

29

**NEDERLANDS PROEFSTATION VOOR STROVERWERKING
TE GRONINGEN**

DE TOEPASBAARHEID VAN WEEFSELDELEN IN GRAANSTRO.

Lezing gehouden voor de Bond van
Materialenkennis op 11 Febr. 1942
te Utrecht

door

Ir. E.L. Ritman.

2285094

Lezing op Woensdag 11/2/'42 te Utrecht voor de Bond van Materialenkennis.

DE TOEPASBAARHEID VAN DE WEEFSELDEELEN IN GRAANSTROO.

Mijnheer de voorzitter, Dames en Heeren,

Wanneer U een doos postpapier zoudt koopen, dan zoudt U vreemd opkijken, wanneer U behalve Uw papier ook een zakje zou worden aangeboden, inhoudende: een beetje schors, een paar sparappels en wat twijgjes. Uw verbazing zou tot ergernis groeien, wanneer de winkelbediende U zou toelichten: "Ja, ziet U, dit papier is gemaakt van een sparrenboom en een sparrenboom bevat behalve de vezels, waarvan het door U gewenschte papier is gemaakt, nog schors en sparappels en dunne takjes en wilt U daar nu nog een dubbeltje voor betalen."

Toch is dat zoo ongeveer de manier, waarop graanstroovezelproducten ten verkoop worden aangeboden: behalve de feitelijke halmen worden de bladscheden, de bladeren, de aren, ja, het onkruid van de graanakker, het wordt allemaal mee verwerkt en het product moet dan concurreeren, tegen het product van sparrenboomen, waar alle takken en de top zijn afgehakt, waar de schors met groote zorg is afgeschild geschuurd en gewasschen en waaruit kwasten en andere minderwaardige plekken zijn uitgeboord!

Doch ook al zou men de aren en de bladeren en de bladscheden en het onkruid uit stroo verwijderen, dan nog zou men allerlei niet vezelige weefseldeelen in zijn eindproduct mee verkoopen.

Deze inleiding moge ertoe dienen Uw gedachten te bepalen bij mijn eigenlijke onderwerp van vanmiddag, n.l. de toepasbaarheid der weefseldeelen van graanstroo.

Hier ziet U een stroohalm, meer in het bijzonder een roggestroohalm. Bovendien die halm moet U zich nog de leeggedorschte aar denken en rondom deze halm de bladscheden en bladresten om een volledig beeld van roggestroo te verkrijgen. Ik moet mij echter beperken en daarom laat ik aren, bladscheden en bladresten buiten beschouwing.

De halm dan bestaat uit internodia en knopen. De internodia zijn vrij eenvoudig van opbouw, de knopen daarentegen niet, doch deze laatste bestaan grootendeels uit dezelfde weefseldeelen als de internodia al komen er ook andere in voor.

Mijn uiteindelijke beperking voor de bespreking van de weefseldeelen in graanstroo is dus hierin gelegen, dat ik mij bepaal tot een bespreking der internodia.

In werkelijkheid is de aar van graanstroo nog veel gecompliceerder.

Graanstroo, althans het stroo van de gebruikelijke soorten, wordt gekenmerkt door de afwezigheid van merg in tegenstelling tot b.v. koolzaadstroo, maisstroo of suikerriet,. Dit neemt niet weg, dat er toch wel mergachtig, of, zooals men dat noemt parenchymatisch weefsel aanwezig is. In een cylinder van parenchymatisch weefsel zijn de vaatbundels ingebed en daar rondomheen ligt een schede van wat men noemt bastvezels. Door een opperhuid van kleine in elkaar grijpende epidermicellen is deze schede beschermd tegen weer en wind.

Deze vaatbundels bevatten nu ook vezels, welke gelijken op de bastvezels in de schede.

