkesztett mellékelt diagramm (4. rajz) a czellulózkénsavnak elczukrosításáról világosabb képet nyújt.

Látjuk, hogy a vegyület bomlása folytán felszabaduló kénsav mennyisége eleinte igen gyorsan növekszik, de később lassubbá

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

lesz és elméleti értékét, amely ez esetben 0·1714 *gr* SO_3-nak felel meg, még négy órai forralás után sem éri el (0·1475). Pedig a czukorképződés már a második óra végén eléri a maximumát, melylyel természetesen a forgatóképessége csökkenése is együtt jár.

Erdekes volna a különböző hőmérsékleten előállított és különböző forgatóképességgel bíró czellulózkénsavak elczukrositását is figyelemmel kísérni, mert e téren még sok, gyakorlatilag is értékesithető adat birtokába juthatnánk.

A czellulózkénsav oldatai alkohollal kezelve, lassankint, aközben, hogy a kénsavnak egy része az alkohollal aethilkénsavvá vegyül, alacsonyabb rendű származékokká alakulnak és apró golyócskákból álló csapadék alakjában kiválnak. Végső eredményben kénsavukat teljesen átadhatják a borszesznek. Igy kapta *Hőnig* és *Schubert* a dextrin tulajdonságait mutató anyagokat.

A czellulózból tehát czellulózkénsav, vagy helyesebben dextrinkénsav képződik, a dextrin pedig hidrolíziskor glükózzá alakul. E három vegyületcsoport között folytonos az átmenet épp úgy, mint ahogy a keményitőből mindenféle közbeeső termék után dextrin és végre glükóz képződik, savak vagy enzimek hatására.

Természetes, hogy miután *Hőnig* és *Schubert*-ék módját ejtették a dextrin nyerésének, a különféle dextrinek sajátságait igyekezlek megismerni, hogy ezáltal is mélyebb bepillantást nyerhessenek a hidrolízis folyamatába.

Kisérleti eljárásuk nagyjában a következő volt: Lemért mennyiségü vattát (1 sulyrészt) ismert és állandó hőmérséklet mellett apródonkint 2 térfogatnyi tömény kénsavban oldtak fel folytonos keverés közben. Mikor a tömeg egynemű lett, akkor azt 8—10-szeres mennyiségü erős borszeszbe öntötték s abban teljesen feloldották. A felmelegedés elkerülése végett a borszeszt jól le kellett természetesen hűteni s a czellulózkénsavat csak apró részletekben keverték bele. A kissé sárgásbarna oldatot megszürés után 12—24 óráig állni hagyták, miközben az alacsonyabb rendü czellulóz, illetve dextrinkénsavak csapadék alakjában kiváltak. E csapadékok mikroszkop alatt nézve sajátságos gömböcskékből állóknak bizonyultak. A gömböcskék nagysága 0·02—0·028 *mm* között változott. Amikor különböző nagyságuak voltak keveredve egymással, akkor az anyag egyenetlennek mutatkozott, mig az egyforma gömböcskék a készitmény egynemüségére vallottak.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Ugyanezen gömbalaku kiválásokat a tiszta dextrineken is lehetett némely esetben észlelni. A csapadékot leszürték, borszeszszel jól kimosták s végül tömény borszeszel 1—2 óra hosszat forralták. Ez utóbbi müvelet alatt a kénsav utolsó nyomai is a borszeszszel aethilkénsavvá alakultak s a dextrinek egész tisztán maradtak vissza, különösen akkor, ha az alkohollal való főzést megismételték. A dextrineket végül alkohollal való kimosás után kénsav fölött megszárították vacuumban, azután meghatározták forgatóképességüket, redukálóképességüket *Märcker*[1]) szerint, továbbá megvizsgálták, miképpen reagálnak jódoldatra. Az eredmények következők:

	Hőmérséklet, melynél a feloldás történt	A Dextrin oldhatósága vizben	A Dextrin forgatóképessége $[\alpha]_j$	A Dextrin redukáló képessége; cuprooxid *gr*-ban	A Dextrin jódreakciója
1	3°	oldhatatlan	+ 6·04°	—	kék
2	10—13°	„	+ 11·46°	—	kék
3	16°	„	+ 20·23°	—	kék
4	13°	nehezen oldható	+ 38·45°	—	ibolyakék
5	13°	„	+ 39·67°	0·1502	ibolyakék
6	15°	„	+ 47·67°	0·1344	ibolyakék
7	29—30°	„	+ 48·16°	0·1221	ibolyavörös
8	16°	könnyen oldható	+ 53·22°	0·1188	—
9	16°	„	+ 53·66°	0·1151	—
10	29—29°	„	+ 56·59°	0·1134	—
11	29—29°	„	+ 66·99°	0·1025	—
12	29—29°	„	+ 64·07°	0·1020	—
13	30—32°	„	+ 89·30°	—	—
14	32—34°	„	+ 110·48°	—	—
15	32—34°	„	+ 111·62°	—	—
16	36—38°	„	+ 116·89°	—	—
17	36—38°	„	+ 118·04°	—	—
18	38°	„	+ 121·65°	0·0745	—
19	38—40°	„	+ 127·72°	0·0467	—

[1]) *Märcker.* Die Landw. Versuchsst. 25. k. 115. l. Csekély változással lényegében a Fehling-féle módszer, csakhogy a cuprooxidot suly szerint határozza meg.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Látni, hogy a különböző hőmérséklet szerint változó tulajdonságu dextrinek képződnek, melyek egymásba fokozatosan átmennek. Az alacsony hőmérsékleten képződött dextrinek még a czellulózhoz állnak legközelebb, s valószinüleg az u. n. amiloiddal azonosak. Az oldhatatlanság és a jóddal való kék szineződés is e mellett bizonyit. Csekély forgatóképességük arra enged következtetni, hogy a czellulóz maga aligha forgat[1]).

Kiválóan érdekesek azok a dextrinek, melyek az oldhatóság határán vannak, s az amiloid és igazi dextrinek között átmenetet képeznek. Ezen átmeneti alakok teljesen analógok az oldható keményitővel, miért is ezeket „oldható czellulóz"-ként foghatjuk fel. Jódreakcziójuk az ibolyakéktől az ibolyavörösig terjed. A többi oldható termék valósággal dextrin és jódreakcziót már nem ad; forgatóképességük 50^0—130^0 között változik. Magasabb forgatóképességgel biró tagokat nem tudtak előállitani, bár több jel arra mutat, hogy a dextrinek forgatóképessége csak 140^0-nál éri el maximumát. Az oldható dextrinek redukáló képessége nem glükóz jelenlétére vall, hanem az saját tulajdonságuk. Konczentrált kénsavban való oldáskor ugyanis glükóz képződése ki van zárva, mert hiszen a glükóz molekulái is töménykénsavban teljesen hasonló dextrinekké tömörülnek.

A czellulózdextrinek még diasztázzal[2]) szemben tanusitott viselkedésükben is eltérnek egymástól, s nagyon emlékeztetnek a keményitő-dextrinekre, mert elczukrositási folyamatuk ez utóbbiakéhoz egészen hasonló.

A diasztáz hatását akképen tanulmányozták, hogy lemért mennyiségü és ismert redukcióképességü dextrint adott térfogatra higitottak vizzel, s ezután 20 cm^3-nyi, *Brown* és *Heron*[3]) leirása szerint készült friss malátakivonattal keverték. Most 4—5 órai 60^0-nál való pállitás után, miközben visszacsepegő hütő segitségével gondoskodtak arról, hogy a folyadék konczentrációja ne változzék, hirtelen felfőzték az oldatot, hogy ezáltal a diasztáz hidrolítos

---

[1]) Pedig Levallois (Bull. de la Soc. chim. de Paris [2] 43 k. 83 l.) a czellulóznak rézoxidammoniakos oldatán 20^0-nyi forgatóképességet állapitott meg. Igaz, hogy később Béchamp ezen állitást kétségbe vonta.

[2]) Diasztáz a csirázó árpában előforduló enzim, mely hidrolizálni képes még könnyebben és gyorsabban, mint a savak.

[3]) Annalen der Chemie und Pharmacie, 199 k. 173 l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

hatásának véget vessenek, azután meghatározták az oldatban *Märcker* szerint a czukormennyiséget. Természetes, hogy ugyanezen proczedurát párhuzamosan egy ismert töménységü malátaoldattal is végezniök kellett, hogy a malátában foglalt czukortartalmat számításba vehessék.

A kisérletek eredménye a következő volt:

1·2342 *gr* $[\alpha]_j = +$ 119·28°-os dextrin diasztázos hidrolízis után leválasztott ... 0·0034 *gr* rezet.

0·62315 *gr* $[\alpha]_j = +$ 53·66°-os dextrin diasztázos hidrolizis után leválasztott ... 0·0502 *gr* rezet.

1·5707 *gr* $[\alpha]_j = +$ 47·68°-os dextrin diasztázos hidrolizis után leválasztott ... 0·0937 *gr* rezet.

Láthatjuk ebből, hogy a magasabb forgatóképességü dextrinek alig változnak, míg a kisebb forgatóképességüek, melyek tehát az „oldható czellulóz"-hoz közelebb állanak, diasztáz hatására hidrolizist szenvednek.

A dextrinek hidrolízisénél képződött czukrot *Hőnig*-ék nem tudták leválasztani, mert nem állt kellő mennyiségü anyag rendelkezésükre, s mert a dextrintartalmu oldatokból a czukor leválasztása ugy sem lett volna könnyü feladat.

Ennyi, amit eddig a czellulóz és glükóz közbeeső termékeiről tudunk. Az egészet átgondolva, hiányosak még nagyon e téren ismereteink, annyit azonban határozottan ki lehet venni, hogy a czellulóz és glükóz között folytonos és fokozatos átmenet van, melyet a különféle dextrinek képviselnek, éppen ugy, amint azt a keményitő és szőllőczukor között találjuk.

A keményitőnek és czellulóznak is legvégső dextrintermékei annyira hasonlók, hogy őket azonosaknak kell tekintenünk. Míg azonban a czellulóz felé a dextrinek forgatóképessége apad, addig a keményitő felé haladó dextrinsornak forgatóképessége növekszik s egyik oldalon az oldható keményitő a forgatóképesség maximumát mutatja, míg az oldható czellulóznál a forgatóképesség legkisebb.

A czellulóz inverziójáról határozottan legkimeritőbb és legsokoldalubb felvilágositást *Simonsen* szép vizsgálatai adnak, melyeket Christiániában a híres *Waage* laboratoriumában kezdett meg, s később a technikai főiskolán folytatott. Kisérleteinek eredményéről

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

a Zeitschrift für Angewandte Chemie-nak 1898-dik évfolyamában számol be. (195. és 219. l.) Dolgozatát, mint kiválóan értékes munkát, aranyéremmel jutalmazták.

Már itt előrebocsátom, hogy ő előzetes oldás nélkül hidrolizálta híg savakkal kisérleti anyagát, a helyett nagy nyomást alkalmazva. Ebből megérthetjük, miért kapott sokkal kevesebb czukrot, mint *Flechsig*. Könnyü belátni azonban, hogy a töménykénsavban való oldás gyakorlati alkalmazásra nem számithat, egyrészt mert nagyon költséges, másrészt mert nagyon kényes müvelet.

Simonsen adatai azért birnak oly nagy fontossággal, mert ő külön a czélból kisérletezett, hogy a czellulóz czukorrá alakitásának optimumát meglelje, s a kisérlet utján nyert tapasztalait az iparban értékesitse. Példás tanulmányát, mint tudományos értékü munkát, már itt külön kell ismertetnünk; hiszen ily szabatos és lelkiismeretes buvárkodást ritkán találunk, különösen ott, ahol csakis ipari szempontok lebegnek szem előtt.

Kisérleteinek czélja annak eldöntése volt, miképpen történik a czellulóz inverziója, ha a nyomást, viztartalmat, savtartalmat és az időt egyenkint változtatjuk, ugy, hogy a többi három tényező lehetőleg ugyanaz maradjon.

Kisérleti anyagul sulfitczellulózt használt (papirgyári tésztát).

Először azt vizsgálta meg, hogyan változik a hidrolíziskor képződő czukormennyiség a nyomással. E czélból 40 *gr* teljesen száraz czellulóz és 1080 cm^3 viz keverékét 4 óra hosszat hidrolizálta 0·15%-os, 0·3%-os, azután 0·45%-os végül 0·6-%-os kénsavval.

Különböző nyomások elérése czéljából olyan készüléket használt, mely lényegében Papin-féle edény, s melyet a laboratoriumban autokláv néven ismernek.

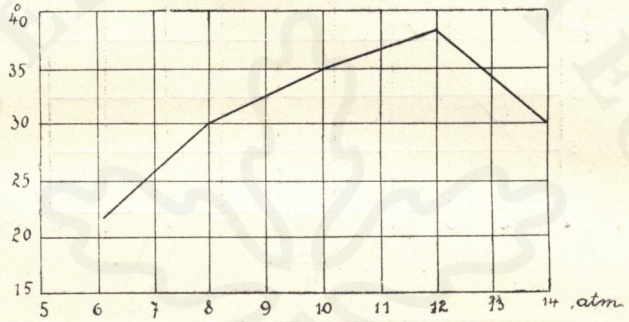
A képződött czukor mennyiségét Fehlingoldattal határozta meg s a czellulóz százalékában fejezte ki az adatok összeállitásánál.

Eredményei a következők voltak:

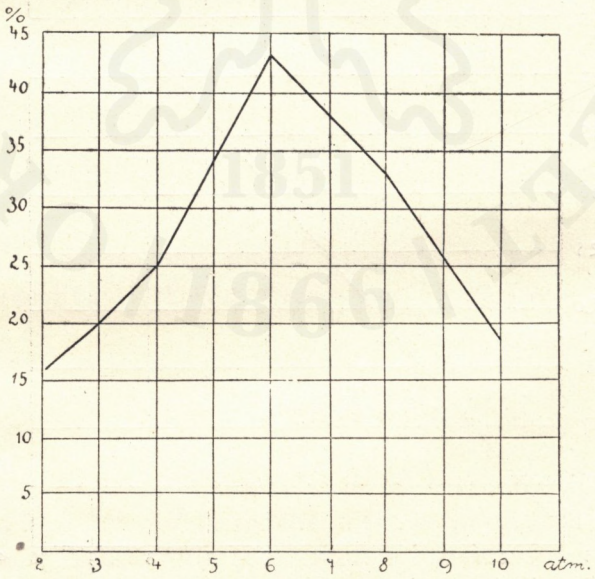
Nyomás atmoszférában	Képződött czukor: 0·15%-os	0·3%-os	0·45%-os	0·6%-os kénsavval
1·3	—	2·5	2·7	3·1
2·1	—	6·6	8·6	10·6
2·7	—	9·3	11·3	12·6

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Nyomás atmoszférában	Képződött czukor: 0·15%-os	0·3%-os	0·45%-os	0·6%-os kénsavval
4	—	16·4	—	20·3
6	21·5	28·0	30·7	43·9
8	30·5	38·4	45·0	33·3
9	—	43·1	—	—
10	35·0	36·6	30·0	18·0
12	38·4	—	—	—
14	20·0	—	—	—
	5. rajz	8. rajz	7. rajz	6. rajz.

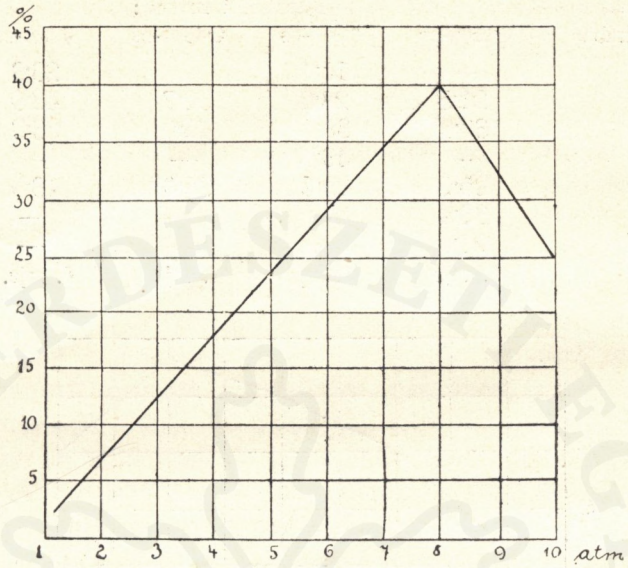


5. rajz.

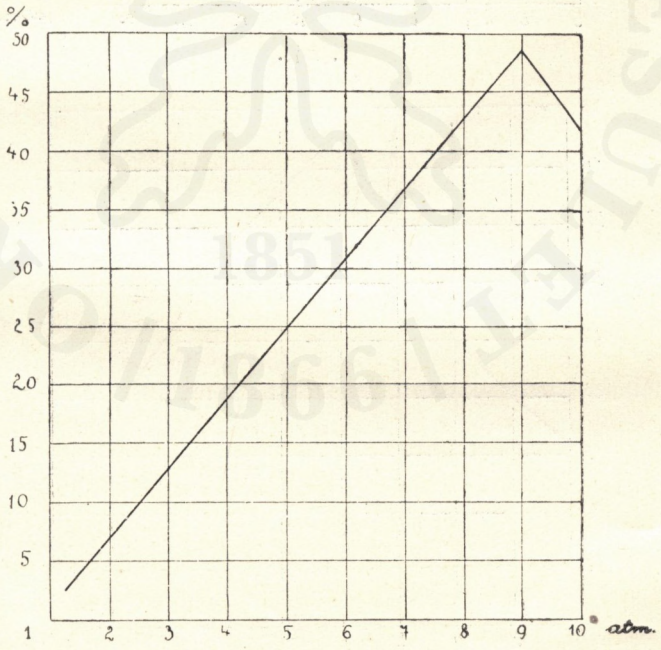


6. rajz.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.



7. rajz.

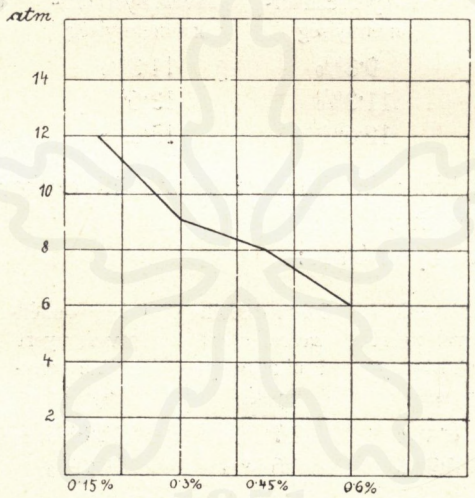


8. rajz.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Látszik, hogy a czukormennyiség képződése egyenes arányban nő a nyomással, és, hogy minél erősebb a sav, annál alacsonyabb nyomásnál éri el a czukorképződés tetőpontját. (Lásd 9. rajzot) Ezentúl hiába növeljük a nyomást, mert ezáltal a czukormennyiség csak kevesebb lesz. Ugylátszik ilyenkor már a magasabb hőmérséklet teljes bomlást idéz elő, s ezért fejlődik vissza a czukorképződés.

Ha csekély nyomásnál pl. 2 atmoszféránál invertálunk, hiába használunk töményebb savat, mert a képződött czukor mennyisége



9. rajz.

nem lesz sokkal nagyobb. Ennek igazolására szolgálnak a következő kisérletek, melyeknél a nyomás mindig két atmoszféra volt:

0·8%-os kénsavval a képződött czukormennyisége 10·4%-át tette ki a czellulóznak.
1·2%-os „ „ „ „ 11·5%-át „ „ „
1·6%-os „ „ „ „ 13·1%-át „ „ „

Legczélszerűbbnek bizonyult tehát a 0·45—0·6%-os kénsav használata 6—8 atmoszféra nyomás mellett. *Simonsen* a kénsavon kivül még az oxálsav invertáló hatását is tanulmányozta. Minden esetben azt találta, hogy az oxálsav gyengébben hidrolizál, mint

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

a kénsav, ami előre várható is volt, hiszen a savak *Ostwald*[1]) szerint erősségük arányában invertálnak, s az oxálsavról tudjuk, hogy nem a legerősebb savak közé tartozik.

Jó volna a különféle savak czellulózt invertáló hatását részletesebben tanulmányozni. A gyakorlatban azonban csak a kénsavról lehet szó, mert ez a legolcsóbb.

Tovább haladva, *Simonsen* az inverziónak az időtől való függését igyekezett megállapitani.

Ezuttal kisérleteit 2·7 atmoszféránál végezte.

Idő	0·3%-os kénsavval nyert czukormennyiség	0·45%-os kénsavval nyert czukormennyiség	0·6%-os kénsavval nyert czukormennyiség
4 óra	9·3%	11·3%	12·6%
6 óra	11·3%	13·6%	15·0%
8 óra	12·6%	15·3%	17·4%

Ezekből az tűnik ki, hogy a képződött czukormennyiség az idővel lassanként nő.