Deze vezels versterken de vaatbundels tot een hechte streng, waarin de vaten veilig geborgen liggen. Dergelijke weefseldeelen noemt men algemeen sklerenchym en i.c. dus sklerenchymvezels. Waar de vaatbundels in de knopen verdwijnen treden in die vaatbundels nog andere weefseldeelen met duidelijk vezelkarakter op, n.l.: de tracheïden. Bovendien treft men in die vaatbundels nog opvullende weefseldeelen aan, waartusschen de eigenlijke vaten, het buizenstelsel in het stroo, zich bevinden.

Macereert men nu internodie en preparaat men de weefseldeelen los van elkaar, dan krijgt men natuurlijk een beeld, waarin de verschillende genoemde elementen zijn te herkennen: vaten, parenchym, ander opvullend weefsel, epidermis en vezels t.w. bastvezels, sklerenchymvezels en tracheïden. Daar de internodie circa 70 á 80% van het stroogewicht uitmaken is het toelaatbaar dit beeld, als representatief voor het geheele stroo te beschouwen. Zou men echter de knopen macereeren, dan zou men nog een heel merkwaardig weefseldeel kunnen opmerken met een pantoffelachtig uiterlijk.

Dat zijn de sklereïden, welke in de knopen vereenigd zijn met platte schildjes, welke bij tijden tot zeer hinderlijke vlekken in stroocarton aanleiding kunnen geven. In de literatuur betitelt men deze vlekken met de eenigzins misleidende naam van "sklerenchymvlekken".

Dat is dus heel wat anders dan de vrijwel ideale samenstelling van geschild coniferenhout, waarin men na maceratie slechts sporadisch eenige niet-vezels kan ontdekken.

U zult zich afvragen waarom ik steeds coniferenhout als vergelijkingsmateriaal naar voren breng? Wel dat is eenvoudig hierom omdat coniferenhout een plantaardige grondstof is, eenigzins vergelijkbaar met stroo, welke een enorme industrieele toepassing kent.

Ter demonstratie hiervan laat ik U een grafiek zien, welke ik teekende op grond van verschillende gegevens in de literatuur. Gegevens na 1937 van eenige betrouwbaarheid stonden mij niet ten dienste.

Welk een groei, welke een beloftes ook nog voor een toekomstige groei! En dan te denken, dat bij de aanvang van deze grafiek of liever nog iets eerder, zoo omstreeks 1880 niet hout, doch stroo en aanverwant materiaal de grondstof was voor papier. Hout heeft onbedreigd gewonnen na de uitvindingen van het houtslippen door Keller, de alkalische ontsluiting door Watt en Burgess, de sulfatontsluiting door Dahl en last not least de bisulfietontsluiting door Mitscherlich en Ritter Kellner. Dat was in de laatste helft van de negentiende eeuw, toen ook andere gramineeën meer en meer commerciële toepassing begonnen te vinden, zooals Espartogras en bamboe. Op basis van laatstgenoemd materiaal werd in de jaren te Britsch-Indië langzaam een papierindustrie opgetrokken, ik noem de bekende Titaghur-Mills. Na 1900 loonde het niet meer bamboe te ontsluiten, veel goedkoper kon men houtcelstof koopen of zelfs papier. Ook die periode is nu echter weer achter de rug, de autarkie van Italië en Japan en de industriatieplannen van sommige Zuid-Amerikaansche staten en tropische gebieden hebben dit in de hand gewerkt.

Maar toch rijst twijfel bij de vraag of in Europa of Amerika, waar het stroo als papiergrondstof in de afgelopen halve eeuw zoo volledig is verdrongen door hout, stroo ooit wel weer een kans in deze richting zal krijgen. Doch deze twijfel voert juist tot overwegingen welke de inhoud van mijn betoog zullen vormen.