4 atmoszféra nyomásnál:

Idő	0·23%-os kénsavval nyert czukormennyiség	0·46%-os kénsavval nyert czukormennyiség	0·69%-os kénsavval nyert czukormennyiség	0·92%-os kénsavval nyert czukormennyiség
4 óra	8·4%	11·7%	12·8%	14·1%
6 óra	8·9%	16·5%	20·0%	22·1%

volt, miből következik, hogy magasabb nyomásnál is czélszerü az inverzió idejét lehetőleg növelni.

Végül az előbbiek alapján legkedvezőbbnek talált nyomásnál és a legkedvezőbb savkonczentráczió mellett végzett változó ideig tartó inverziókat. (10. rajz.)

8 atmoszféra nyomásnál:

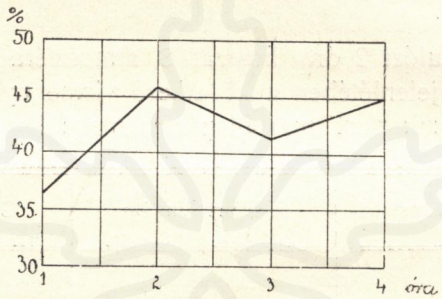
1 órai főzés után a czellulóznak 35·7%-a alakult czukorrá.
2 „ „ „ „ „ 45·4%-a „ „
3 „ „ „ „ „ 41·1%-a „ „
4 „ „ „ „ „ 45·0%-a „ „

[1]) *W. Ostwald*, Journ. f. prakt. Chemie, II. 29. k. 385. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

E föltételek mellett tehát 2 órai inverzió után már annyi czukor képződik, melynél többet ugysem nyerhetünk ezen az uton. Annak, hogy magasabb mértéket az elczukrosodás nem ölt, két oka lehet: Vagy az, hogy ily viszonyok között a czellulóz több czukrot nem adhat, vagy pedig az, hogy amennyi czukor képződik bizonyos fokon túl, ugyanannyi el is bomlik. E kérdésre még később rátérünk.

Az is lehetséges tehát, hogy az oplimális nyomás kikeresésénél a 4 órai inverzió túl sok volt, s talán már egy része a képződött czukornak el is bomlott. E czélból a különböző savkonczentrációk-



10. rajz.

nak megfelelő legkedvezőbb nyomás mellett rövidebb ideig tartó hidrolíziseket végzett, melyeknek eredménye:

Savtartalom %-ban	Idő	Nyomás atmoszférában	Képződött czukor %-a	4 órai forralás után képződött czukor %-a
0·13	2	12	44·0	—
0·15	1	14	48·0	38·4
0·3	2	10	45·3	36·6
0·3	3	9	25·0	43·1
0·6	1	10	42·5	18·0
0·9	2	5	25·0	—

Ezekből a számokból látszik, hogy némely esetben nagyon sok czukor bomlott már el *4* órai hidrolízis alatt, miből következik, hogy az inverzió idejét 4 óránál rövidebbre kell szabni.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Igen fontos volt azt a körülményt is tanulmányoznia, miképpen függ a hidrolízis az oldat savtartalmától, még pedig a czélból, hogy megtudhassa, melyik az a savkonczentráczió, melynél az inverzió hatása elegendő nagy, de lehetőleg kevés vizet tartalmazzon. Könnyü belátni, hogy a gyakorlati alkalmazás lebegvén szemünk előtt, oly higitásu sav, melyet később a czukornyerés czéljából igen hosszu ideig, s csak nagy hőveszteséggel és költséggel lehet kellőképpen bepárologtatni, czélunknak nem felelhet meg.

A legkedvezőbb viszonyok megkeresésére *Simonsen* adott mennyiségü savval invertált, s azt különböző mennyiségü vizzel higította.

40 *gr* czellulózt 2 óra hosszat 8 atmoszféra nyomás mellett 4·8 *gr* kénsav jelenlétében a következő vizmennyiséggel főzött és a következő czukortartalmat állapitotta meg:

Viztartalom *gr*	Savtartalom %	Czukortartalom
250	1·5	18·4
500	0·75	35·0
1080	0·44	45·4
1500	0·23	32·5

Világosan mutatják ezek az inverziók, hogy a legkedvezőbb feltételeket kb. 0·5%-os kénsavval érhetjük el (lásd 11. rajz).

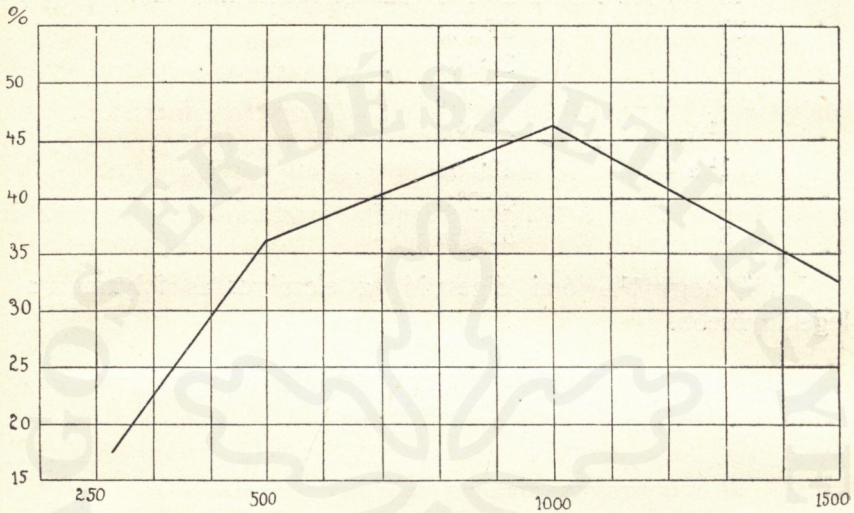
Most megvizsgálta *Simonsen*, hogy sikerül-e kielégitő eredményt kapnia, ha 0·5%-os kénsavat használ ugyan, de sokkal kevesebbet, mint előbb, vagyis 40 *gr* czellulózra mindössze 250 *gr* savat.

2 órai inverzió időre a következő értékeket kapta:

Nyomás	Czukortartalom %
6 atmoszféra	25·0
8 „	36·8
10 „	40·9
12 „	31·0

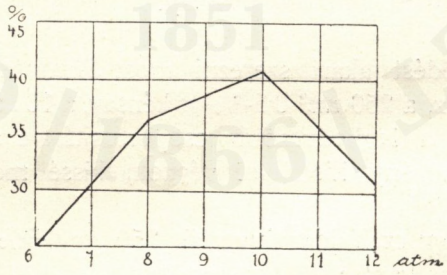
© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Láthatjuk, hogy gyakorlati szempontból igen jó az eredmény igy is, — mert 10 atmoszféra nyomás mellett majdnem 41% czukrot lehet már két óra alatt is nyerni. (12. rajz.)



11. rajz.

Ha ilyen savmennyiségeket alkalmazunk, nem kell nagy oldattömegeket bepárologtatni, ha pedig (amint az jelenleg még



12. rajz.

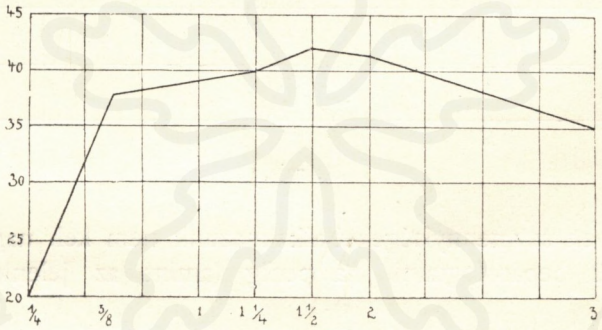
sokkal gyakoribb eset) mindjárt alkohollá akarjuk az anyagot feldolgozni, az oldatot minden további sürítés nélkül erjesztésnek vethetjük alá.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Simonsen most megkisérlette, hogy lehetne-e az inverzió idejét is szükebbre szabni? E célból 40 *gr* czellulózt 250 *cm*³ 0·5%-os kénsavval 10 atmoszféra mellett különböző ideig hidrolizált.

15	percz	mulva	20·1%	czukrot	tudott	kimutatni
37	„	„	37·3%	„	„	„
45	„	„	38·2%	„	„	„
1	óra	„	39·0%	„	„	„
1¼	„	„	40·0%	„	„	„
1½	„	„	42·7%	„	„	„
2	„	„	40·9%	„	„	„
3	„	„	35·0%	„	„	„

Látni, hogy 1½ órai digesztió az elczukrositás folyamatára legelőnyösebb.



13. rajz.

Meggyőződést akart szerezni most *Simonsen* arról, hogy a 40 *gr* czellulóz, a 250 *cm*³ 0·5-%-os kénsav, a 10 atmoszféra és a 1½ óra valóban a legkedvezőbb csoportositása-e a feltételeknek, s azért még néhány kisérletet végzett, kissé módositva a körülményeket.

Ismét 40 *gr* czellulózt invertált 250 *gr* 0·5%-os kénsavval és a következőket kapta:

8	atmoszféra	mellett	3	óra	alatt	képződött	38·7%	czukor
9	„	„	1·5	„	„	„	37·3%	„
9	„	„	3	„	„	„	30·5%	„
11	„	„	1	„	„	„	29·4%	„

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Egyik kisérlet sem adott tehát oly jó eredményt, mint éppen azok, melyeket a fent meghatározott feltételek között végzett.

Az eddigiek alapján tehát bátran mondhatta ki *Simonsen* azt, hogy legkönnyebben és legjobban megy végbe a czellulóz inverziója akkor, *ha 1 sulyrész czellulózra 6 sulyrész 0·5%-os kénsav hat 1½ óra hosszat 10 atmoszféra nyomás mellett. Ez esetben kb. 41% czukor képződik.*

Simonsen ezekután azt igyekezett megtudni, vajjon a nyomás vagy pedig a magas hőmérséklet-e az, mely az inverziót tulajdonképpen végrehajtja? Ennek eldöntésére igen szellemesen kieszelt kisérletet végzett. Az autoklávba, mielőtt az edényt, melyben az invertálandó keverék volt, elhelyezte volna, chloroformot öntött, melynek gőznyomása a vizénél sokszorta nagyobb. Természetes, hogy most az autokláv melegitésekor sokkal hamarább — már 138°-nál — álott elő 10 atmoszférányi nyomás, melyet különben, a vizzel megtöltött készülékben csak 180·3°-nál lehetett volna elérni.

40 *gr* czellulóz 250 *cm*³ 0·5%-os kénsav 1 óra alatt 10 atmoszféra nyomáson 138° mellett csak 13·2% czukrot adott. Ugyanezen körülmények között a 180°-nál invertált czellulózból az oldatban 39%-nak megfelelő czukor képződött.[1])

Mindebből világosan kitünik, hogy nem a nyomás, hanem a magas hőmérséklet szükséges feltétele a czellulóz erélyes hidrolízisének.

Nagyon fontos kérdés volt annak megvizsgálása, hogy mi lesz a czellulóz maradékból, mely az inverzióban nem vett részt, s vajjon lehetne-e az oldatlan tömeget ismét hidrolizálni? E czélból néhány próbában meghatározta a maradék mennyiségét. Egyik esetben 44%-ot, másik esetben csak 15%-ot tett az ki.

---

[1]) A különböző nyomásoknak megfelelő hőmérsékletek *Landolt*, Physikalisch-chemische Tabellen, III. kiadás, 122. lapja alapján:

1	atmoszféra	nyomásnak	megfelel	kb.	100°
2	„	„	„	„	120°
3	„	„	„	„	133°
4	„	„	„	„	144°
6	„	„	„	„	162°
8	„	„	„	„	170°
10	„	„	„	„	180°
12	„	„	„	„	189°

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Az egyik próba másodszori inverzióra még adott czukrot, mire nézve *Simonsen* megjegyzi, hogy csetleg a maradék kivétele és megszáritása közben a levegőnek lehet rá olyan hatása (esetleg oxidáczió utján), hogy ujra képes czukorrá alakulni. *Simonsen* éles megfigyelőképességét és jó sejtését legjobban bizonyitja az a tény, hogy legujabban valóban azt tapasztalták, hogy oxidáló szerekkel a czellulóznak magas hőmérsékleten való inverzióját nagy mértékben növelni lehet. Erre különben még a gyakorlati részben rátérünk.

Természetesen, ezekután a képződött czukor sajátságaival kellett tisztába jönnie. Az általános kémlőszerek: *Fehling* oldat-, *Soldaini*-féle kémlőszer [1]) és a fenilhidrázin minden esetben adott reakcziót, azonkivül erjedési kisérletek bizonyitották, hogy a kérdéses czukorból alkohol képződik.

A kénsavmentes oldat bepárologtatása után keserü izű szirup maradt vissza. Benne különben czukron kivül minden esetben egy sav fellépését is lehet még konstatálni.

E sav mennyisége annál nagyobb volt, minél tovább tartott az inverzió. Mivel a czukortartalom a savmennyiség növekedésével nem lesz kisebb, következtethetjük, hogy e sav nem tekinthető a czukor bomlási termékének, hanem közvetlenül a czellulózból eredhet. E savra nézve közelebbit nem tudunk. Savjellegét az bizonyitja, hogy karbonatokat bont el: tiszta kalcziumkarbonáttal való semlegesités után az oldat nátronlúgot nem kötött meg.

Végül a czukor erjesztésére vonatkozólag a következő vizsgálatokat végezte. Az invertált oldatot krétával való semlegesités után bepárologtatta, úgy, hogy czukortartalma 3·5% legyen, s azután frissen készült élesztővel erjesztésnek indította. Az erjedés befejezése után az oldatot átdesztillálta s e műveletet még egyszer megismételve, 350 cm^3 5·7%-os borszeszt kapott, mely 20·0 cm^3 abszolut alkoholnak felel meg.

Ha az oldatban foglalt összes czukor alkohollá alakult volna, 27 cm^3 abszolut alkoholt kellett volna kapnia. Mivel azonban a többszöri desztillácziókra átlag 10—20% veszteséget kell számitani, levonva 20% veszteséget a 27 cm^3-ből, 21·6 cm^3 marad.

---

[1]) 15 *gr* lecsapott rézkarbonatnak és 416 *gr* káliumkarbonatnak 1400 cm^3 vizzel készült oldata. *Soldaini.* Ber. d. deutsch. chem. Ges. 9. k. 1126. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Ezek a számok azt mutatják, hogy a képződött czukor javarészben, vagy teljesen glükóz volt.

A nyert borszesz empireumatikus szagu volt, különben mutatta az alkoholnak minden jellemző tulajdonságát: adta a jodoform-[1]) reakcziót, égető izű volt, 100°-on alul forrt stb.

Mindezekből láthatjuk, hogy *Simonsen* a nagyobb nyomásoknál eszközölt hidrolízis körülményeinek tanulmányozásával igen becses adatokkal gyarapította tudásunkat.

Nagyon érdekesek a czellulóznak hidrolízisére vonatkozó legujabb időben végzett tanulmányok, melyek egy uj czukornak, disszakkaridnak, felfedezésére is vezettek. E czukor neve *czellobióz.* Már körülbelül 30 év előtt emlitett *A. Franchimont*[2]) a czellulóz aczetiltermékei[3]) közül egyet, amely kivételesen kristályositható volt. *Skraup* és *König*[4]) e kristályos aczetilterméket nagyobb mennyiségben állitották elő s ennek alkoholos kálival való elszappanositásakor egy kristályos disszakkarid birtokába jutottak, mely hidrolíziskor két molekula glükózra bomlik. Mivel nem volt azonosítható az addig ismert disszakkaridok egyikével sem, ezen uj czukrot *czellobiósznak* nevezték el. Szerintük a czellobióz elsődleges hidrolízis terméke a czellulóznak, épp ugy, ahogy a maltóz a keményitőnek.

Czellulóz
↓
Czellobióz $[\alpha]_D = +33{\cdot}7$
↓
Glükóz

Keményitő
↓
Maltóz $[\alpha]_D = +142{\cdot}45$
↓
Glükóz

A Czellobiózt később *Maquenne* és *Goodvin* is előállította, kissé módosított és javított eljárás szerint,[5]) tehát létezésében

---

[1]) A jodoformreakczió abban áll, hogy a kérdéses folyadékot szódával és kevés jóddal főzzük; az alkohol jelenlétét ilyenkor a jodoform átható szaga árulja el.

[2]) Berliner Berichte. 12 k. 1941 l.

[3]) Akkor nyerjük őket, ha a czellulózt eczetsavanhidriddal és kénsavval, vagy aczetilkloriddal stb.-vel hozzuk össze.

[4]) *H. Skraup* és *I. König.* Über die Cellobiose. Monatshefte für Chemie. 24 k. 1011. l.

[5]) Bull. de la Société chim. 31. k. 854. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

nem kételkedhetünk. Legujabban *E. Fischer és Zemplén G.* foglalkoztak vele.[1])

E felfedezés a czellulóz és keményitő kölcsönös viszonyára és fiziológiai szerepére nagy fontosságu. Mindketten mint tudjuk, teljes hidrolíziskor glükózzá alakulnak. Mindkettő poliszakkarid és molekulasúlyuk sokkal nagyobbnak bizonyult, mint amelyet a mennyiségi összetételük: $C_6H_{10}O_5$ kifejez. Általában a czellulóznak nagyobb molekulasúlyt tudnak be, mint a keményitőnek, minek következtében a czellulózt esetleg a keményitő anhidridjének lehetne tekinteni. E mellett bizonyitana az a körülmény, hogy a növényben valóban észlelhető a keményitőnek czellulózzá való átalakulása és viszont. E megforditható folyamat egyszerü lefolyását azonban a czellobióz létezése feltétlenül megczáfolja, mert ez azt mutatja, hogy a czellulóz és a keményitő csak teljesen eltérő uton keletkezhetnek. Hiszen már az első kondenzácziótermék, mely a glükóztól a keményitő és a czellulóz felé vezet, teljesen más: az előbbinél a maltóz, az utóbbinál a czellobióz.

Ezekután tehát a keményitőnek czellulózzá való átalakulását és viszont olyanformán lehet csak elképzelnünk, hogy a kémiai folyamat első fázisában e polisszakkaridok hidrolízist szenvednek, mig végre glükóz lesz belőlük és ezen egyszerü czukorból épül fel ismét a czellulóz vagy a keményitőmolekula.

A czellobióznak a növényekben való kimutatása ugyan nem sikerült még, de ez nem tesz semmit. Hiszen könnyen elképzelhetjük, hogy a fokozatosan képződő czellobióz mindjárt tovább alakulhat, vagy czellulózzá, vagy glükózzá, s igy nehézségekbe ütközik leválasztása.

Az ezen a téren folytatott vizsgálatok természetesen még nincsenek befejezve és mindenesetre sok szép eredményre vezethet a czellobióz képződési körülményeinek pontosabb ismerete. Lehet, hogy minden czellulóz hidrolízisnél ez a czukor képződik közbeeső termékképpen, de amint keletkezik, mindjárt tovább is bomlik s ezért kerüli el a figyelmet.

Tény az, hogy a czellulóznak végső hidrolízisterméke glükóz s éppen ugy, ahogy a növények testében végbemegy a glükózzá

---

[1]) Verhalten der Cellobiose und ihres Osons gegen einige Enzyme. Liebigs Annalen. 365. k. 1. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

való inverzió enzimek hatására, éppen úgy erélyesebb beavatkozással, mint a milyen a savakkal való főzés, laboratoriumban is megkaphatjuk a szőllőczukrot. Az eszményi állapot természetesen az volna, ha az erélyesen ható kémiai anyagok helyett inkább mi is e speciális munkára berendezett enzimeket használnók, melyek nagyon gyorsan és simán végeznek olyan munkát, amit ezidőszerint mesterségesen olyan formában nem tudunk utánozni.

Történtek már erjesztőkkel is elvétve kisérletek, de e tekintetben még csak igazán kezdetén vagyunk az ismereteknek, úgy, hogy határozott eredményről még nem beszélhetünk.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Miféle czukrok képződhetnek a fából?

Mielőtt a kérdés gyakorlati fejtegetésére áttérnénk, nem lesz érdektelen annak megfontolása, hogy miféle anyagok fordulhatnak elő a fában s melyektől várhatunk hidrolíziskor czukrot?