Tot de 30 miljoen ton papier en carton, geproduceerd in 1937, behoorden ook de circa 1 miljoen ton stroocarton, welke in Amerika en Nederland werden gemaakt, n.l. een goede 600.000 ton in Amerika en een kleine 400.000 ton in ons land. Dat ging dus toch nogal, zeker, maar iedere insider in Nederland weet hoe er geploeterd is moeten worden, hoezeer men heeft moeten vasthouden aan het onderlinge overleg inzake productiebeperking om de fabrieken op rendabele basis te houden. In Amerika is de toestand veel gunstiger, daar is stroocarton het meest gezochte materiaal voor de golf in golfcarton. Het profiteert dus mede van iedere nieuwe overwinning van den "fibreboard container" op de houten kist. Doch in het algemeen kan men zeggen, dat in ons land tot voor de oorlog stroo als grondstof voor carton zich heeft kunnen handhaven, een prestatie, welke tot een roekeloosheid zou geworden zijn, wanneer men de zelfbeperking zou hebben laten varen en alle bestaande fabrieken op volle kracht zou hebben laten draaien. Maar verder: het courantenpapier, het z.g. cellulose pakpapier, de fijne cartons, zooals duplex, het leercarton, het z.g. "Juteboard" en het all kraft board, het zijn alle groote producten, waar hout zijn triomfen heeft gevierd. Zeker onze stroocartonindustrie weet met haar speciale producten hier en daar de concurrentie met het houtproduct te weerstaan, vooral daar waar niet het hout rechtstreeks maar langs de omweg van oud papier als grondstof wordt gebruikt, doch overal elders, waar hout gelijke kansen heeft als stroo, wint hout.

En hoe komt dat, wat is dan die groote kracht van hout? Dat is de homogeniteit: 90 \hat{e} 95% een en dezelfde soort weefseldeelen: de tracheïden.

Niet stroo met al zijn ballast moet men laten concurreeren, doch de stroovezels en dan zullen wij nog eens zien wie wint zoo niet over de geheele linie, dan toch als grondstof voor enkele zeer belangrijke producten, zooals kunstzijde-cellulose, krantenpapier, cellulosepakpapier en edele cartons.

Die ballast moet er dus uit: al die nietvezels, welke ik U toonde, zooals parenchym, epidermis en vaten. En dat is economisch slechts mogelijk, wanneer men daar een eigen bijzonder afzetgebied voor vindt, dat dus niet op het gebied van de vezelproducten ligt, doch op ander gebied.

Onvermijdelijk voert dit dus tot ondervolgend verwerkings-schema:

- 1) Van elkaar losmaken van de weefseldeelen.
- 2) Scheiden der weefseldeelen in vezels en nietvezels
- 3) Verwerken der vezels tot vezelproducten.
- 4) Verwerken der nietvezels tot speciale producten.

1) Van elkaar losmaken van de weefseldeelen.

Om de weefseldeelen van een plant van elkaar te kunnen losmaken, moet men natuurlijk eerst weten hoe ze aan elkaar vastzitten. Dit plantaardige verband is door talloze onderzoekers bestudeerd en wat ik U hier laat zien is een schematische voorstelling, welke met de voornaamste resultaten van al dat onderzoek wel in overeenstemming is.

Om dit te kunnen begrijpen moet U zich denken, dat het heel jonge plantje er zoo ongeveer uitziet als opgeklopt zeepschuim, allemaal compartimentjes gescheiden door uiterst fijne wandjes. In tegenstelling tot zeepschuim zijn die wandjes niet vloeibaar en is de inhoud der compartimentjes geen lucht, doch vloeistof. In het eerste groeistadium wordt in ieder compartimentje, in iedere cel dus tegen de celwandjes een afzetsel gevormd van lignine en aangezien ieder wandje steeds twee cellen scheidt, wordt aldus ieder wandje aan beide zijden dikker. Naarmate nu de groei verder gaat worden ook andere stoffen afgezet in steeds stijgende mate met de bijzonderheid, dat deze zich deels met krystallijne regelmaat afzetten, doch hier kom ik later op terug.

Het moge U duidelijk zijn, dat het verband der weefseldeelen in hoofdzaak wordt veroorzaakt door de lignine. De vraag waar het ons om gaat is dus: hoe kunnen wij die lignine nu zoodanig modificeeren of liever nog verwijderen, dat de weefseldeelen van elkaar kunnen worden losgewreven. U voelt dus het probleem: de lignine zit niet alleen tusschen de cellen maar is ook in de celwanden ingebouwd. Het beste kunt U zich dit voorstellen als wanneer U twee stukken vloeipapier op elkaar lijmt met eenigszins dunne gom. De gom trekt dan in beide stukken vloeit en ofschoon een dun laagje ertusschen wel practisch 100% gom is, toch zit dit laagje verankerd in beide stukken vloeit. Eerst door de gom te weken kan men de stukken vloeit van elkaar aftrekken. Men moet dus de lignine laag weken en dan het plantaardige materiaal wrijven of, laat ons zeggen, roeren om de weefseldeelen van elkaar los te maken. Dit proces noemt men ontsluiten. In principe doodeenvoudig, in zijn toepassing zeldzaam gecompliceerd.

Nu zijn er twee manieren om een stof week te maken, n.l. door hem te plastificeeren en door hem te laten zwellen. Zooal niet exact geformuleerd zal de bedoeling U duidelijk zijn. Rubber kunt U weekmaken door verwarming, dan is zij plastisch en door haar in olie te leggen, dan zwelt ze.

Zoo ongeveer is het met de lignine ook. Bij circa 160° C. in een stoomatmosfeer wordt lignine plastisch en in alkalische vloeistoffen zwelt ze.

Welke twee wegen staan dus open om de strooweefseldeelen van elkaar los te maken door verweking van de lignine? Eenvoudig te malen onder stoomdruk van minstens 6 á 8 etc.
2e " " aanwezigheid van natronloog
liefst bij circa 80° C.

De eerste methode wordt verwezenlijkt in de systemen van Asplund en Mason, de tweede methode in die van S.D. Wells en die van Sudakow-Larin.

Nu is lignine een typische amorfe stof, waarbij zwelling al zeer spoedig overgaat in oplossing, zoodat het van de methodes van Wells en Sadokov slechts een geringe overgang is tot de meer gangbare ontsluitingsprocédé's waarbij de lignine wordt opgelost.

En dan geraakt men vanzelf tot procédé's waarbij men de lignine chemisch modificeert om haar gemakkelijker in oplossing te brengen. Dit principe ligt dan ten grondslag aan de meeste gangbare ontsluitingsmethodes.

Laat ik even recapitulereen alvorens mijn betoog te vervolgen.

Ik ging uit van de overtuiging dat de weefseldeelen van graanstroo voor verschillende doeleinden gebruikt moeten worden.

Hiertoe vloeide de noodzaak voort om ze van elkaar te scheiden, waartoe de ligninelag welke ze aan elkaar bindt week gemaakt moet worden. Hiertoe kunnen de methodes van Asplund, Mason, Wells en Sudakow-Larin dienen. De beide eerste berusten op platificatie van de lignine, de beide laatste op zwelling.

Ook noemde ik nog de omstandigheid, dat zwelling der lignine meer gemakkelijk overgaat in oplossen waardoor men vanzelf terecht komt bij de tale looze methodes der chemische ontsluiting.

2) Van elkaar scheiden van de weefseldeelen.

Vervolgen wij ons betoog.

Het belangrijkste komt nu, n.l. het scheiden der weefseldeelen: het fractionneeren. Als analytisch hulpmiddel bij de beoordeeling van houtslip vond deze fractionneering het eerst toepassing omstreeks 1930 in Scandinavië en in Canada. Ook voor de beoordeeling van de vezelsamenstelling bij de papierfabricage werd de methode door menigen onder-

zoeker toegepast o.a. omstreeks 1930 door mijzelf, waarbij mij is gebleken, dat het percentage vezels langer dan $1\frac{1}{2}$ mm een zeer belangrijk criterium is vooral voor de doorscheurvastheid van het papier, ongeacht of dit nu houtvezels of andere papiervezels zijn.