Természetesen legelső és legfontosabb szerepe van a czukorképződésnél a czellulóznak, mely a fákban átlag 50%-ot, de esetleg többet is tehet ki. Róla pedig tudjuk, hogy hidrolíziskor glükózt szolgáltat. Az irodalomban találunk adatokat oly czellulózokra vonatkozólag is, melyek inverziókor több-kevesebb galaktózt vagy mannózt is adnak, ezek azonban alárendelt mennyiségben fordulnak csak elő, tehát most reánk nézve fontossággal nem birhatnak. Az is kétes, vajjon a mannózt és galaktózt szolgáltató anyagok egyáltalán czellulózok-e. A fák átlagos összetételéről a következő táblázat[1]) nyujt némi áttekintést:

Fanemek	Viz-tartalom %	Vizben oldható anyag %	Gyanta %	Czellulóz %	Nem czellulóz %
Jegenyefenyő	13·87	1·26	0·97	59·99	29·91
Erdei fenyő	12·87	4·05	1·63	53·27	28·18
Tölgy	13·12	12·20	0·91	39·47	34·30
Bükk	12·57	2·41	0·41	45·47	39·14
Nyír	12·48	2·65	1·14	55·52	28·21
Hárs	10·10	3·56	3·93	53·09	29·32
Nyár (fekete)	12·10	2·88	1·37	62·77	20·88
Fűz	11·66	2·65	1·23	55·72	28·74
Eger	10·70	2·48	0·87	54·62	31·33

[1]) *Cross and Bevan:* Cellulose, an outline of the chemistry, stb. 176 lap.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Ezek az adatok ugyan nem abszolut pontosak, mert éppen a czellulóz meghatározására nézve még mostanáig sincsen kifogástalan módszer kidolgozva. Jobb hijján azonban elfogadhatók.

E táblázat azt is mutatja, hogy a fákban, kerekszámban 30% u. n. nem czellulóz is van. Ennek egy része ásványos anyag, mely elégetéskor a hamut képezi, a többi ellenben szerves vegyület, mely hidrolíziskor részben szintén czukrot szolgáltathat.

Az összeállitásban csak formailag van a czellulóz a nem czellulóztól elválasztva. A növényben azonban a nem czellulóz egy része a czellulózzal kémiailag van vegyülve u. n. lignoczellulóz: faanyag képében. A lignoczellulózmolekula kémiai beavatkozásra elbomolhat egyrészt a nagyon ellentálló czellulózra, másrészt a könnyebben vegyülő nem czellulóz részre. A lignoczellulózt régebben czellulóznak és u. n. „inkrusztáló anyagok" keverékének tekintették. *Cross* és *Bevan*,[1]) valamint *Baly* és *Chorley*[2]) vizsgálatai arra engednek azonban következtetni, hogy a lignoczellulóz, amint azt a legtöbb fában is találjuk, valóban vegyület és hidrolíziskor 4 molekula czellulózra és 1 molekula nem czellulózra bomlik

czellulóz	nem czellulóz
$C_6H_{10}O_5$	mely ismét
egyrészt egy pentozánból	másrészt egy
$C_6H_{10}O_5$	$C_{19}H_{18}O_8$
(Araban, xilan, stb.)	

összetételü molekulából épül valószinüleg fel, mely Furoidoknak[3]) egy ketohexózzal való vegyülete.

A nem czellulózt alkotó pentozánok hidrolíziskor pentóz-czukrokra bomlanak, minek következtében a czukortermeléshez ezek

---

[1]) Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 28 k. 1945. l.

[2]) Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 28 k. 922. l.

[3]) Furoidoknak egy egész vegyületcsoportot nevezünk, melyek sósavval való desztillácziókor nagymennyiségű furolt adnak. A furol a furan C_4H_4O alapvegyületnek aldehidja. A pentózokra szintén jellemző, hogy savakkal való desztillácziókor furol képződik belőlük. Daczára e közös reakczionak a furoidok teljesen más természetű vegyületek, mint a pentozánok, amit már az is bizonyít, hogy részleges erjedésnek indulnak.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

is hozzájárulnak. Mivel a pentózok azonban erjedésre nem képesek, természetes, hogy a fának alkohollá való feldolgozásánál ezek kárba vesznek. Pedig a pentozánok elég nagy mennyiségben fordulnak elő erdeink fáiban, amiről a következő összeállitás is meggyőz.[1]) Itt a fák xilántartalma[2]) van meghatározva, melyből hidroliziskor l. xilóz képződik.

A fa száraz anyagára vonatkoztatva a xilántartalom

jegenyefenyőben	8·30%
luczfenyőben	8·83%—11·62%
fiatal erdei fenyőben	15%
tölgyfában	16·69%
bükkfában	23·18%—33·12%
nyirfában	25·21%
nyirfakéregben	6·8%

A fákban a pentozánok nemcsak a lignoczellulózban vannak megkötve, hanem önállóan is előfordulhatnak. Igy az emlitett xilán fagummi képében önállóan is fellép a fában, éppen úgy az araban is, mely pl. a cseresnyegummi főtömegét teszi ki és inverziókor l. arabinózt ad.

Czukorrá alakulhat természetesen a fákban előforduló keményitő is, még pedig rendkivül könnyen.

Czukrot szolgáltathatnak hidrolíziskor a glükozidok is, melyeknek a poliszakkaridokhoz való közelállóságát már feljebb említettük. Igaz ugyan, hogy gyakorlati szempontból a glükozidok jelenléte nem növeli nagyon a képződött czukor mennyiségét, mégsem lehet e helyen őket szó nélkül hagyni. Fáinkban legfontosabbak a következők.[3])

Coniferin $C_{16}H_{22}O_8$, a vörösfenyő, luczfenyő, jegenyefenyő és simafenyőnek különösen tavaszi fajában fordul elő nagyobb mennyiségben. A lignoczellulóz képződésénél valószinüleg fontos szerepet játszik. Hidrolíziskor glükózra és koniferinalkoholra bomlik.

---

[1]) Lásd: *Edmund v. Lippmann*, Chemie der Zuckerarten III. Auflage.

[2]) A xilán $C_6H_{10}O_5$ mennyiségi összetétellel kifejezhető polisszakkarid, melyet fagumminak is neveznek. A fából lúgok kioldják s ezen oldatból sósavtartalmu borszeszszel könnyü, fehér, amorf anyag képében kicsapható a xilán.

[3]) Lásd: *Van Rijn* Die Glykoside 1900.:

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Pinipikrin $C_{22}H_{36}O_{11}$ az erdei fenyő levelében és kérgében, továbbá a Juniperus Sabinában. Inverziókor 2 molekula glükóz válik szabaddá míg melléktermékképpen *Ericzinol* képződik.

Populin $C_{20}H_{22}O_8 + 2H_2O$ a rezgőnyárfa kérgében és levelében fordul elő legnagyobb mennyiségben. Savakkal főzve szintén ad glükózt.

Salicin $C_{13}H_{18}O_7$. Salix és Populus fajokban. Hidrolízis termékei glükóz és saligenin.

Legyenek még megemlítve az *Amygdalin*, *Robinin*, *Aesculin*, *Xanthorhamnin*, *Phyllirin* és *Syringin*, melyek inverziókor mind adnak czukrot, hol glükózt, hol rhamnózt.

Ugyancsak előbb említettük, hogy a tannin anyagok egy részét is a glükózidokhoz sorolhatjuk jellemző sajátságaiknál fogva.[1])

Előfordulnak, mint tudjuk, főleg a tölgykéregben, de egyéb fában is. Savakkal főzve szintén adnak többek között czukrot is, mely azonban nem minden esetben glükóz.

Ezzel azokat az anyagokat ki is meritettük, melyek inverziókor az oldat czukortartalmát növelhetik. Látjuk, hogy főszerepet a czellulóz, a lignoczellulóz és a fagummi játszák. Az elsőből glükóz, a másodikból glükóz és xilóz, esetleg arabinóz, az utóbbiból xilóz vagy arabinóz képződik hidrolíziskor. Ha a nyert czukrot mindjárt borszeszszé alakitjuk, természetesen az arabinóz és xilóz kihasználatlanul marad, mert a pentózok nem erjednek.

---

[1]) L.: *W. A. Noyes:* Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie, 1907.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A fának czukorrá és szeszszé alakitásában elért eredmények.

Ismét csak vissza kell térnünk *Braconnot* idejébe, hogy az iparág kifejlődéséről helyes fogalmunk legyen. Már ő megkisérlette a fürészport ugyanolyan eljárásnak alávetni, mint azt a rongyokkal tette, s a már leirt módon sikerült is neki czukrot nyernie. Az eljárás életrevalóságát az bizonyitja legjobban, hogy már 35 évre rá *Arnould*[1]) (1854-ben) oly szeszfőző módszert ismertet, mely lényegében a *Braconnot*-kisérlet továbbfejlesztése. Fürészport gondos kiszáritás után a felmelegedés elkerülésével tömény kénsavval kezel. A lassan folyó tömeget 12 óra hosszat állni hagyja, vizzel higitja, majd forralja, krétával semlegesiti s erjeszti. Vele körülbelül egy időben *Zetterlund* is készített fürészporból alkoholt. Eljárása haladást mutat abban, hogy hígabb savakkal dolgozott nyomás mellett. 8%-os sósavval hidrolizálva 11 óra hosszat a fát, 100 *kg* kiindulási anyagból 3·86 liter tömény szesz birtokába jutott. Csekély változtatással sokan próbálták meg, hogy egy lépéssel tovább jussanak, de ilyen természetü dologban nem mindig várható egy napról a másikra nagy haladás.

H. Ludwig Jenában foglalkozott 1855-ben faelczukrositással s igyekezett a szeszképződés kedvező feltételeit megkeresni. Rongyokkal és fenyőfürészporral kisérletezett; 100 *kg* rongyból 34 és 1/3 *l* abszolut alkoholt sikerült készitenie.[2])

Payen,[3]) ki egy sulyrész jegenyefenyő fűrészport 4 rész vizzel és 0·4 rész sósavval 12 óra hosszat főzött, 21·3 rész glükózt kapott, a fa száraz anyagára vonatkoztatva.

---

[1]) Comptes rendus 17. k. októberi szám (1854).

[2]) Jahrbuch der Export-Akademie des K. und K. Oesterreichischen Handels-Museums 1902—1903.

[3]) Comptes rendus 18. k. 261. l. (1844.) és 48. k. 210. l. (1859).

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Durvább formában már *Melsens*[1]) végzett olyan kisérleteket, mint később *Simonsen*. Antoklávban hevitette kisérleti anyagát 3–5%-os kénsavval 180°—200°-ra. A sav töménységének és az inverzió tartamának legkedvezőbb feltételeit nem sikerült még megállapitania, mindazonáltal ipari alkalmazásra ajánlja eljárását, mert már ily kezdetleges állapotában is jövedelmet igért. Hiszen csupa olyan anyag feldolgozása vált ezáltal lehetővé, melynek értékesitésére addig nem is gondoltak. Nagy előnye *Melsens* módszerének, hogy a tömény kénsav alkalmazását kiküszöböli s híg savval invertál. Azonfelül a fürészport nem kell előbb megszáritania, hanem azon módon, természetes nedvességtartalmával dolgozhatja fel. A képződött czukrot mindjárt szeszszé erjeszti. Hogy mennyi volt a spirituszternelése és milyen költséggel állithatta elő, arról hallgat.

Ugyanazon évben, amikor *Melsens* eljárására patentot kért, *Pettenkofer* a bajor mérnöktársulat február havi ülésén a fából való spirituszgyártásról tartott előadást, ami bizonyitja, mennyire érdeklődtek már akkor is a szakkörökben e kérdés iránt.

A fa elczukrositására használt kénsav gazdaságosabb kihasználása végett *Tribouillet* igen ötletes módon kombinálta a fából való spirituszfőzést a sztearingyertya gyártásával. Tudvalevő dolog, hogy a lugos oldatból, melylyel a zsirokat elszappanositják, a zsirsavakat kénsavval szokták leválasztani. *Tribouillet* a zsirsavak szabaddá tételére olyan kénsavat használt, melynek oldata már az antoklávot megjárta, s czukortartalmu volt. A kivált zsirsavakat, melyek a tömeg tetején usztak, könnyen el lehetett különiteni az oldattól, melyet azután égetett mészszel semlegesitettek, erjedésnek inditottak s ugy nyerték a szeszt.

Lindsey és Tollens is foglalkoztak a czellulóznak és a fának hidrolizisével s a glükózt akarták belőle leválasztani.[2]) Tömény kénsavval invertáltak szulfitczellulózt és előzőleg kifőzött jegenyefenyőfürészport, *Flechsig*[3]) eljárását követve. A sok melléktermék azonban a czukor kikristályosodását nagyon megnehezitette, miért

---

[1]) *G. F. Melsens:* Verfahren um zahlreiche vegetarische Substanzen zur Fruchtzuckerfabrikation verwenden zu können. Dinglers Polytechnisches Journal 273. k. 426. l. (1855).

[2]) *Lindsey und Tollens*: Über Dextrose aus „Sulfitcellulose" und aus Tannenholz. Liebigs Annalen 267. k. 372. l. (1892.)

[3]) Lásd 22. lap.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

is a teljesen tiszta glükózból nagyon keveset tudtak nyerni: hosszadalmas munka után a szulfitcellulózból 2%-ot, a fürészporból pedig nem is egészen 1%-ot kaptak.

Kalsruhében *Kappesser* vett először patentot a tőzegnek elczukrosítására és erjesztésére. (D. R. P. 66, 158.)

Szép eredményeket ért el *Mathëus*[1]), ki szintén tőzegből alapjában a *Melsens*-féle eljárás szerint készítette a szeszt.

Egyáltalában, a tőzegnek czukorrá és szesszé való feldolgozásával sokan foglalkoztak. Lényeges különbség a fának és tőzegnek alkohollá alakításában nincs. Jelen fejtegetésben mégsem tárgyalhatjuk a tőzeggel végzett kisérleteket nagyobb részletességgel, csak olyan esetekben, ahol remény van arra, hogy át lehessen valamit venni belőle a fának szesziparába.

Classen aacheni tanár szintén sokat foglalkozott a fának czukorrá és szeszszé alakitásával. Még *Simonsen* vizsgálatai előtt több patentot is kért eljárására.

Az egyszerű, autoklávban való elczukrositást hazánkban *Szilágyi Gy.*[2]) is kipróbálta. Vágujhelyen *Vietorisz* gyárában végezte kisérleteit 1896-ban, s bár aránylag kezdetleges felszerelés állt rendelkezésére, mégis sikerült neki 100 *kg* fenyőfa fürészporból 8·05 liter abszolut alkoholt nyernie. Az inverzió 5 atmoszféra nyomásnál történt, melyen a fűrészport 1 óra hosszat gőzölte. Kisérletei alapján 100 liter abszolut szesz előállitási költségét körülbelül 10 koronára becsülte.

Sokan létesitettek már üzemet is és főzték a szeszt, anélkül, hogy pontosabb tanulmány tárgyává tették volna a kérdést. A fa hidrolízisének kimeritő vizsgálata *Simonsen*[3]) érdeme, miért is az ő kisérleteivel részletesebben kell foglalkoznunk.

Hogy miképpen végezte czellulózzal való inverzióit, arról már az előbbi fejezetben értesültünk. Az ott levont eredményeket szem előtt tartva, lássuk, hogyan alkalmazta azokat, amikor fát hidrolizált.

Kisérleti anyagául légen száradt, kb. 15% nedvességet tartalmazó fenyőfürészpor szolgált. Ebből minden inverziónál 100 *gr*-ot

---

[1]) *I. Mathëus*: Über Gewinnung von Spiritus aus Torf. Dingleis Polytechnisches Journal 287. k. 91. l. (1893.).

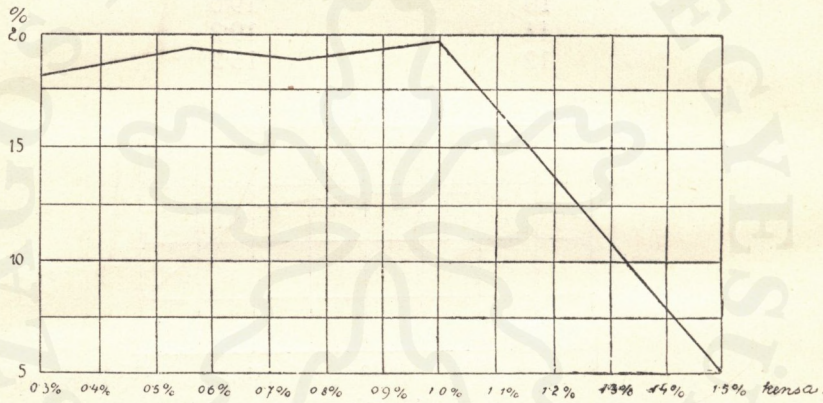
[2]) Magyar szesztermelő, V. 16. sz. (1902).

[3]) Zeitschrift für angewandte Chemie. 1898, 219. lap.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

használt, mely a hozzáadott 500 *gr* vizzel kb. 750 *cm*³-t tett ki. Előzetes kisérlettel megállapitotta, vajjon lehet-e fából nyomáson való hidrolízissel kielégitő mennyiségű czukrot nyerni a czellulózra megállapított legkedvezőbb feltételek alkalmazásával. Tehát 100 *gr* fűrészport 581 *cm*³ 0·58%-os kénsavval 10 atmoszféra nyomás mellett 1 óra hosszat főzött autoklávban.

Inverzió után présbe csavarta a tömeget s szép borostyánkősárga és kellemes vaniliaszagú oldatot kapott, melynek czukortartalma a légen száradt fűrészpor 17%-át tette ki. E czukormennyiség 15·5—16 sulyrész keményitőnek felel meg, ami igen buzditó eredmény volt, hiszen abból azt lehetett látni, hogy



14. rajz.

100 *kg* fürészporból annyi czukor képződhet, mint amennyit 100 *kg* burgonya szolgáltat.

Ezek után éppugy, mint a czellulóznál, a savtartalom, az idő és a nyomás optimumának megkereséséhez fogott.

Először 100 *gr* fürészport 1 óra hosszat 10 atmoszféra nyomás mellett 500 *cm*³-nyi változó erősségű kénsavval invertált. (Lásd 14. rajz.)

Savtartalom %	Czukormennyiség %-a fürészporra vonatkoztatva
0·3	18·4
0·58	19·6
0·75	19·2
1·0	19·6
1·5	5·0

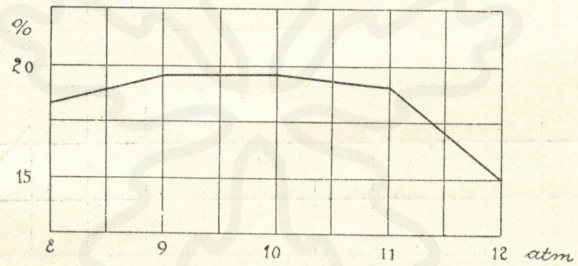
© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Látjuk, hogy legkedvezőbb a 0·5—1%-ig terjedő savtartalom. 1%-on túl rohamosan csökken a képződött czukormennyiség, mig 0·5%-nál gyengébb kénsavval egészen jól lehet invertálni.

Az optimális nyomás megtalálására a következő kisérletek szolgáltak.

100 *gr* fürészporból 500 *cm*³ 0·5%-os kénsav hatására az 1 óra alatt képződött czukormennyiségek következők voltak:

Nyomás	Czukormennyiség %-a fürészporra vonatkoztatva
8 atmoszféra	18·2
9 „	19·6
10 „	19·6
11 „	19·2
12 „	15·2



15. rajz.

Az inverziónak legmegfelelőbb nyomás tehát a 9—11 között levő, ezen felül már gyorsan bomlik el a képződött czukor. (Lásd 15. rajz.)

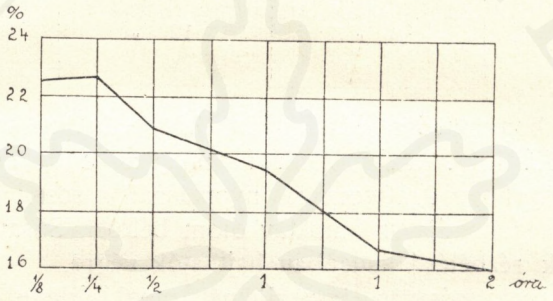
Végül az inverzió időre nézve külön kisérleteket végzett 100 *gr* fürészporral 500 *cm*³ 0·5%-os kénsavval 9 atmoszféra nyomás mellett. (Lásd 16. rajz.)

Idő	Képződött czukormennyiség %-a fürészporra vonatkoztatva
1/8 óra	22·2
1/4 „	22·5
1/2 „	20·8
1 „	19·6
1 1/2 „	16·6
2 „	16·1

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Az eredmény igen kedvező, mert látszik, hogy a fa már negyedórai inverzió után annyi czukrot ad, melynél több már ugy sem képződik, mig a czellulóznál ugyanezen pontot csak másfél órai főzés után lehet elérni. A fa hidrolízise tehát könnyebben megy végbe.

Még egy külön kisérletet végzett annak eldöntésére, hogy nem volna-e előnyösebb 12 atmoszféra nyomásnak mindössze 5 perczig kitenni a fürészport. A képződött czukormennyiség ismét csak 22% volt.



16. rajz.

Legkedvezőbb feltétel tehát:

0·5% savtartalom
9 atmoszféra nyomás
1/5 a fa és az oldat viszonya
1/4 óra inverziótartam.

Végül *Simonsen* direkt tüzeléssel[1]) is próbált szerencsét, kétszer annyi, tehát 200 *gr* fürészport alkalmazva. A képződött czukormennyiség 23·4% volt, tehát még jobb, mint az előbbi esetekben.

---

[1]) Az autoklávból, t. i. hogy több férjen bele, — kivette a quarcz-darabokon nyugvó edényt, melyben addig invertált s egyenesen a katlanba töltötte az invertálandó tömeget.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A sósav invertáló hatását is kipróbálta ismét közvetlen tüzeléssel, 200 *gr* fürészport és 1000 cm^3 savat használva:

Sósavtartalom %-ban	Idő	Nyomás	Képződött czukor %-a fára vonatkoztatva
0·3	1/4 óra	9 atm.	22·7
0·5	1/4 „	9 „	21·9
0·7	1/4 „	9 „	17·4
0·3	1/6 „	12 „	19·8

Látni, hogy a sósav kissé gyengébb eredményeket ad, mint a kénsav. (Lásd 17. rajz.) Azonkivül még az a kellemetlenség is mutatkozik, hogy 9 atmoszféra nyomásnál a sósav már jelentékenyen megtámadja az autokláv ólom bélését. Sósavas inverziók tehát csak rézbélésű katlanban hajthatók végre.

Ugyancsak sósavas inverzióknál megkisérlette a folyadék mennyiségét még szükebbre szabni. Igy pl. 200 *gr* fürészporra csak 750, illetve 500 cm^3-nyi 0·5%-os sósavoldatot használt. Előbbi esetben 20·2%, utóbbiban 18·3% volt a czukorképződés. Az inverzió tehát így is végbemenne, a fürészpor azonban óriási felületénél fogva annyi oldatot tart még vissza, hogy a tömegnek kimosása válnék szükségessé, ha azt akarjuk, hogy a czukor ne veszszék kárba. Végeredményben tehát mit sem nyerünk, ha az invertálóoldatot csökkentjük.

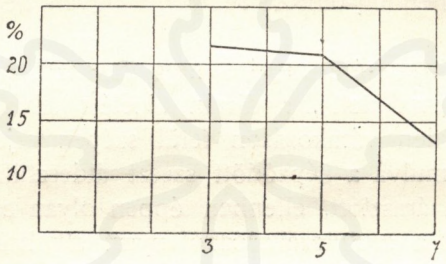
Arra vonatkozólag is végzett kisérletet, hogy érdemes-e esetleg kétszer hidrolizálni ugyanazt a fürészport. A másodszori inverzió csak 10—13% czukrot adott. A művelet megismétlése tehát nem fizetné ki magát. A maradékot esetleg oxálsav gyártásra ajánlja *Simonsen*, vagy, ami még jobban megfelel, megszáritása után tüzelésre.

Hogy a fának milyen anyagaiból képződött a czukor az eddig tárgyalt inverzióknál, arra nézve bizonyosat nem lehet mondani. Tény az, hogy, ha a fában foglalt czellulóz 45%-át képzeljük invertálva, — amint azt a tiszta czellulóz hidrolizisénél találta

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Simonsen — akkor kb. 20% glükózt kapnánk. Az előbbi kisérletek épp ennek megfelelő értéket adtak. Ebből az következnék, hogy csak a czellulóz az, melyből a czukor képződik, a többi anyag érintetlen marad. E kérdés további vizsgálata, mely sok érdekes eredményre vezethet, még másokra vár.

Miután a czukorképződés feltételeit ennyire tanulmányozta, áttért *Simonsen* a czukoroldatok erjesztésére, hogy megtudja, mennyi alakulhat az egész czukormennyiségből szeszszé. E czélból közvetlen tüzeléssel 5 inverziót végzett, minden egyes esetben 600 *gr* fürészport és 0·5%-os sósavat alkalmazva. A sósavat azért választotta, hogy később a krétával való semlegesitésnél ne kelljen a nehezen szürhető kalcziumszulfáttal vesződnie.



17. rajz.

A hidrolízis $^1/_4$ óra hosszat tartott minden részlettel, 9 atmoszféra nyomás mellett. Összesen 14 liternyi czukoroldatot kapott megszürés és kimosás után, melynek czukortartalma 3·7% volt, tehát összesen 51·8 *gr* glükóznak felelt meg. Ezt az oldatot megkísérlette élesztővel megerjeszteni, azonban 6 nap mulva megvizsgálván az átdesztilált tömegben a szesztartalmat, az ebullioszkóp[1]) csak 0·75% alkoholt jelzett, s a desztillatum furólszagu volt. Ebből az látszott, hogy csak minimális mennyiségü szesz képződhetett.

Hasonló körülmények között most kénsavval imertálva ismételte meg a kisérletet. Összesen 15·5 liter 4·1% czukrot tartalmazó czefrét nyert. Bevárva az erjedéshez szükséges időt, a vélt alkoholt átdesztillálta és 3565 cm^3 olyan oldatot kapott, melyben a szesz-

[1]) Ebullioszkóp olyan készülék, melynek segitségével a kérdéses oldat forráspontjának meghatározása utján kapjuk meg a szesztartalmat.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

mérő[1]) 2·25% alkoholt jelzett, ebullioszkóppal azonban 0·4% szeszt lehetett csak kimutatni. Ez a kisérlet sem vezetett tehát eredményre, mert a jelenlevő czukormennyiség alapján legalább is 7—8%-os alkoholtartalmu oldatot kellett volna kapnia. A desztillátum ismét erősen furólszagu volt, a maradékban pedig meglehetett lelni az összes czukrot, melyet erjesztés előtt benne meghatároztak. Erjedésről tehát szó sem volt. Ennek két oka lehetett. Vagy az, hogy a Fehling oldatot redukáló anyagot tévesen nézte czukornak, vagy az, hogy czukron kivül a fából erjedést megakadályozó anyagok is képződtek. Ilyen kisérleti összeállitással tehát nem lehetett czélt érni.

Simonsennak most szerencsés gondolata támadt. Hátha a direkt tüzelés következtében a képződött czukor karamelszerü anyaggá alakul, mely a Fehling-oldatot redukálja ugyan, de erjedésre nem képes?

A kérdés eldöntésére megint ugy invertált, mint ahogy azt régebbi kisérleteinél tette, a direkt tüzelést tehát elkerülte. Az oldat most minden várakozáson felül szépen erjedésnek indult. Két és fél nap mulva a képződött szeszt átdesztillálta. Ez furólszagot már nem árasztott, ellenben éppen olyan empireumatikus illatú volt, mint a szulfitczellulózból nyert alkohol. Csontszénen való keresztül szürés után kissé zavaros szinét és egyuttal különös szagát is elvesztette. Az alkoholtartalmat nem tudta meghatározni, mert véletlenül hiba történt a desztilláló készüléken. A mennyiségi viszonyok tanulmányozására tehát uj kisérletet kellett végeznie.

Ez alkalommal 450 *gr* fürészporból 1 liternyi, 2·8% alkoholtartalmu oldatot nyert, miből következik, hogy a Fehling-oldattat meghatározott czukornak 62%-a alakult át szeszszé.

Még több inverziót végzett *Simonsen*, de az alkohollá alakult czukormennyiséget 64%-nál nem tudta feljebb szorítani.

Az egyesitett desztillatumokban a szeszt végül konczentrálta s már az 50%-os alkohol egészen kellemes szagu és izü volt.

Végeredményben kisérletei azt mutatták, hogy 100 *kg* fürészporból 6·5 liter abszolut alkoholt lehet készitени.

---

[1]) Szeszmérővel az oldatok alkoholtartalmát azoknak sürüsége alapján határozzuk meg.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Simonsen dolgozata nagy feltünést keltett az érdeklődő szakközönség között, de egyuttal nagy várakozást is, mert azt igérte egyszersmind, hogy legközelebb a fából készült alkoholnak gyári előállitását is kipróbálja és kisérleteinek eredményéről beszámol.

Tollens, göttingeni tanár, ki e kérdésekkel szintén sokat foglalkozott, nemsokára rámutatott annak okára, hogy miért nem birt *Simonsen* a képződött czukorból 64%-nál többet megerjeszteni.[1]) Szerinte a dolog nagyon egyszerü: A többi czukor pentóz, minek következtében nem erjedhet. Felvilágositásul közöl néhány esetet, melyet tőzeggel való inverzióknál ő is tapasztalt s ahol ő lehetőleg mennyiségileg meg is határozta a pentózokat.

	Czukormennyiség %-ban erjedés előtt	Pentózok meghatározva	Erjeszthető czukor: (összes czukorból levonva a pentózokat)	Az erjeszthető czukor alapján kiszámított alkoholmennyiség	Valóságban nyert alkoholmennyiség
I. próba	27·87%	14·49%	13·38%	6·84%	6·79%
II. „	22·71%	11·08%	11·63%	5·94%	5·46%
III. „	11·22%	6·67%	4·55%	2·33%	1·48%

Látjuk, hogy a valóságban nyert alkohol a számitottal szépen egyezik, ha meggondoljuk, milyen nehézségekbe ütköznek ilyen meghatározások. *Tollensnek* tehát mindenesetre igaza van.

Még ugyanazon évben tette közzé *Simonsen*[2]) az alkohol gyári előállitására vonatkozó vizsgálatait, melyek reánk nézve legnagyobb fontossággal birnak, miért is részletesen meg kell velük ismerkednünk.

A *Bache-Wieg* czég Christiániában kisérleti gyárat létesitett *Simonsen* ajánlatára s itt végezték az előzetes próbaszeszfőzéseket. A gőz fejlesztésére 14 négyzetméter fütőfelülettel rendelkező szén-

---

[1]) *B. Tollens.* Über die Ursache der von Simonsen beobachteten Unvollständigkeit der Vergährung der aus Holz bereiteten Zuckerflüssigkeiten. Zeitschrift für angewandte Chemie 1898, 337. lap. Lásd továbbá: *Feilitzen und Tollens.* Über den Gehalt des Torfes an Pentosanen oder furfurolgebenden Stoffen und an anderen Kohlenhydraten. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 30. k. 2571. lap. Ugyanazon szerzőktől még: Gährungsversuche mit Torf. — Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 30. kötet 2577. lap.

[2]) *E. Simonsen.* Vorläufige Resultate der fabrikmässigen Versuche mit Darstellung von Spiritus aus Sägespähnen. Zeitschrift für Angewandte Chemie 1898, 962 és 1007. lap.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

nel fűtött kazán szolgált, melyben 9 atmoszféra nyomással dolgoztak. Innen vezették a tulhevített gőzt a 7·5 köbméter térfogatu, ólommal bélelt autokláv melegitésére. A teljesen felszerelt autokláv hengeralaku fekvő, és forgatható volt; az inverzió után a czukortartalmu oldat kipréselésére közönséges hidraulikus sajtó szolgált. A berendezéshez tartoztak még nagy, 40 hektoliteres fahordók, melyekben a savanyu oldatot krétával semlegesitették. Volt azonkivül még vagy 9 darab 6·5—7 hektoliteres hordó, melyekben szintén a semlegesitést vagy az erjesztést végezték. A próbadesztillácziók kisebb, 12 literes készülékben történtek. A valódi üzemben, nagy, külön e czélra tervezett desztillálót használtak, mely óránkint 75 liter oldatból volt képes a szeszt áthajtani s melyet direkt gőzzel fütöttek. Az erjesztéseket tágas, kályhával fütött helyiségben végezték, gondoskodva arról, hogy a hőmérséklet állandóan 25° maradjon. Erjesztésre többnyire alsó erjesztésü élesztőt használtak s csak ritkábban, összehasonlítás kedvéért felső erjesztésüt.[1])

A kisérleti gyárban a munka nagyjában következőképpen folyt le.

Az autoklávot megtöltötték fürészporral és 3—5-ször annyi 0·5%-os kénsavval. Most a tömegbe gőzt vezettek addig, míg közel 100°-nyira emelkedett a hőmérséklete, amikor az autoklávot lezárták. Ekkor kezdődött az előmelegités 174°-ig (9 atmoszféráig) s ezen a hőmérsékleten főzték $^1/_4$ óra hosszat. Most a gőzt kifujták, az üst tartalmát kiborították, majd a tömeget kisajtolták. Ezután következett a semlegesités, mely müvelet alatt vigyáztak, hogy az oldat gyengén savanyú maradjon, mert ez esetben az erjedés könnyebben megy végbe. Amikor a csapadékról leszürt oldat 25°-ra hült le, a szükséges élesztőt oltották bele néhány cm^3 táplálóoldat[2]) kiséretében. Ehelyett némelykor egyszerüen élesztő főzetet is használtak táplálékul a gombáknak. Az erjedés rendesen 3—5 napig tartott, ritkábban még tovább. Befejezését az mutatta

---

[1]) Alsó erjesztésü élesztő az, mely az egész erjedés alatt főrészben az edény fenekén marad, a felső erjesztésü pedig erjedés alatt főleg a habban van. Külön Saccharomyces faj mind a kettő, s amint látni fogjuk, hatásaiban is eltérő.

[2]) A táplálóoldat következő összetételü volt: 500 *gr* Ammoniumnitrát, 250 *gr* savanyu káliumfoszfát, 250 *gr* neutrális kalcziumfoszfát, 250 *gr* kristályos magnéziumszulfát és 2 liter viz. Az ilyen oldat jelenlétében az élesztőgombák müködése sokkal élénkebb.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

hogy az oldat czukortartalma állandó értékre sülyedt. Végül a szeszt átdesztillálták és mennyiségét meghatározták.

A nagy autoklávban a tömeg felmelegítése, daczára annak, hogy rossz melegvezető réteggel (czementtel) volt körülvéve, sokáig tartott; a benne lévő fürészpor természetesen sokáig volt magas hőmérsékletnek kitéve, melynél valószinüleg erjedést megakadályozó anyagok képződtek. Igy érthető, hogy, amint majd azt az összeállitásból is látjuk, a nagy autokláv nem szolgáltatott elég jó eredményt. E kellemetlenségek elkerülése végett, és hogy egy álló autokláv is kipróbáltassék, készitettek egy ujat, melynek térfogata csak 1 köbméter volt. Alakja hengeres volt s alul-felül kúposan végződött; jól el volt szigetelve és négy befalazott lábon állt. Ólommal volt bélelve, különben manométer és hőmérővel is el volt látva. A gőzt alulról vezették hozzá. Természetesen ezen kisebb autoklávban az egész müvelet sokkal gyorsabban ment végbe. Tájékozásul szolgáljon egy-egy kisérlet leirása a nagy és a kis autoklávval.

A nagy autoklávnál:

a 100°-ig való előmelegítés	$1^1/_4$ óra hosszat tartott
a 100°—173°-ig való előmelegités	2 „ „ „
a főzés	$^1/_4$ „ „ „
a gőz kifujása	$1^1/_2$ „ „ „
Összesen	5 óra.

A következő kisérletsorozatoknál a 100°—173°-ig való előmelegitést akképpen igyekeztek megröviditeni, hogy a kazánhoz közönséges lokomobilt kapcsoltak, miáltal nagyobb gőztömegeket vezethettek az autokláv melegitésére. Igy sikerült az előmelegités idejét 2 óráról $1^1/_2$-re csökkenteni. Másrészt pedig a 100°-ig való előmelegítést ugy röviditették $^1/_2$ órára, hogy az invertáló kénsavoldatot előre felmelegitették.

Sokkal jobb eredményeket adott a kis autokláv, melynél

a 100°-ig való előmelegités csak	$^1/_4$ óra hosszat tartott
a 100°—173°-ig való előmelegités csak	$^1/_2$ „ „ „
a főzés	$^1/_4$ „ „ „
a gőz kifujása pedig	1 „ „ „
Összesen	2 óra.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A gőzt gyorsabban kifujni nem lehetett, mert az már czukoroldat veszteséggel járt volna.

A továbbiakban a kisérletek főbb eredményeiről számolunk be. A nem sikerült inverziók is össze vannak állitva, mert ezekből is lehet tanulni s az egész üzemről csak ugy lehet fogalmunk, ha jó és rossz oldalaival egyaránt megismerkedünk.

Hogy az egész munkáról lehetőleg tiszta képet kapjunk, *Simonsen* három kisérletének jegyzőkönyvét adja. E három kisérlet közül kettő olyan, melynél több inverziót végzett egymásután ugyanazon oldattal, hogy annak czukortartalma lehetőleg felszaporodjék. A várt eredmények nem valósultak meg, egyrészt mert a czukortartalom nem lett annyival nagyobb, mint hogyha különkülön végezte volna az inverziókat, másrészt pedig, mert az erjesztés ilyen többszörös inverzió után rosszul folyt le.

Lássuk most a kisérletek részletes leirását:

27. sz. kisérlet (1897 márczius 25.)

I. főzés. — 100 *kg* 25·1% nedvességet tartalmazó fürészport 350 liter meleg vizzel és 1·75 *kg* kénsavval hoztak össze s a tömeget főzték.

6	óra	50	perczkor a	hőmérséklet	60°
7	„	5	„ „	„	100° (az autoklávot lezárták)
7	„	20	„ „	„	163°
7	„	35	„ „	„	175°

A gőz kifujása 9 óra 25 perczig tartott.

Az oldat mennyisége 360 liter, czukortartalma 4·17 %, mindössze tehát van benne 15 *kg* czukor. A kisajtolt maradék 85·5 *kg*.

II. főzés. — A 360 liter oldatot 100 *kg* 9·6% nedvességet tartalmazó fürészporral és 250 *gr* kénsavnak 10 liter vizben való oldatával keverve ismét főzték.

12	óra	37	perczkor a	hőmérséklet	45°
12	„	50	„ „	„	85° (az autoklávot bezárták)
1	„	21	„ „	„	175°

A gőz kifujása 3 óráig tartott.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

375 liternyi, 7·67% czukrot tartalmazó oldatot kapott, melyben tehát mindössze 25 *kg* czukor volt. A kisajtolt maradék súlya 107 *kg.*-ot tett ki.

1897 márczius 26-án.

A 375 liter oldatnak 10 cm^3-e 24 cm^3 $^1/_{10}$ normál natrium-hidroxidot telített. 5·56 *kg* kréta hozzáadása után még 2 cm^3 $^1/_{10}$ normál nátronlúgnak megfelelő volt a savtartalom. Az oldatot két lehetőleg egyenlő részre osztották és az

a) hordóban levőt 24°-nyi hőmérséklet mellett 25 cm^3 tápláló-oldattal és 6 liter alsó erjesztésü élesztővel este 6 órakor állították be, a

b) hordóban levő részt pedig ugyanakkor 23°-nyi hőmérséklet mellett felső erjesztésü élesztővel hozták össze.

1897 márczius 27-én.

Az *a)* hordóban levő oldat hőmérséklete reggel 10 órakor 25°, este 6 órakor 24° volt. A czukortartalom az oldat 100 *cm*-ében 2 *gr.*

A *b)* hordó tartalma reggel 10 órakor 22°, este $6^1/_2$ órakor 21·5°. Czukortartalma 100 cm^3-ben 5·32 *gr.*

1897 márczius 28-án.

Az *a)* hordó hőmérséklete 21°; czukortartalom az oldat 100 cm^3-ben 1·67 *gr.*

A *b)* hordó hőmérséklete 20°; czukortartalom 100 cm^3-ben 5·32 *gr.*

1897 márczius 29-én.

Az *a)* hordó hőmérséklete este 21°; czukortartalom 100 cm^3-ben 1·6 *gr.*

A *b)* hordó czukortartalma még mindig 5·32 *gr.*

1897 márczius 30-án.

Az *a)* hordó délelőtt $10^1/_2$ órakor ismét 1·6 *gr* czukrot mutatott 100 cm^3-ben. A képződött alkohol meghatározására 12 literny oldat szolgált. Első desztilláczió után 3·93 literny 7·5 térfogat

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

%-os, ebből pedig másodszori desztilláczió után éppen 2 liter 15 térfogat %-os borszeszoldatot kapott. A 375 literben tehát 9·37 liter alkohol foglaltatik.

Feldolgozásra került 194·4 *kg* fürészpor 15%-nyi nedvességtartalommal, tehát 100 *kg* kiindulásl anyagból 4·82 liter alkoholt kapott.

Mivel az édes czefre 6·67%-nyi czukortartalma az erjedés után 1·6%-ra szállt le, következik, hogy a czukor 24%-a nem erjedt meg. Az oldatban eredetileg foglalt 25 *kg* czukorból 12·5 *kg* = 15·6 liter abszolut alkoholnak kellett volna képződni. A valóságban nyert 9·37 liter a számitott mennyiségnek 60%-át teszi ki.

A 25 *kg* czukorból 6 *kg* nem erjedt meg, 19 pedig igen. E 19 *kg* czukor 9·5 *kg* = 11·9 liter töményborszeszt adhatott volna. Helyette kapott 9·37 litert, vagyis az elméleti értéknek 78·7%-át.

Az I. főzés kisajtolt maradéka 85·5 *kg* volt 45% viztartalommal, melyben természetesen 4·17% czukor volt. A maradékban elvesztett czukormennyiség tehát 1·61 *kg*-ra rúg.

A II. főzésnél 107 *kg* volt a maradék, ha ismét 45% vizet tételezünk fel, a czukorveszteség ez esetben 3·2 *kg*.

Összesen a maradékban elveszett czukor 4·8 *kg*, ami 1·8 liter abszolut alkoholnak felel meg.

Mindössze tehát 100 *kg* 15% nedvességet tartalmazó fürészporból 5·75 liter töményborszeszt lehetett volna kapni, ehelyett Simonsen 4·82 litert nyert.

44. számu kisérlet (1897 márczius 30).

100 *kg* 18·55% nedvességet tartalmazó fürészport 350 liter vizzel és 1·75 liter kénsavval keverve már előző este az autoklávba töltöttek, hogy kipróbálják, vajjon előnyös-e, ha a fa az invertáló folyadékkal hidrolízis előtt huzamosabb ideig érintkezik. Az inverzió 9 atmoszféra nyomásnál 15 perczig tartott. 355 liter 5% czukrot tartalmazó czefrét nyert, mely tehát összesen 17·75 *kg* czukornak felelt meg. A maradék 115 *kg* volt. A savtartalom telítésére az oldat 10 cm^3-ében 14·5 cm^3. $^1/_{10}$ nátriumhidroxid volt szükséges; 4·44 *kg* krétával való semlegesítés után éppen semlegesnek mutatkozott az oldat reakcziója. Felét felső erjedésü, felét

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

pedig alsó erjedésü élesztővel hozták össze. Az erjesztés elősegitésére mindegyik hordóba 1·5 liter savanyu tejet és 30 *cm*³ táplálóoldatot kevertek. Az alsó erjedésü hordóban 4 nap mulva a czukortartalom 1·33%-ra csökkent, 12 liter oldat ledesztillálása után 3·235 liter 6·25 térfogat %-os borszeszoldatot kapott, vagyis a 355 literből 5·98 liter abszolut alkohol képződött. 100 *kg* fürészpor ebben az esetben tehát 6·24 liter töményborszeszt adott. Ezekből az adatokból kiszámithatjuk könnyen, hogy a czukornak 25·8%-a nem volt erjeszthető, hogy az összes czukornak 54%-a, az erjeszthető czukornak pedig 67·5%-a volt kihasználható.

A felső erjesztésü hordó tartalma 4 nap mulva 1·38% czukrot jelzett. Átdesztillálás után 12 liternyi oldat 3·3 liter 6·24 térfogat %-os borszeszt adott. A kétféle élesztő most tehát ugyanazt az eredményt szolgáltatta.

45. számu kisérlet (1897 márczius 27).

100 *kg* 17·4% nedvességet tartalmazó fürészport 300 liter vizzel és 1·75 *kg* kénsavval lehetőleg gyorsan 9 atmoszférára melegitettek, majd 15 percznyi főzés után a gőzt kifujták. A nyert oldat 310 litert tett ki, 5·5% czukrot tartalmazott, tehát mindössze 17·05 *kg* czukor képződött. A maradék 99 *kg*-ot tett ki. Savtartalom az oldat 10 *cm*³-ében 21 *cm*³. 1/10 normál nátriumhidroxidnak megfelelő; 4 *kg* krétával történt semlegesités után a savtartalom 3 *cm*³ 1/10 normál lúgnak megfelelőre csökkent. Az oldat két egyenlő részét, mint előbb, alsó és felső erjedésü élesztővel oltották be, 30—30 *cm*³ táplálóoldat kiséretében.

Az alsó erjedésü oldat 6 nap mulva 1·29%-nyi czukortartalmat mutatott, a nyert alkohol alapján a 310 liter borszesztartalma 7·75 liternek adódott ki.

E kisérlet alkalmával az összes czukor 23·5%-a nem erjedt meg, az összes czukornak 72%-a alakult alkohollá, a megerjedt czukornak pedig 95%-át fel tudták dolgozni.

A felső erjedésü hordó tartalma 6 nap mulva is gyengén erjedt, mindössze 1·2 liter alkohol képződött 100 *kg* fürészporra vonatkoztatva.

A következő táblázatokban a nagy és kis autoklávval végzett kisérleti adatok vannak összeállitva.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Kísérlet száma	Fűrészpormennyiség kb. 25% nedvességgel *kg*-ban	Összes oldat mennyisége literekben	Kénsav			Kisajtolt maradék kb. 45% víztartalommal *kg*-ban	A czukortartalmu oldat mennyisége literben	Czukortartalom %-ban	Összes czukortartalom *kg*-ban	Czukormennyiség a fűrészporra vonatkoztatva %-ban	Savtartalom		A megerjesztett oldat alkoholtartalma %-ban	Az összes czukorra vonatkoztatott alkoholtartalom %-ban	Nyert abszolut alkohol literekben	100 *kg* fűrészporból nyert alkohol literekben
			összes *kg*-ban	az oldatban foglalt %-ban	a fűrészporra vonatkoztatott %-ban						az oldat 10 cm^3-ének telítésére szükséges 1/10 normál nátrium-hidroxid-oldat					
											inverzió után	telítés után				
Egyszeri inverziók a nagy autoklávban																
1	1000	2500	13	0·52	1·3	684	2370	3·3	78·2	7·8	—	—	—	—	—	—
2	1000	2500	18	0·72	1·8	550	2260	4·5	101·7	10·2	—	—	—	—	—	—
3	1000	2500	18	0·72	1·8	624	1900	4·8	89·8	9·2	—	—	—	—	—	—
4	1000	2500	16	0·64	1·6	612	2000	5·0	100·0	10·0	—	—	—	—	—	—
5	500	1250	6·5	0·52	1·3	344	1125	3·7	41·6	8·3	—	—	—	—	—	—
6	500	1250	7	0·56	1·4	344	1055	5·0	52·7	10·5	—	—	—	—	—	—
7	500	1250	8	0·65	1·6	368	1030	3·9	40·2	8·0	—	—	—	—	—	—
8	500	1250	10	0·80	1·5	356	1060	5·0	53·0	10·6	—	—	—	—	—	—
9	600	1500	9	0·60	2·0	444	1400	5·5	77·0	12·8	—	—	—	—	—	—
10	1000	2500	16	0·64	1·6	612	2700	5·5	148·5	14·8	21·5	1·5	0·74	21·6	20·0	2·0
11	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2050	5·0	102·5	10·2	24·5	0·5	1·46	46·7	30·0	3·0
12	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2250	4·0	90·0	9·0	21·0	3·0	1·19	47·4	26·8	2·7
13	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2000	5·0	100·0	10·0	21·0	3·0	—	—	—	—
14	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2100	5·0	105·0	10·5	21·0	3·0	—	—	—	—
15	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2000	5·0	100·0	10·0	21·0	3·0	—	—	—	—

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Kísérlet száma	Fűrészpormennyiség kb. 25% nedvességgel *kg*-ban	Összes oldat mennyisége literekben	Kénsav			Kisajtolt maradék kb. 45% víztartalommal *kg*-ban	A czukortartalmu oldat mennyisége literben	Czukortartalom %-ban	Összes czukortartalom *kg*-ban	Czukormennyiség a fűrészporra vonatkoztatva %-ban	Savtartalom		A megerjesztett oldat alkoholtartalma %-ban	Az összes czukorra vonatkoztatott alkoholtartalom %-ban	Nyert abszolut alkohol literekben	100 *kg* fűrészporból nyert alkohol literekben
			összes *kg*-ban	az oldatban foglalt %-ban	a fűrészporra vonatkoztatott %-ban						az oldat 10 cm^3-ének telítésére szükséges 1/10 normál nátrium-hidroxid-oldat					
											inverzió után	telítés után				
16	1000	2500	16	0·64	1·6	—	1930	5·0	96·5	9·6	22·0	2·0	1·30	41·8	25·1	2·5
17	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2000	5·0	100·0	10·0	20·0	2·5	1·32	43·1	26·4	2·6
18	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2000	5·0	100·0	10·0	22·0	3·0	1·25	40·6	25·0	2·5
19	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2300	5·2	119·6	11·9	20·0	4·0	1·10	33·8	25·3	2·5
20	1000	2500	16	0·64	1·6	—	2100	5·5	115·3	11·5	22·0	3·0	1·35	39·3	28·3	2·8
Kétszeres inverziók a nagy autoklávban																
21*a*	500	1250	8	0·64	1·6	381	1100	5·5	60·5	12·1	—	—	—	—	—	—
21*b*	350	750	—	—	—	—	1150	6·1	70·1	8·2	—	—	—	—	—	—
22*a*	513	1150	10	0·8	1·9	—	1420	6·3	89·4	17·4	—	—	—	—	—	—
22*b*	507	1420	3	0·9	1·3	—	1620	8·46	137·0	13·4	23·5	4·5	15·1	51·8	12·9	1·3
23*a*	515	1800	10	0·8	1·9	516	1450	6·16	89·3	17·3	22·5	2·8	—	—	—	—
23*b*	514	1450	3	0·9	1·3	—	1650	7·8	128·7	12·1	22·0	—	24·5	55·7	19·7	2·0
24*a*	515	1800	12·5	0·67	2·4	573	2120	3·8	80·9	15·7	23·0	—	—	—	—	—
24*b*	514	2120	2·5	0·8	1·5	652	2300	5·68	130·6	12·5	23·0	1·5	{20·0 {38·2	50·0 60·2	8·0 15·3	*) {1·5 3·0

*) A kísérlet 24*b* felső sora a felső erjesztésü élesztővel, az alsó pedig az alsó erjesztésü élesztővel végzett kisérletek eredményét adja.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Kísérlet száma	Fűrészpormennyiség Kb. 25% nedvességgel *kg*-ban	Összes oldat mennyisége literekben	Kénsav: összes *kg*-ban	Kénsav: az oldatban foglalt %-ban	Kénsav: a fűrészporra vonatkoztatott %-ban	Kisajtolt maradék kb. 45% víztartalommal *kg*-ban	A czukortartalmu oldat mennyisége literben	Czukortartalom %-ban	Összes czukortartalom *kg*-ban	Czukormennyiség a fűrészporra vonatkoztatva %-ban	Savtartalom: az oldat 10 *cm*³-ének telítésére szükséges 1/10 normál nátrium-hidroxid-oldat: inverzió után	Savtartalom: az oldat 10 *cm*³-ének telítésére szükséges 1/10 normál nátrium-hidroxid-oldat: telítés után	A megerjesztett oldat alkoholtartalma %-ban	Az összes czukorra vonatkoztatott alkoholtartalom %-ban	Nyert abszolut alkohol literekben	100 *kg* fűrészporból nyert alkohol literekben
Kétszeres és háromszoros inverziók a kis autoklávban																
25*a*	103·3	450	2·5	0·55	2·4	104	400	4·35	17·4	16·8	—	—	—	—	—	—
25*b*	79·9	400	0·2	—	1·4	95	500	5·0	25·0	13·6	14·5	2·0	58·7	86·1	8·85	4·8
26*a*	100·5	450	2·5	0·55	2·5	106	525	2·86	15·0	14·9	—	—	—	—	—	—
26*b*	100·0	525	0·25	—	1·37	107	510	5·13	26·2	13·1	15·5	1·5	—	—	—	—
27*a*	100·0	350	1·75	0·5	1·75	85	360	4·17	15·0	15·0	—	—	—	—	—	—
27*b*	100·0	360	0·25	—	1·0	107	375	6·67	25·0	12·5	24·0	2·0	— 60·0	— 78·7	— 4·68	— 4·68
28*a*	100·0	350	1·75	0·5	1·75	101	475	4·0	19·0	19·0	—	—	—	—	—	—
28*b*	100·0	475	0·25	—	1·0	110	550	5·88	32·0	16·1	16·0	2·0	45·0 52·0	67·1 75·0	4·56 5·25	4·56 5·25
29*a*	100·0	200	1·75	0·87	1·75	—	270	5·9	15·9	15·9	—	—	—	—	—	—
29*b*	100·0	270	0·25	—	1·0	—	285	7·7	21·9	10·9	20·0	3·0	—	—	—	—
30*a*	101·9	300	1·75	0·51	1·71	99·6	370	5·0	18·5	18·1	—	—	—	—	—	—
30*b*	100·4	370	0·5	—	1·1	97·7	430	7·35	31·6	15·7	26·0	2·0	51·3	68·3	10·12	5·0
31*a*	100·4	350	1·75	0·5	1·7	92·0	405	4·16	16·8	16·7	—	—	—	—	—	—

A dupla sorok jelentését lásd 73. lapon.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Kisérlet száma	Fürészpormennyiség kb. 25% nedvességgel *kg*-ban	Összes oldat mennyisége literekben	Kénsav			Kisajtolt maradék kb. 45% viztartalommal *kg*-ban	A czukortartalmu oldat mennyisége literben	Czukortartalom %-ban	Összes czukortartalom *kg*-ban	Czukormennyiség a fürészporra vonatkoztatva %-ban	Savtartalom		A megerjesztett oldat alkoholtartalma %-ban	Az összes czukorra vonatkoztatott alkoholtartalom %-ban	Nyert abszolut alkohol literekben	100 *kg* fürészporból nyert alkohol literekben
			összes *kg*-ban	az oldatban foglalt %-ban	a fürészporra vonatkoztatott %-ban						az oldat 10 cm^3-ének telítésére szükséges 1/10 normál nátrium-hidroxid-oldat					
											inverzió után	telítés után				
31*b*	97·0	405	0·6	—	1·2	94·7	425	6·41	27·2	13·9	21·0	2·4	60·8	75·0	8·62	4·3
32*a*	100·0	300	1·75	0·5	1·7	96·0	345	5·0	17·2	17·2	21·0	—	—	—	—	—
32*b*	100·0	345	0·6	—	1·2	94·5	385	7·7	29 6	14·8	17·0	—	—	—	—	—
32*c*	100·0	382	0·6	—	0·9	—	445	9·0	40·0	13·3	22·0	0·5	45·1	55·0	11·27	3·7
33*a*	100·0	320	2	0·6	2·0	—	450	4·9	22·0	22·0	13·0	—	—	—	—	—
33*b*	100·0	450	0·7	—	1·3	—	480	7·0	33·6	16·8	16·5	—	—	—	—	—
33*c*	100·0	480	0·6	—	1·1	—	500	9·0	45·0	15·0	18·0	2·5	38·9	61·1	11·45	3·8
34*a*	100·0	320	2	0·6	2·0	—	390	6·0	23·4	23·4	17·0	—	—	—	—	—
34*b*	100·0	390	0·6	—	1·2	—	415	8·7	35·1	16·7	21·0	—	—	—	—	—
34*c*	100·0	415	0·6	—	1·0	—	455	10·0	45·5	14·7	23·5	3·0	48·6	63·0	13·79	4·4
Egyszerü inverziók a kis autoklávban																
35	100	450	2·5	0·55	2·5	97	360	4·15	14·9	14·9	14·5	2·0	—	—	—	—
36	100	350	1·75	0·50	1·7	—	430	4·55	19·5	19·5	14·0	—	—	—	—	—
37	100	300	1·6	0·53	1·6	—	330	5·88	18·4	18·4	17·0	1·0	2·9	5·5	0·34	0·34
38	100	250	1·25	0·5	1·25	—	280	6·0	16·8	16·8	14·0	1·6	13·3	40·0	1·4	1·4

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földmővelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Kísérlet száma	Fürészpormennyiség kb. 25% nedvességgel *kg*-ban	Összes oldat mennyisége literekben	Ksav összes *kg*-ban	Ksav az oldatban foglalt %-ban	Ksav a fürészporra vonatkoztatott %-ban	Kisajtolt maradék kb. 45% víztartalommal *kg*-ban	A cukortartalmu oldat mennyisége literben	Cukortartalom %-ban	Összes cukortartalom *kg*-ban	Cukormennyiség a fürészporra vonatkoztatva %-ban	Savtartalom: az oldat 10 cm^3-ének telítésére szükséges $^1/_{10}$ normál nátriumhidroxid-oldat: inverzió után	Savtartalom: az oldat 10 cm^3-ének telítésére szükséges $^1/_{10}$ normál nátriumhidroxid-oldat: telítés után	A megerjesztett oldat alkoholtartalma %-ban	Az összes cukorra vonatkoztatott alkoholtartalom %-ban	Nyert abszolut alkohol literekben	100 *kg* fürészporból nyert alkohol literekben
39	100	400	2·0	0·5	2·0	—	450	6·0	27·0	27·0	12·0	1·5	26·6	34·8	4·5	4·5
40	100	400	2·0	0·5	2·0	—	475	4·8	22·8	22·8	11·0	2·0	33·2	46·5	4·75	4·7
41	80	400	2·0	0·5	2·5	—	425	5·0	21·2	26·6	12·0	2·5	31·9	41·2	4·25	5·3
42	80	400	2·0	0·5	2·5	—	475	4·5	21·3	26·6	11·0	2·0	35·7	47·0	4·75	5·9
43	100	400	2·0	0·5	2·0	—	495	5·5	27·2	27·2	14·0	—	37·3	49·1	6·34	6·3
44	100	350	1·75	0·5	1·75	115	355	5·0	17·7	17·7	14·5	—	54·2 54·0	68·0 67·5	3·0 2·99	6·0 5·9
45	100	300	1·75	0·58	1·75	99	310	5·5	17·1	17·1	21·0	3·0	11·2 72·0	16·9 95·0	0·6 3·87	1·2 7·7
46	80	400	2·0	0·5	2·5	—	390	5·0	19·5	24·3	14·0	2·0	42·5	55·1	5·18	6·5
47	100	400	2·0	0·5	2·0	—	460	5·0	23·0	23·0	17·0	2·5	49·8	64·0	7·17	7·2
48	100	400	2·0	0·5	2·0	—	450	5·3	23·8	23·8	14·0	1·5	48·4	61·8	7·24	7·2

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Az adatokból látjuk, hogy a nagy autoklávval végzett kisérletek nem adtak olyan jó eredményt, mint a kis üstben végrehajtott inverziók. A nagy tömeg legtöbb esetben csak körülbelül 10% czukrot adott, mig kicsiben a fürészpornak 22—23%-a is átalakult. A kis autoklávban tehát éppen olyan eredményeket kapott *Simonsen*, mint előbb, amikor laboratoriumban kisérletezett. Az utóbbiaknál a későbbi erjesztés is sokkal könnyebben folyt le, mint a nagy autokláv tartalmánál. Oka a rossz eredményeknek valószinüleg a hosszu ideig tartó magas hőmérséklet, mely alkalmat ad erjedést megakadályozó anyagok képződésére.

A kis autoklávban többszörös inverziók egész sorozatát végezték *Simonsen-ék*, hogy eldönthessék, vajjon érdemes-e a hidrolízist ugyanazzal az oldattal végezni, vagy nem. A nyert czukoroldatokat a legkedvezőbb körülmények között igyekeztek megerjeszteni. Gondoskodva volt lehetőleg 25%-os állandó hőmérsékletről, azonkivül a hordók tartalmát reggel és este szellőztették: vagy többszörös keveréssel, vagy azáltal, hogy a hordóból vagy 15 liternyit kimerítettek s azt vékony sugárban, magasból juttatták ujra a többihez. Mindennek daczára az erjedés sehogysem sikerült Ebből ismét csak az következik, hogy a magas hőmérséklet hosszas behatása nem előnyös.

Többszörös inverziót tehát nem érdemes alkalmazni, annál kevésbbé, mert az oldat czukortartalma nem növekszik három egymásután következő főzésnél ugy, mint 1:2:3, hanem csak mint 1:1·5:2. Három külön-külön végzett hidrolízis tehát sokkal jobb eredményt ad.

Az alsó és felső erjesztésü élesztővel végzett kisérletek határozottan azt bizonyitják, hogy az alsó erjesztésü sokkal jobban felel meg.

A gyárban végzett próbaszeszfőzések eredményét tehát röviden a következőkben lehet összefoglalni.

Inverzióra jól alkalmazható durva vagy finom fürészpor. A czukormennyiség képződésére a szemnagyság befolyással nincs.

Ami a fa minőségét illeti, vagyis hogy miféle fürészpor czukrositható el legkönnyebben, arra nézve kellő választ e kisérletek alapján nem adhatunk. *Simonsen-ék* jegenyefenyő és erdeifenyővel kisérleteztek s e tekintetben e kettő körülbelül egyenlően volt

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

kihasználható. A fa mindig ép, üde volt; korhadó anyag az autoklávba sohasem került, pedig az ilyennek inverzióképességét is ismerni kellene. Száraz vagy nedves fával egyformán czélt érhetünk, csak természetesen a fában foglalt nedvességet a vízmennyiség hozzáadásakor tekintetbe kell venni.

Nyírfareszelék sokkal több czukrot szolgáltatott (7·7%-ot) mint a fenyő, vagyis 100 *gr*-ból 30·8 *gr*-ot. Nagyban nem kisérletezhettek vele, mert nem állt elég anyag rendelkezésre. Ha tekintetbe veszszük, hogy a nyirfában mennyi xilán van, könnyen érthetjük, miért adott inverziókor ilyen sok czukrot. Kár, hogy *Simonsen*-ék erjesztési kisérletet nyirfafürészpor invertált levével nem végeztek, hogy beigazolhatták volna e nagyon valószinünek látszó okot.

Előreláthatólag forgácscsal is jó eredményt lehet elérni, azonban alkalmas módon ezt előbb a farostokra merőlegesen el kell darabolni, különben igen sok helyet foglal el.

Az oldat és fürészpor viszonyát legkedvezőbb 4 : 1-nek választani. Ha a folyadék kevés, pl. 3 : 1, akkor az eredmény bizonytalan, s ha végül az invertáló oldatot még csökkentjük, az elczukrositás egészen rosszul üt ki.

Ami a savtartalmat illeti, ugyanazt a következtetést lehet levonni a nagyban végzett kisérletekből is, mint amit a laboratorium adatai mutattak. Vagyis, hogy nem az összes savnak a fürészpor mennyiségéhez való viszonya határoz, hanem csak az fontos, hogy hidrolíziskor az oldat savtartalma 0·5% legyen. Akár több, akár kevesebb ennél, a czukorképződésre az sohasem előnyös.

Az inverzió után kisajtolt maradék, melyben átlag 45% nedvesség volt még, a kazán fütésére szolgált. Eleinte attól féltek *Simonsen*-ék, hogy a kénsavval átitatott fürészpor, ha tüzelnek vele, éppen savtartalmánál fogva a kazán falát átrágja. Később beigazolódott, hogy e félelem egészen hiábavaló volt, mert a kazánt üzem után alaposan megvizsgálva, semminemü rongálás jelét sem lehetett rajta észrevenni. A kénsav t. i. ily körülmények között kénes savvá redukálódik, s mint ilyen egész ártalmatlanná válik. Különben sem került a fürészporral több kénsav a kazán alá, mint amennyi rendes, szénnel való fütéskor juthat. Rövid számitás meggyőzhet róla. Tonnánkint a kőszén átlag 7·5 *kg* ként tartalmaz.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Egy tonna kőszénnek hőértékben kb. 5 tonna kisajtolt fürészpormaradék felel meg. Ebben a tömegben 45% nedvességet számítva 2250 *kg* oldat van 0·5% kénsavtartalommal. Tehát mindössze 11·5 *kg* kénsav alakul gőzzé, melynek ható kénmennyisége 3·8 *kg*. Látjuk tehát, hogy ily módon csak félannyi kén lehet káros hatással, mint amennyi a kőszénben van.

A czukortartalmu oldat mennyisége kissé ingadozik a bevezetett gőz mennyisége és az autoklávba töltött tömeg hőmérséklete szerint. Daczára annak, hogy a müvelet végén a gőzt kifujták, az oldat mégis 10—25%-kal rendesen több lett.

Az oldat czukortartalma legtöbbször 5% volt. Kisebb-nagyobb eltérések természetesen mutatkoztak.

Inverzió alatt az oldat savtartalma rendesen megnövekedett. A képződött savak még nincsenek tanulmányozva. *Simonsen* szerint nagyrészt eczetsav szerepel.

Régi tapasztalat, hogy az erjedés kissé savanyu oldatban jobban folyik le. E czélból az oldatot nem semlegesitették teljesen krétával, s ha véletlenül mégis annyi krétát használtak, hogy az az összes jelenlevő savat telitse, akkor, vagy kevés kénsavat, vagy savanyu tejet kevertek még a megerjesztendő folyadékba.

Ami az élesztőkkel végzett kisérleteket illeti, bebizonyult, hogy az alsó erjesztésü élesztővel határozattan jobb és biztosabb eredményt lehet elérni, mint a felső erjesztésüvel. Utóbbi sohasem adott magasabb alkoholtartalmu oldatot, mint az alsó erjesztésü, sőt legtöbbször nem is inditotta erjesztésnek a czukrot. Erjesztés után az élesztő életképességét megtartotta, mit külön kisérlettel igazolt be *Simonsen*. A kis autoklávban végzett kisérleteknél, minden erjesztésnél 6 liter élesztőoldatot alkalmaztak. Ennél kevesebb nem volt sohasem elegendő, amit szintén kisérletek bizonyitanak.

A képződött szeszmennyiség jó esetben 100 *kg* kb. 20% nedvességet tartalmazó fából 7·2 liter volt. Egyetlen egy esetben kaptak 7·7 litert. A szesz minősége azonban teljesen kifogástalan volt. Ha tekintetbe veszszük azt, hogy a mostani szeszdesztilláló készülékek milyen kitünően müködnek, nem kételkedhetünk abban, hogy a fából idegen anyagoktól teljesen mentes abszolut alkohol birtokába juthatunk. Egyszerüen égetett mészszel való tisztitás után

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

is olyan alkoholt nyertek, mely a városi vegyész vizsgálata szerint következő összetételü volt:

A városi vegyész laboratoriumából.

Christiania, 1896. október 2-án.

Spirituszpróba vizsgálata, melyet *E. Simonsen* fürészporból készitett.

A vizsgálat eredménye:

Fajsuly 15%-nál	0·8336
Alkoholtartalom	90·21 térf. %
Szilárd anyagnak	semmi nyoma
Methylalkohol	nyomokban
Kozmás olajoknak	semmi nyoma
Aldehyd	nyomokban
Furol	nyomokban
Eszterek	nyomokban
Szabad sav	nyomokban
Illó olajoknak	semmi nyoma.

A megvizsgált spiritusz teljesen szintelen és kellemes szagu. Tekintve azt, hogy a próbát rektifikálás utján nem tisztitották és előállitására nézve nyers spiritusznak minősithető, a benne előforduló idegen anyagok oly csekély mennyiségben vannak jelen, hogy ezek alapján azt a rendes, tisztított spirituszpróbák közé sorolhatjuk. Jó desztilláló készülékben való rektifikálással bizonyosan sikerül minden idegen anyagtól teljesen mentessé tenni.

L. Schmelck.

Ilyen jó eredmények után természetes, hogy *Simonsen* nagy üzemet szeretett volna létesiteni, miért is részletes költségvetést terjesztett elő az V. alkalmazott chémiai kongresszuson, következő czimen: *„Milyen áron lehet fából alkoholt előállitani“.*[1]) A bevezetésben vázolta, hogy miért fontos különösen az északi vidékeken, hogy a fürészpor lehetőleg jól kihasználtassék. Nor-

[1]) Jahrbuch der Export-Akademie des k. u. k. österreichischen Handelsmuseums. Wien, 1902.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

végiában pl. ahol a fürésztelepek — vizi erő bőven lévén rendelkezésre — elektromos üzemre vannak berendezve, nagyon nehéz kérdés az óriási mennyiségü fürészpornak elszállitása. Sokszor pénzbeli áldozatokat kell hozniok, csakhogy a fürészporba ne fulladjanak. Ilyen körülmények között aztán valóságos áldás, ha a fürészpornak hasonló értékesítése lehetővé van téve.

Simonsen a költségvetés alapjául olyan telepet választ, mely évenkint 1,520.000 liter 100%-os alkoholt képes főzni. 300 munkanapot véve, minden napra jut 3.840 liter szesztermelés, melynek czéljából naponkint 64 tonna fürészpor feldolgozása volna szükséges.

Nézzük miféle és milyen költségü berendezés felelne meg.

Szükséges:

	Ár
1. 5 drb magasnyomásu autokláv egyenkint 15 m^3 ürtartalommal[1])	33.000 K
2. 3 drb kazán és befalaztatásuk[2])	24.000 „
3. 3 drb hidraulikus prés szivattyúval[3])	21.600 „
4. Erjesztőhordók[4])	12.000 „
Átvitel	90.600 K

[1]) *„Myrheus mechanikai gyár"* 1897 október 2-án Christiániában kelt ajánlata értelmében, az autoklávok ára következő: 15·5 m^3 ürtartalmu, 2 *m* átmérőjü 6 *m* magas, két végén kuposan végződő autokláv öntöttvasból; nyilással és fedővel, gőzbefuvó és kieresztőszeleppel. Ára bélés és állvány nélkül 4440 K. Ólombélés hozzá 792 K; állvány, szállitási költség, manométer, hőmérő és felszerelés körülbelül 1200 K. Egyenként tehát az autoklávok nem kerülhetnek többe 6000 K-nál.

[2]) Szükség van 2 drb körülbelül 75 m^2, azonkivül 1 drb 25 m^2 fütőfelülettel rendelkező kazánra. Ugyanazon ajánlat alapján egy nagy kazán ára teljesen felszerelve 6960 K. A kicsié 3360 K. Befalaztatási költség és felszerelés 6720 K.

[3]) Mindegyik présnek dugattyufelülete 300 cm^2, aczélhengerrel, átlyukgatott préskerettel van ellátva. Ára „Kräzner-Brug" czég 1897 október 7-iki ajánlata alapján 5380 K. Hozzá szivattyu 1320 K. Felszereléssel együtt nem haladja meg a 19.000 K-át.

[4]) Naponkint 290 tonna oldatot nyerünk, melyet erjedésnek kell inditani. Az erjedéshez körülbelül 5 nap szükséges, miből következik, hogy körülbelül 1700 köbm. erjesztőtérre van szükségünk. Ezenkivül kell két nagy hordó, melyben a savanyu oldatnak krétával való semlegesitése történik.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

	Ár
Áthozat ...	90.600 K
5. 3 Desztillálókészülék szállitási költséggel és felszereléssel [1]) ...	61.200 „
6. 1 drb 70 lóerős gőzgép rézcsövekkel és csővezetékekkel [2]) ...	12.000 „
7. Gép a fa szétforgácsolására [3]) ...	3.000 „
8. Villamos világitási berendezés vezetékekkel ...	7.200 „
9. Kénsavgyár berendezés, naponkint 1 tonna kénsavtermeléssel [4]) ...	21.600 „
10. Csővezetékek stb. [5]) ...	12.000 „
11. Telek és épitkezések [6]) ...	96.000 „
12. Mérőeszközök és vasedények ...	12.000 „
13. Rektifikálókészülék felszerelve [7]) ...	7.200 „
14. Fütőcsövek az erjesztőhelyiségben [8]) ...	2.400 „
15. Forgalmi tőke [9]) ...	60.000 „
16. Különfélék [10]) ...	34.800 „
Összesen ...	420.000 K

Az összes befektetés tehát 420.000 korona volna.

Nézzük, hogyan lehetne a napi kiadások és bevételek mérlegét ezek alapján megállapitani.

---

[1]) „Fr. Neumann", berlini czég 1897 október 22-iki ajánlata szerint.

[2]) „Kräzner-Brug" czég 1897 október 7-én tett ajánlata alapján.

[3]) Olyan minta szerint készitve, amint az a czellulózgyárakban használatos.

[4]) Ezt az árat tekintélyes szakember tudositása szerint vette *Simonsen* költségvetésébe. A berendezés egy pörkölőkemenczéből, egy kamarából (körülbelül 500 m^3) és 2 toronyból állana.

[5]) Itt nehéz árat megszabni, mindenesetre 12000 K bőven van számitva.

[6]) Erre nézve is roppant változók helyi viszonyok szerint az árak.

[7]) *„Fr. Neumann"* berlini czég 1897 október 22-iki ajánlata alapján.

[8]) Az erjesztőhelyiségnek állandóan 25°-on való tartására.

[9]) Tekintve azt, hogy olyan áru gyártásáról van szó, mely feltétlenül elkel, elég magasra van megállapitva.

[10]) Ide tartozik laboratorium és irodafelszerelés, felvonók s egyéb előre nem látható költségek.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A napi kiadások a következő tételekből adódnak ki:

a)	64 tonna fürészpor[1]) à 1 kor. 80 fillér.	115 kor.	20 fill.
b)	Szén[2])	— „	— „
c)	1·28 tonna kénsav 100 *kg*-ként 3 kor.	38 „	40 „
d)	26 tonna kréta[3])	31 „	20 „
e)	1000 liter élesztő[4]) à 0·06 kor.	60 „	— „
f)	63 munkás napszáma[5]) à 3·30 kor.	207 „	90 „
	Átvitel	452 kor.	70 fill.

---

[1]) ***Simonsen*** a gyárat fürésztelep mellé állitaná fel, ahol ugyszólván ingyen volna a fürészpor kapható. Akármely erdős vidéken naponként több, mint 100 tonna fahulladékot lehetne összegyüjteni.

[2]) Fütésre *Simonsen* kizárólag a kisajtolt fürészpormaradékot ajánlja, mely az összes fürészpornak 75%-át teszi ki. 64 tonna anyagnál ez naponként 48 tonna 40% nedvességet tartalmazó faanyag. Ha a tömeg légenszáradt, hőértékét kilonként 2000 Kaloriára becsülhetjük. Tehát naponként 64 × 1000 × 2000 = 128,000.000 Kaloria állna rendelkezésre.

Nézzük ezzel szemben, mennyi volna a szükséges hőmennyiség;

256 tonna folyadék és 64 tonna fürészpornak 150°-ra való felmelegitéséhez kell	48,000.000 Kal.
280 tonna megerjesztett oldatnak 100°-ra való felmelegitésére desztilláláskor	21,000.000 „
kb. 4000 liter spiritusz elpárologtatásához	2,000.000 „
Ennek rektifikálásához maximum	3,000.000 „
A gőzgép fütéséhez	11,500.000 „
Összesen:	85,500.000 Kal.

A 128,000.000 Kaloriából még maradna is tehát elég a gőzgépre és a világitásra. Még azt is meg kell gondolni, hogy az autokláv kifujásakor elszabaduló gőzt is értékesiteni lehet, miből láthatjuk, hogy a fütőanyag untig elegendő.

[3]) Tekintve azt, hogy őrölt krétapor helyett egyszerüen mészkövet is lehet használni, e tétel még lejebb szállhat.

[4]) Legczélszerübb volna az élesztőt is helyben előállitani. Meginditott üzemnél e tételen is meg lehetne takaritani valamit.

[5]) ***Simonsen*** a munkások elosztását következőképpen gondolja: 8 órai munkaidő. 3 munkavezető, 3 ember a kazánokhoz (2 kazán használatban, 1 tartalék) és a géphez, 3 az autoklávokhoz, 3 az adagológéphez a fürészpor szállitásánál, 3 a semlegesitő hordókhoz és a sajtókhoz, 2 az erjesztőhelyiségbe, 2 a desztillálókészülékhez, 1 a rektifikáláshoz, 1 a szivattyúhoz, 2 a spirituszszállitáshoz, 1 különböző czélokra.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

	Áthozat ...	452	kor. 70	fill.
g)	az üzemvezetőnek[1]) ...	18	„ —	„
h)	a kémikusnak ...	9	„ 60	„
i)	könyvvezetőnek ...	7	„ 20	„
k)	irnoknak ...	3	„ 60	„
l)	irodaszolga és irodai kiadások ...	4	„ 80	„
m)	a fürészpor fuvarozásáért ...	3	„ 60	„
n)	kenő olaj ...	4	„ 80	„
o)	ólomforrasztóknak ...	4	„ 80	„
p)	fentartás és javitás ...	12	„ —	„
q)	biztositás, balesetbiztositás, adó, stb. ...	30	„ —	„
	Tehát naponként van kiadás. ...	551	kor. 10	fill.

300 munkanapot számitva ez összeg évenként ...	165·330 K
240.000 kor. amortizációja 10 év alatt ...	24.000 „
180.000 „ „ 20 „ „ ...	9.000 „
3% kamat ...	21.000 „
Összesen ...	219.330 K

Bevétel:

1.152.000 liter spiritusz à 19·04 kor. 100 literenként (előállítási költségképpen számitva) = 219.330 korona.

A jövedelem kiszámitására most a szesz árának megállapitása volna szükséges. *Simonsen* biztosra veszi, hogy 3840 liter szesz, melyet a 64 tonna fürészporból naponként kapott, igen szüken van számitva, mert 100 *kg* fürészporból csak 6 liter alkohol nyerését tételezte föl. Kisérleteiben rendesen 6·5 litert, sőt sok esetben 7 litert is kapott. Hozzájárul még az, hogy van remény arra, hogy az erjesztést is gazdaságosabban lehessen végrehajtani, ha majd az élesztőgombát ezen uj életmódjához hozzászoktatják.[2]) Azt is lehet remélni, hogy a kisajtolt maradékot methylalkohollá, acetonná és eczetté is fel lehessen még dolgozni. Mindezeket összevetve láthatjuk, hogy a jövedelem később még sokkal nagyobb is lehet, mint azt az itt feltüntetett minimális számok mutatják.

[1]) Az üzemvezető fizetését még tantiemekkel lehetne növelni.

[2]) *Reynaud* állitólag tőzegből nagyobb alkoholmennyiséget volt képes termelni azáltal, hogy az erjesztőgombát külön e czélra kitenyésztette. Mások azonban nem tudtak az ő eljárása szerint hasonlót elérni. (Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung. 1906. 258. l.).

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Összehasonlitásképpen *Simonsen* a burgonyából nyert spiritusz előállitási költségeit számitja ki:

5 tonna burgonya, 100 *kg*-ként 2 K 24 f.	112	kor.	20 fill.
250 *kg* kőszén, 23 kor. 76 fill. tonnánként	5	„	94 „
500 liter spiritusz előállitási költsége tehát: összesen	118	„	14 „
500 liter spiritusz ára à 30 fillér	150	„	— „

Ha ebből leszámitjuk az előállitási költséget, akkor 31 korona 86 fillér különbség marad, mely még a maradék (ami takarmányul szolgál) értékével megnagyobbitva kell, hogy az összes egyéb költséget (élesztő árát, napi béreket, adminisztrácziót, amortizácziót, stb.) fedezze.

Simonsen még hozzáteszi, hogy Norvégiában manapság nem lehet olcsóbban burgonyából spirituszt előállitani, mint 30 kor.-ért 100 litert. Ha ugyanannyit állitunk elő, fürészport használva kiindulási anyagul, az előállitási költség 19 koronára apad le. Ez óriási különbség.

Nézzük most, mit módositottak a fa elczukrositásában és erjesztésében *Simonsen* óta. Sajnos, ő volt az utolsó, aki részletes jelentést tett kisérleteiről, és gyári próbaüzeméről is. Akik ő utána e kérdéssel foglalkoztak, titokban tartották lehetőleg munkálataik eredményét, s legfeljebb szükszavu patentekből értesülhetünk főbb vonásokban eljárásaikról.

Classen, műegyetemi tanár Aachenben, gyors egymásutánban több eljárást ismertetett a fa elczukrositása és alkohollá való átalakitására vonatkozólag. Kisérleteit sokféle irányban végezte, s úgylátszik szép eredményeket is ért el.

Első közleményében[1]) a fa inverziójára igen leleményes módszert irmertet, mely alapjában véve a régi *Braconnot*-eljárás, — mert erős kénsavat használ — de egészen új formában.

A légenszáradt, kb. 15% nedvességet tartalmazó fürészport súlya kb. $^3/_4$-részének megfelelő kénsavval (55—60%-os kamarasavval) keveri, miközben zöldes színű, száraz tömeget kap. Most az egészet hidraulikus sajtó nyomásának teszi ki, miközben kémiai

[1]) D. R. P. Nr. 111, 868 vom 15. Juli, 1899. — Lásd továbbá: Zeitschrift des Vereins der deutschen Zucker-Industrie 1900, 589. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

reakczió játszódik le-, nagy hő fejlődik, s a fűrészpor és kénsav keveréke fekete, kemény tömeggé alakul. A művelet alatt, mely kb. $^1/_2$ óráig tart, a fürészpor czellulózza, nagyrészt glükózzá alakul át, egy része ellenben csak dextrin, vagy dextrin és glükóz között levő átmeneti termékké lesz. Ez utóbbiak hidrolizálása végett a tömeget nyitott üstökben vízzel főzi, miközben könnyen czukor képződik belőlük. A nyert czukoroldatnak nagy előnye a magas hőmérsékleten előállítottakéval szemben az, hogy mentes bomlási termékektől, melyek később az erjesztést megakadályoznák. Valóban Classennek sikerült az így készült czefrét épp olyan könnyen megerjeszteni, akár csak a tiszta glükóz oldatokat. Ezen az uton a fából 40% czukrot kapott, ami nagyon szép eredmény.

Nemsokára újabb jelentést tett kutatásairól.[1]) Ezuttal ő is *Simonsen* nyomdokaiba lépett, s itt próbált valami ujat, megfelelőbbet létesíteni.

Először kénessavval végzett inverziókat. Kisérleteinek eredményét nem tette ugyan közzé, de *Zimmer*[2]) munkájából értesülhetünk egy levélbeli közleményről, melyben eljárását leirja. Innen tudjuk, hogy Classen öntött vashengert használt, melyben egyszerre kb. 3 *kg* fürészpor férhet el, s mely gliczerinfürdőben lassan forog. 100 súlyrész fürészporra kb. 30 rész vizes kénessavoldatot használt, s a tömeget kb. 1 óra hosszat 145°-ra hevítette; ezután kisajtolta, forró vizzel kimosta, az oldatot semlegesitette, s mindjárt erjedésnek indította. Az erjedés már fél óra mulva megkezdődött, s 12 óra multán körülbelül végét is érte. A czukornak sok esetben 90%-a is átalakult e közben alkohollá. Kisérleteinek eredményéből kiszámitotta, hogy a szesz előállitási költsége literenként 15·5 fillért tesz ki.

Zimmer szerette volna *Classen* kisérleteit megismételni. Mivel azonban a költséges berendezést külön e czélra nem volt hajlandó megszerezni, egyszerüen pezsgős üvegekben invertált. Kisérleti anyagul kb. 25% nedvességet tartalmazó fürészport használt, melyből minden üvegbe 100 *gr*-ot tett, 30 *gr* hidegen kén-

[1]) D. R. P. No. 118, 540 vom 24. Sept. 1899. — Lásd továbbá: Zeitschr. des Vereins der deutschen Zuckerindustrie 1901, 348. l.

[2]) *Fritz Zimmer.* Über Hydrolyse von Cellulose durch schweflige Säure. Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Institute der königlichen Universität Breslau. II. kötet. I. füzet, 245. lap.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

dioxiddal telített viz kiséretében. Az üvegeket forró vizüveggel itatott dugókkal zárta el, majd porczellánragasztóval teljesen tömitette őket. Igy kerültek a gliczerinfürdőbe, hol kb. 1 óra hosszat lassan forgatták őket. Kinyitáskor mindig erős kénessavszag volt érezhető, s a fa sötétbarna szinü lett. Kipréselte és forró vizzel kimosta a tömeget addig, amig a mosó viz czukorreakcziót már nem mutatott.

A czukortartalmat Fehling oldattal határozta meg s eredményét a következő táblázat mutatja:

Fürészpor-mennyiség *gr*	Kénessav oldat mennyisége *gr*	A kénessav-oldat %-a	A hidrolízis tartama	Hő-mérséklet	Képződött glükóz	
					a légenszáradt fára vonatkoztatva	a vizmentes fára vonatkoztatva
100	30	9·28	1½	145°	9·26%	12·35%
100	30	11·20	1	150°	10·68%	14·24%
100	30	11·20	2	145°—150°	10·74%	14·32%
100	60	12·10	1½	145°	11·96%	15·95%

Világosan látszik, hogy az oldat savtartalmának növekedésével a képződött glükóz mennyisége is nagyobb lesz. Mindenesetre azonban szembeötlik, hogy az összes, itt nem közölt kisérleteknél is a czukormennyiség 15% felé közeledik, daczára annak, hogy még sok hidrolizálható czellulóz és sok fölös kénessav állott rendelkezésre. A czukornak 8·56%-a pentóz volt.

Az is érdekelte *Zimmert*, vajjon lehet-e egymásután többször invertálni ugyanazt a fürészport? E czélból az inverzió maradékát levegőn megszáritotta, s ujra hidrolizálta még kétszer. Legelőször a vizmentes fára számitva 15·09%, másodszor 160°-nál 6·59%, harmadszor végül 9·78% czukrot kapott.

Térjünk most vissza *Classen* kisérleteire. Azt tapaszta, hogy a fa inverziója már alacsonyabb hőmérsékleten 120—145° között végbemegy: ha azt előzőleg kénessav vizes oldatával főzzük, s csak azután hidrolizáljuk kénsavval. A müveletet egyszerre is lehet végezni, oly módon, hogy kénsavtartalmu kénessavoldatot alkalmazunk. A kénsavból 0·2% is elegendő. Még előnyösebb ugy

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

eljárni, hogy a kénsavat benn az autoklávban termeljük, hogy az statu nascenti hasson. E czélt különböző módon érhetjük el. Vagy úgy, hogy a kénessavoldatba levegőt, vagy más oxigéndus gázelegyet vezetünk, vagy pedig olyan anyagok utján, melyek a kénessav hatására oxigént fejlesztenek. Ilyenek pl. a hiperoxidok, hipermanganatok, manganatok, stb.

Ha ily módon járunk el, vagyis ha a kénsav képződésének csak 120—145° között adunk alkalmat, akkor 1 *kg* fából (száraz anyagra vonatkoztatva) legalább is 300 *gr* glükózt kapunk (redukczió utján meghatározva).[1]) Ebből 80% (szerző kisérleteinél némelykor 87% is) szeszszé alakul erjesztéskor, ami 120 *gr* abszolut alkoholnak felel meg. 100 *kg* nedves fa ily körülmények között tehát kb. 12 liter abszolut alkoholt szolgáltat. Ez *Simonsen* adatainak kb. kétszerese.

Nem minden fa inverziójához kell ilyen magas hőmérséklet. Nyirfafürészpor pl. már 130°-nál nagyon szépen hidrolizálható, jegenyefenyő ellenben 145°-nál. Alacsonyabb hőmérsékleten is képződik ugyan czukor, de nem olyan sok, mint éppen az említetteken.

Ami a müvelet kivitelét illeti, legczélszerübb ugy eljárni, hogy előbb a fürészport a kénessavoldattal 120—145°-ra melegitjük. Most vagy levegőt fujunk az autoklávba, vagy pedig az előbb említett anyagok oldatát, s azután még 10—15 perczig főzzük a tömeget.

Az uj eljárás előnyeit *Classen* a következőkben foglalja össze. Az oldat, melynek czukortartalma nagy, könnyen erjeszthető, s a kénessav legnagyobb részét uj inverziókra lehet használni. A hőmérsékletet, mely, alacsonyabb, könnyebb elérni, mint a *Simonsen*-féle módszernél, azonkivül a semlegesitendő savmennyiség kevesebb, tehát kevesebb a krétafogyasztás is. Kiváltképpen kiemeli *Classen* ezen eljárásának azt a jó oldalát, melyet, mint előbb láttuk, *Simonsen* hiába keresett. Az alacsonyabb hőmérsékleten végzett inverziókkal el lehet ugyanis érni azt, hogy ugyanazzal az oldattal, friss kéndioxid belevezetése után ujabb mennyiségü fa hidrolizisét végezhetjük anélkül, hogy a későbbi erjesztést ezáltal befolyásolnók. Így sikerül 10%-os, sőt töményebb czukoroldatok készitése is, melyek azért még mindég símán erjednek.

[1]) *Classen* itt nem vette figyelembe, hogy pentózok is keletkeznek.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Az erjedést lassitó vagy teljesen megakasztó anyagok képződése alacsonyabb hőmérsékleten történt inverziókkal tehát ki van küszöbölve s ez nagyon szép eredmény.

A kénessavval való inverziót *Classen* még úgy módositotta,[1]) hogy az utólagos kénsavképződést mindég alacsonyabb hőmérsékleten: 120—125°-nál eszközölte. Tehát oly fürészporoknál (pl. jegenyefenyő), melyekről előbb láttuk, hogy 145° körül invertálódnak, legjobban végezhette e müveletet következőképpen. A tömeget kénessavas oldattal kb. 145°-ra hevitette, egy darabig főzte, majd hagyta lehülni 120—125°-ra s csak akkor vezette az autoklávba a levegőt, vagy az egyéb oxigénfejlesztő anyagokat. Azt találta, hogy igy a czukoroldatok kevésbé barnák és még könyebben erjeszthetők.

*Classen*nak ezen ujabb eljárását *Zimmer*[2]) szintén megismételni óhajtotta s azt találta, hogy nagyon rossz eredményeket szolgáltat. Ime kisérleteinek összeállitása, melyeket ismét pezsgősüvegekben végzett:

Kisérlet száma	Használt fűrészpor-mennyiség	Kénsav cm^3-ben	Kénessav oldat gr-okban	Inverzió tartama	Hőmérséklet	Reakczió glükózra
I.	100 gr	20 cm^3 50%-os	30 gr 7·0% SO_2	1 óra	145°	semmi nyom
II.	100 „	10 cm^3 50%-os	30 gr 9·0% SO_2	1 „	145°	semmi nyom
III.	100 „	30 gr 2% H_2SO_4	8·96% SO_2	1 „	145°	nagyon gyenge
IV.	100 „	30 gr 0·2% H_2SO_2	7·36% SO_2	1 „	145°	határozott

[1]) Neuerung im Verfahren zur Überführung von Holz- und anderen cellulosehaltigem Material in Zucker (Dextrose). Patentirt im deutschen Reiche vom 12. Mai 1900 ab No. 118,543. — Lásd továbbá: Zeitschr. des Vereins der deutsch. Zuckerind. 1901. 352.

[2]) Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Institute der königlichen Universität Breslau. II. kötet, 1. füzet, 247. lap.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

E rossz eredmények korántsem arra engednek következtetni, hogy *Classen* vizsgálatai nem helyesek. *Zimmer* ugyanis teljesen más körülmények között dolgozott, bár ő Classenéhez hasonlót vélt megismételni. Könnyü belátni, hogy olyan erős kénsavtartalom mellett, mint amilyen az I. és II. kisérlete, nem is várhatott egyebet, minthogy próbái teljesen elszenesedjenek. A két utolsó kisérlete sem mond sokat, hiszen tudjuk, hogy *Classen* a kénsav képződését utólag eszközli s külön figyelmeztet arra, hogy a hidrolízist előbb tisztán kénessavval kell végezni s csak azután vigyünk be oxidáló anyagokat az autoklávba.

Nemsokára *Classen* ujabb módszert ismertetett a fa inverziójára vonatkozólag.[1]) Rájött, hogy az előzetes feltárást, amit régebben kénessavval végzett, klórral eszközölheti. A klórgázt helyettesítheti egyéb anyag is, melyből szintén klór fejlődik. pl. hipokloritoldat. Miután klórral a tömeget feltártuk, kénsavat képezünk az autoklávban a kivánt hőmérsékleten. Legczélszerübbnek bizonyult ezt akképpen elérni, hogy az autoklávba a klórral való feltárás után kéndioxidot vezetett be, mely a klórral a

$$\underset{\text{kén-dioxid}}{SO_2} + \underset{\text{klór-gáz}}{Cl_2} + \underset{\text{víz}}{2H_2O} = \underset{\text{kénsav}}{H_2SO_4} + \underset{\text{sósav}}{2HCl}$$

egyenlet értelmében kénsav és sósav képződését eredményezi. E két sav statu nascenti hat, természetes tehát, hogy szépen invertálja a fürészport. Ha az előzetes inverzióhoz, mint pl. a jegenyefenyőnél, 145°-nyi hőmérséklet szükséges, akkor a kéndioxid bevezetésével ismét várunk, amig az autokláv kb. 120—125°-ra hül le. Az eredmény így legbiztosabb. Az egész müveletet megforditva is lehet végezni és akkor is ugyanaz a reakczió megy végbe az autoklávban.[2]) Vagyis végezhetjük az előzetes inverziót ugy, mint azt előbb leírtuk: kénessavval, s azután levegő vagy oxigént fejlesztő anyagok helyett klórgázt szoritunk a tömeg közé.

---

[1]) *Classen.* Verfahren zur Überführung von Holz und anderem cellulosehaltigem Material in Zucker unter Aufschliessen mit Chlor. D. R. P. Nr. 118, 542 vom 12. Mai 1900 ab. Lásd továbbá: Zeitschr. des Vereins der deutschen Zuckerindustrie, 1901, 351. l.

[2]) *Classen.* Neuerung im Verfahren zur Überführung von Holz und anderem cellulosehaltigem Material in Zucker. D. R. P. Nr. 118. 544 vom 12. Mai 1900 ab. L. Zeitschr. d. Ver. d. deutsch. Zuck.-ind. 1901. 353. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Kár, hogy *Classen* ritkán közöl mennyiségi adatokat s kísérleteinek leirását csak minőségileg tárgyalja. Pedig reánk nézve épp a mennyiségi viszonyok volnának legfontosabbak.

Mindezekből az tünik ki, hogy oxidálószerek a fából képződött czukor mennyiségét növelik. Valószinü, hogy eközben a lignoczellulózok szedvednek hidrolízist s igy a fának ez a része is értékesithetővé lesz. Az sincs kizárva, hogy a czellulóz maga oxidálószerekkel kezelve szintén alkalmasabbá válik az inverzióra. Az más vizsgálatok utján ismeretes, hogy a czellulóz maga oxiczellulózzá alakul oxidálószerek hatására. Lehet, hogy az oxiczellulóz könnyebben alakulhat glükózzá, mint a rendes. Ezekre nézve még sok rendszeres vizsgálat volna kivánatos, hogy a dolog lényegére rájöhessünk. Mindenesetre *Simonsen* nagyon jól sejtette, amikor czellulózzal végzett inverziói közben másodszor is sikerült ugyanazon anyagból czukrot kapnia, hogy esetleg a levegő hatása következtében jut a maradék ismét olyan állapotba, hogy belőle czukor képződjék.

Van még egy eljárása *Classen*-nek, melyet szintén ajánl.[1]) Ez némiképpen összefüggésben van előbb ismertetett módszerével, mely szerint a kénsavval kevert fürészpor erős összesajtolása utján eszközli az elczukrositást. A préselést most elhagyja, helyette azonban kéntrioxidgőzökkel járatja a nedves fürészportömeget keresztül, miközben kénsav képződik, mely statu nascenti invertál. A kéntrioxidot ugy állitja elő, mint azt rendesen szokták, kéndioxid oxidációja utján. Ha a kénessavat fölös mennyiségben alkalmazzuk, egyszerre hat az a képződő kénsavval s ekkor a hidrolízis még erélyesebb.

A müveletet ólommal bélelt, forgatható dobokban végzi, melyeket részben fürészporral tölt, és a kéntrioxidot akkor vezeti bele, ha a tömeg 30—40°-ra felmelegedett. Előnye e módszernek, hogy kevesebb kénsavat igényel, másodszor pedig, hogy az egész eljárás sokkal egyszerübb, mert az anyag előzetes összekeverése a kénsavval és a sajtolás után maradt kemény tömeg szétdarabolása is elmarad.

---

[1]) *Classen.* Verfahren zur Überführung von Holzfasern in Dextrose. D. R. P. Nr. 121, 869 vom 12. Oktober 1900 ab. L. Zeitschr. des Ver. d. deutsch. Zuckerind. 1901. 754. l.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A czukortartalmu oldatok könnyebb megerjesztésére nézve is tett közzé *Classen* egy patentet.[1]) Inverziókor sokszor erjesztést megakadályozó anyagok képződnek, ha pedig a fürészpor tanninartalmu volt, az is károsan hat az erjesztésre. *Classen* tehát a tanninanyagokat leválasztja valami fémsóval, melylyel a tannin csapadékot ad. Az oldatban levő fémet ismét mészvizzel csapja ki ugyanakkor, amikor krétával telít. Megszürés után még kissé megsavanyitja az oldatot s ekkor az erjedés síma lefolyása biztosítva van.

Classen müködése a fa elczukrositásának kérdésében igen élénk és sokoldalu s hogy gyakorlati eredményei is vannak már, arról a következőkből meg fogunk győződni.

Chicagóban, az u. n. *Highland Parkban* kisérleti gyárat nyitottak, *Classen* eljárásainak kipróbálására.[2]) Egy tonna fából 111—122·6 liter abszolut alkoholt sikerült előállitani. Ami az előállitási költségeket illeti, 1 Gallon (= 4·543 liter) abszolut alkoholt 13 centsért tudtak gyártani, ami literenként 14·5 fillért tesz ki. Azt is reménybe helyezték, hogy idővel az előállitási költség ennek felére is csökkenhet. A maradékot briketté préselve elszenitették, miközben methylalkoholt, eczetsavat és kátrányt nyertek.

E rövid perspektivából láthatjuk tehát, hogy *Simonsen* óta pár év leforgása alatt annyit sikerült javítani az előállitási módon, hogy ugyanakkora famennyiségből majdnem kétszer annyi szesz főzése vált lehetővé.

Ha általános lesz az érdeklődés e szépen jövedelmező ipar iránt, méltán remélhetjük, hogy még sokszorta gazdaságosabb kihasználásnak fogják módját ejteni.

Legutóbbi időben a *Gentzen-Roth*-féle[3]) eljárás szerint igyekeznek fából spirituszt előállitani.

Ezen eljárás alapelve tulajdonképpen az, ami a *Classen*-é, csakhogy oxidáló szerül ozont használnak, melynek erélyes oxidáló hatása mindenki előtt ismeretes. Az autoklávba, a nedves fürészpor

---

[1]) *Classen.* Verfahren, Zuckerlösungen leicht vergährbar zu machen, welche aus gerbstoffhaltigem Hölzern oder anderem, cellulosehaltigem Material gewonnen sind.

[2]) *H. Rüdiger.* Die chemische Industrie 28 k. 547. l. (1905).

[3]) *Wilhelm Robert Gentzen* und *Leonhard Roth.* Verfahren zur Gewinnung von für die Spiritusfabrikation verwendbare Maischen aus Pflanzen und pflanzlichen Abfallstoffen. Patent Nr. 147, 844 vom 26. Mai 1901 ab.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

betöltése után nagy nyomással ozont préselnek be, majd annyi kénsavat adnak hozzá, hogy a fa nedvességével együtt 3%-os oldat legyen jelen, vagy ha sósavval dolgozunk, akkor 4%-os. Most a tömeget nyomás mellett invertálják. Hogy a hidrolízis hamarabb folyjék le, inkább a nyomást növelik egész 20 atmoszféráig is. Különben a nyomás és az inverzio ideje is változik a feldolgozandó anyag szerint.

Hogy mennyire beválik ez a módszer, azt bizonyitják az elért eredmények:

100 *kg* erdei fenyőből 44·5 *kg* czukrot kaptak, melyből 34 *kg* erjeszthetőnek bizonyult.

100 *kg* luczfenyőből 65 *kg* czukrot kaptak, 40 *kg* erjeszthető glükóztartalommal.

40 *kg* erjeszthető glükózból pedig 15 liter abszolut alkoholt lehet kapni.

Könnyü belátni, hogy igy majdnem háromszor akkora szeszтermelés válik lehetővé, mint amennyit *Simonsen* volt képes elérni.

Azóta nem történt semmi nagyobb ujitás a fa elczukrositásának kérdésében, kivéve azt, hogy ozon helyett hidrogén-szuperoxídot is használnak az inverzió megkönnyitésére.[1]) Ez uton állitólag még magasabb a képződött czukor, illetve szeszmennyiség.

Az eddig elért eredmények is világosan mutatják tehát, hogy a fahulladékoknak most ismertetett értékesitése biztos jövedelem alapja lehet. Fontos volna lehetőleg nagyszámu kisérletet végezni különféle fák fürészporával, hogy azután azokat a fajokat választhassuk, melyeket legkönnyebb invertálni, és legtöbb alkoholt szolgáltatnak. Történtek ugyan ebben az irányban is vizsgálatok, de nem oly nagy számmal, hogy azokból rendszeres összefüggéseket lehetne kiolvasni.

---

[1]) *Wislicenus.* Neuere Fortschritte in der chemischen Verwertung der Walderzeugnisse und des Torfes. 1904.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

Összefoglalás.

A fának inverziója utján czukrot és alkoholt lehet gyártani. Jelenleg még csak az utóbbira nézve vannak kipróbált módszerek. Az egész eljárás a szesznél nagyon egyszerüvé válik, mivel az alkoholt, melyet éppen nyerni akarunk, a különféle anyagokat tartalmazó oldatból át lehet desztillálni, s így könnyen elkülönithetjük azt. Sokkal nehezebb és egyáltalában meg nem oldott probléma a fának czukorrá való feldolgozása, ami pedig szintén nagyjelentőségü volna. A czukor leválasztása azonban azért olyan körülményes, mert az oldat, melyet inverzió után nyerünk, még sok más anyagot tartalmaz, melyeknek eltávolitása roppant fáradságba és költségbe kerülne. Pedig a czukor nyerése már azért is gazdaságos volna, mert akkor nem vesznének kárba a pentózok sem, melyek erjedésre nem képesek, s most még egyszerüen a kazán fütésére szolgálnak. A pentózokból kétségtelenül épp olyan czélszerü táplálék válnék, akárcsak a glükózból. Az invertált fürészpor leve besüritve már napjainkban is szolgál táplálékul állatok számára s pótolja a melaszt,[1]) melynél természetesen sokkal olcsóbb. A *Gentzen-Roth*-féle eljárás szerint készült melaszban még magasabb czukortartalmu táplálékot szolgáltathatunk házi állataink számára, mint a czukorrépa-melaszban.

Azt pedig nem is kell hangsúlyoznom, hogy az állatok munkaképességét, éppugy mint az emberét is, a czukor mennyire előmozditja. Számos példa és fiziológiai kisérlet bizonyitja, hogy a czukornak mily fontos szerepe van az élő szervezetben. Ha az alkoholról nem is mondhatjuk el ugyanezt, találhatjuk egyéb alkalmazását, úgy, hogy bármekkora termelésre akad fogyasztás. Hiszen az alkohol a mostani életben a legfontosabb iparczikkek

---

[1]) A czukorgyártásnál nyert szirupszerü maradék, mely még mindég felerészben czukor. 100 *kg* czukorrépából kb. 3 kg. melasz kerül ki.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

egyike. Mótorok hajtására mindinkább jobban használják fel a szeszt. Németországban pl. az 1902., 1903. és 1904. években következőképpen emelkedett a mótorokban elégetett spiritusz mennyisége: 1·3 millió, 2·4 millió és 3·6 millió liter.[1]) Az uj szerkezetü spiritusz-izzólámpák, melyeknek használatánál most már minden robbanás ki van zárva, szintén növelik a spiritusz-igényeket. Azonfelül nagyon fontos anyag az alkohol különféle készitmények gyártásánál, melyek közül csak megemlitem az étert, a legkülönfélébb eszencziákat, tinkturákat, a kollodiumot, a kloroformot, stb.

Az alkohol mostani magas ára még számos iparágat tart vissza, melyek erős kifejlődésnek indulnának, ha a spiritusz jelenlegi árának harmadára vagy negyedére csökkenne. Ha fából nyernők spirituszunk legnagyobb részét, nem volna az alkohol ára olyan ingadozó, aszerint, hogy milyen a krumplitermés. A fürészpor és fahulladékok árát mindig lehetne elég alacsonyan tartani. Épen az alkohol árának, illetve a rossz burgonyatermésnek tudható be az a szomoru körülmény, hogy a mótorok hajtására használt spirituszmennyiség 1905. évben egyszerre leszállt Németországban, mert a szesz pár fillérrel drágább lett.

Hazánkban különösen nagyon fontos volna, ha nagyban foglalkoznánk szeszgyártással. Ezáltal kiterjedt erdőségeinket szépen jövedelmező mellékhasználatnak nyitnók meg, másrészt pedig még fejletlen kémiai iparunk is e réven fellendülhetne.

Kisértsük meg nagyjában kiszámitani, mennyi hulladékfa kerülhetne évenkint ily módon szeszfőzésre, s mekkora volna az ebből származó jövedelem.

A földmivelésügyi miniszter 1906. évre vonatkozó jelentése alapján a Magyar birodalom összes erdőterülete 9,013.151 hektár, melyből a kincstáré 1,581.724 hektár. A fennemlitett területen termelt a kincstár 1906-ban 3·6 millió köbméter fát. Ebből 1·1 millió köbméter épület és műfa, 1·9 millió köbméter tüzifa, 0·7 millió köbméter pedig veszendőbe ment. Feltehetjük, hogy ugyanezen arány érvényes az összes erdőterület fatömegének kihasználásánál. Ebből az következik, hogy a birodalom összes erdőterületén 20·5 millió köbméter fát termeltek, melyből 6·3 millió köbméter

[1]) *Rüdiger.* Die chemische Industrie 28 k. 549. l. (1905).

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

épület és műfa, 10·8 millió köbméter tüzifa, végül pedig 3·4 millió köbméter kihasználatlanul maradt. E három tétel közül egyelőre csak az épület és műfát vegyük számitásba, a tüzifát hagyjuk meg annak, a kihasználatlanul maradt részt pedig a mostani viszonyok között, utak hiányában stb., ugy sem hozhatnók le a létesitendő ipartelepbe.

Az épület- és műfa termelésénél fürésztelepeinken szakemberek szóbeli közlése alapján 20%-ban állapitható meg a hulladék. Ennek nagyrészét ugyan jelenleg gépek fütésére fordítják. Azt nem szabad azonban elfelejteni, hogy az alkohollá való feldolgozás után a fahulladéknak még kb. 75%-át visszanyerjük és tüzelésre használhatjuk. A szeszfőzőket természetesen fürésztelepekkel kapcsolatban kellene létesiteni, már csak azért is, mert igy juthatunk legolcsóbban invertálandó anyag birtokába. Ahol pedig vizi erő áll rendelkezésre és mód van elektromos üzem létesitésére, ott természesen az összes hulladékot czukor- és szeszgyártásra használhatjuk fel, a maradékból pedig brikettet készitünk, azt értékesithetjük, sőt melléktermékképpen még methylalkoholt, aczetont és eczetet stb. termelhetünk. Az épület- és műfából az előbb számított alapon tehát évenkint 1·2 millió köbméter járhatná meg az autoklávokat. Vegyünk átlagosan 550 *kg*-ot egy köbméter fa sulyául, akkor a $0{\cdot}550 \times 1{\cdot}2$ millió $= 660.000$ tonna hulladékot adna, melyből, ha tonnánkint 150 liter abszolut alkoholt számitunk, 990.000 hektoliter töményborszeszt lehetne gyártani. Oly mennyiségü alkohol ez, mely Magyarország évi termelését majdnem megüti, s mely óriási jövedelmet biztosit még akkor is, ha az eladási árakat a mostaninál jóval alább szállitjuk.

Az előállitási költségek, *Simonsen* részletes fejtegetései alapján, már ismeretesek előttünk, azzal a különbséggel, hogy manapság már ugyanazon famennyiségből kb. háromszor annyi alkoholt nyerhetünk, mint ahogy ő számitotta, miért is a kilátások még kedvezőbbek.

Egyelőre tehát arról volna szó, hogy tisztán a hulladékfát értékesitsük szesz alakjában. Ha azonban sikerül a termelt alkoholnak megfelelően a fogyasztást, különféle alkalmazások következtében szintén feljebb szállitani, idővel esetleg a tüzi fának, hacsak csekély százalékát is, fel lehetne dolgozni szeszszé.

Ezt az áldozatot nálunk kivált akkor volna ajánlatos meghozni,

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

ha majd czélszerübb módszerek állnak rendelkezésre a czukor leválasztására is. Nálunk t. i. főleg a bükköt használják tüzifának. Már pedig a bükk magas xilántartalmánál fogva 10—15%-kal több czukrot ad, mint pl. a fenyőfélék. Ugyanez áll a nyirfára is, mely ily czéloknak kitünően megfelel. A bükk *Bersch* állítása szerint nem alkalmas az alkoholgyártás czéljaira. Biztosan itt is erjesztést megakadályozó anyagok képződnek. Ezeknek eltávolítása azonban valószínüleg sikerülni fog.

A szeszgyártásra kiválóan alkalmasnak látszik a nyárfa, magas czellulóztartalma miatt. Nagyon könnyü volna a nyárfát nagyban tenyészteni egyszerüen védelmül, hogy alá egyéb, értékesebb fanemeket telepitsünk. Idővel a nyárfákat kivágatván, ezek az alkoholtermelés czéljait előnyösen szolgálhatnák. Az alátelepités jó oldalait manapság mindenki belátja, s ily berendezéssel elérhetnők azt, hogy kettős hasznot huzhatnánk ugyanazon területből.

Ha e rövid eszmefuttatás az olvasónak a fából való czukor- és szeszgyártás jelenlegi állapotáról és fontosságáról tiszta képet nyujt, a czélt, melyet magam elé kitüztem, el is értem.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

FORRÁSMUNKÁK.

Edmund von Lippmann. Chemie der Zuckerarten, III. Auflage.

B. Tolleus. Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate, 1898.

E. Fischer. Die Chemie der Kohlenhydrate und ihre Bedeutung für die Physiologie, 1894.

E. Fischer. Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente.

E. Abderhalden. Physiologische Chemie, 1909. II. Auflage.

Beilstein. Handbuch der organischen Chemie, III. Auflage.

Cross and Bevan. Cellulose, an outline of the stb. London, 1903.

Laudolt. Das optische Drehungsvermögen stb. II. Auflage, 1898.

Wislicenus. Neuere Fortschritte in der chemischen Verwertung der Walderzeugnisse und des Torfes, 1904.

Van Rijn. Die Glykoside, 1900.

W. A. Noyes. Kurzes Lehrbuch der org. Chemie, 1907.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 17., 18., 19., 20., 23., 26., 28., 30., 34., 40. kötet.

Liebigs Annalen der Chemie 267., 270., 365. kötet.

Zeitschrift für physiologische Chemie 7. kötet.

Zeitschrift des Vereins der deutschen Zuckerindustrie, 1900. és 1901.

Die Chemische Industrie 28. és 29. kötet.

Monatshefte für Chemie 6., 7., 24. és 26. kötet.

Zeitschrift für angewandte Chemie, 1898.

Chemisches Centralblatt 1900., 1901.

Különféle Patentiratok.

Bulletin de la Société chimique 23., 31. kötet.

Comptes rendus 10., 16., 17., 18., 29., 42., 48. kötet.

Dinglers politechnisches Journal 267., 273., 287. kötet.

Mitteilungen der Landwirtschaftlichen Institute der Kön. Universität Breslau II. kötet, 1 füzet.

Magyar Szesztermelő V. 16. szám. (1902).

Sitzungsberichte der. Akad. d. Wissensch. Berlin, 1893.

Annales de Chimie et de Physique II. Series 12 k.

Journal für prakt. Chemie. 130 k.

Chemiker Zeitung 18., 20., 32., 35. k.

Die Landwirtschaftliche Versuchsstationen 25. k.

Jahrbuch der Export-Akademie des k. u. k. Österreichischen Handelsmuseums 1902—1903.

Zeitschrift für Moorkultur und Torfverwertung, 1906.

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

A TÁRGY BEOSZTÁSA.

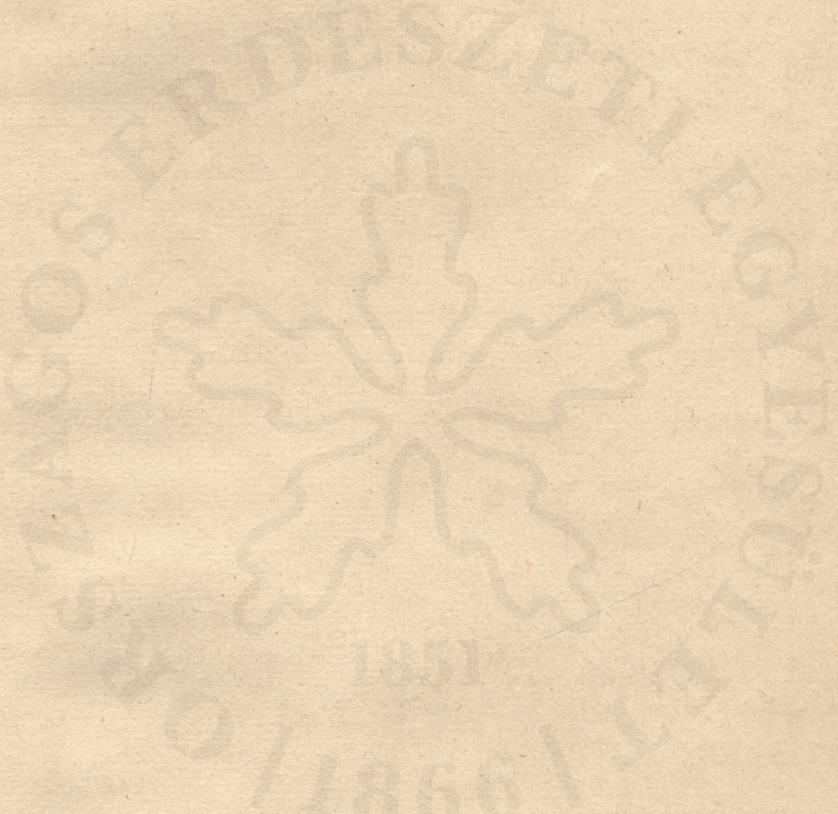
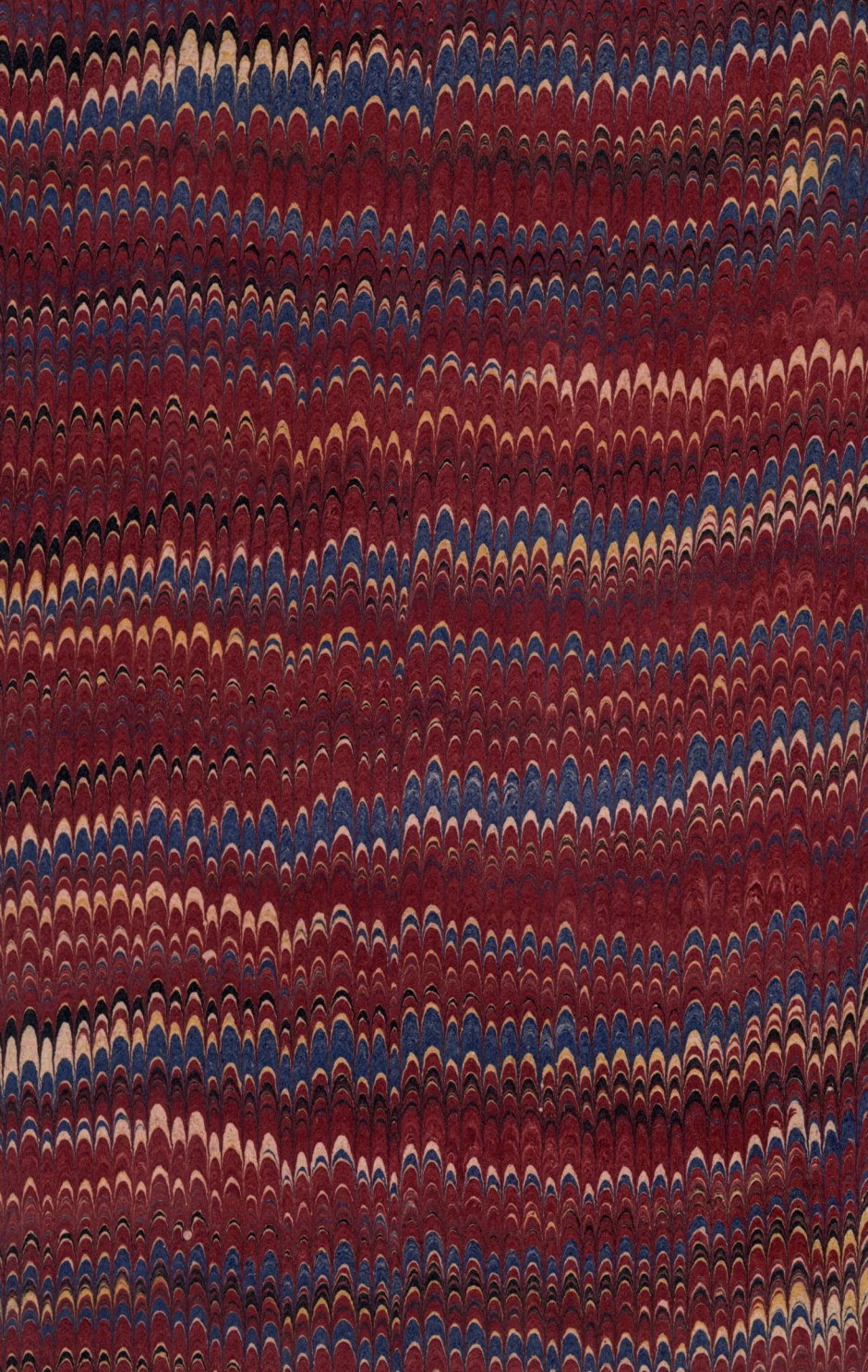
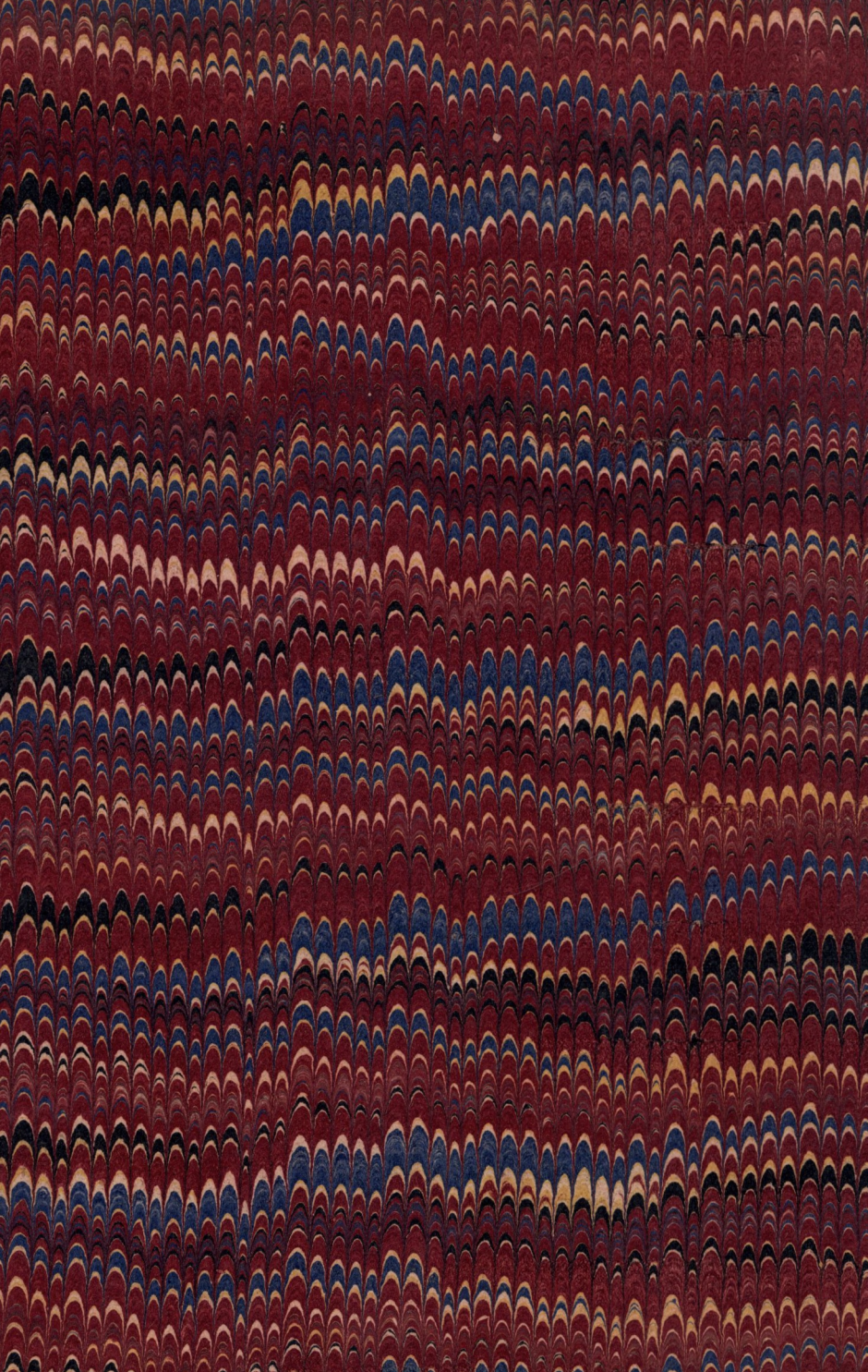
	Lap
Bevezetés	3
A szénhidrátokról általában	5
A czellulóz hidrolízisére vonatkozó tanulmányok	22
Miféle czukrok képződhetnek a fából?	53
A fának czukorrá és szeszszé átalakitásában elért eredmények	56
Összefoglalás	94
Forrásmunkák	98

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET
1851
1986

PÁTRIA
NYOMDAI R.-T.
BUDAPEST

© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.



© OEE Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár 2018. Támogató: Földművelésügyi Minisztérium szerz.sz.: EVgF/255/2018.