In de techniek vond de vezelfractionneering begrijpelijkerwijze vrijwel geen toepassing omdat de voornaamste grondstof nu eenmaal zoo puik is. Coniferenhout bestaat voor 90 á 95% uit vezels en circa 70% daarvan is langer dan $1\frac{1}{2}$ mm; slechts 50% is vereischt voor optimale doorscheur. Niettemin zijn vele uitvinders op dit gebied bezig geweest, zoodat we momenteel drie systemen kunnen onderscheiden:

- 1e. Het systeem ten grondslag liggende aan het oudere patent van Webber en het recentere patent van Strindlund speciaal voor het uitlezen van lange vezels uit een suspensie door middel van zich door die suspensie heen bewegende messen, waar de lange vezels op blijven hangen.
- 2e. Het systeem ten grondslag liggende aan b.v. de Lampensator van Lampen en de Planfaserwäscher van Voith bestaande in het uitspoelen van zeer fijn materiaal uit vezelsuspensie.
- 3e. Het systeem dat door mijzelf in dienst van het Proefstation voor de Javasuikerindustrie werd geöctrooieerd waarbij iedere gewenschte scheiding kan worden gerealiseerd bestaande in het uitzeven van een zich als vloeistoffilm voortbewegende vezelsuspensie.

Uit deze opsomming moge blijken, dat het scheiden van vezels en kortere wefseldeelen technisch mogelijk zijn.

En als men dus eenmaal zoover is, dan moet men met die fracties verder gaan om te geraken tot verkoopbare producten.

Al is men natuurlijk geheel vrij in zijn keuze der methode van het losmaken der wefseldeelen uit het plantaardige verband, ik kies hier de defibratormethode van Asplund welke ik U noemde en welke het voordeel heeft, dat men een vezelstof verkrijgt, welke ongeveer dezelfde samenstelling heeft als het oorspronkelijke stroo met uitzondering van de in warm water oplosbare stoffen, welke verwijderd zijn: circa 10 á 15% van het stroogewicht. Wat kunnen wij nu doen met deze vezelstoffen?

Om U dat toe te lichten moet ik U iets vertellen over de chemische samenstelling van de celwand.

Het woord chemisch moet U dan in de eerste plaats verstaan

als colloïd-chemisch d.w.z. als een term welke Uw gedachten dient te bepalen bij de samenstelling van de celwand uit zelfstandige eenheden met een eigen oppervlak.

Denkt U zich eens een kubus met een ribbe van 10 cm., die heeft een oppervlak van $6 \times 10^2 = 600 \text{ cm}^2$.

Denkt U zich nu diezelfde kubus onderverdeeld in 1000 kubusjes ieder met een ribbe van 1 cm, dan blijkt het dat dezelfde hoeveelheid stof een oppervlak heeft gekregen van $1000 \times 6 \times 1 = 6000 \text{ cm}^2$, dus 10 keer zoo groot.

Conclusie: door het onderverdeelen van een lichaam zoodanig dat de linesire afmetingen 10 keer zoo klein worden, wordt het totale oppervlak 10 keer zoo groot.

En hier projecteer ik U nu een tabelletje van Frey Fyseling over de afmetingen der eenheden in de celwand. Op grond van allerlei metingen stelt deze autoriteit vast, dat we mogen aannemen, dat in de wand van katoenvezel 6×10^{12} kleinste deeltjes met een eigen oppervlak aanwezig zijn. Dat zijn geen moleculen, want die hebben geen echt oppervlak; het zijn micellen.

Als afmeting van zulk een micel noemt hij als grootte-orde: $60 \times 60 \times 750 \text{ A}$. Uit deze gegevens leert eenvoudige berekening dat het totale oppervlak van al die micellen in die eene katoenvezel 100 cm^2 is! Omdat dat oppervlak aanwezig is binnen in de vezelwand, zooals het oppervlak van alle baksteen in een huis binnen in de muren van dat huis aanwezig is, spreekt men van het inwendige oppervlak. Dit cijfer wordt nog iets sprekender wanneer we niet het inwendige oppervlak van 1 katoenvezel, doch van 1 gram katoen berekenen. Dat komt dan op circa $10.000.000 \text{ cm}^2$ of 1000 m^2 !

Verschillende overwegingen leiden ertoe, dat dit cijfer, naar grootte-orde natuurlijk, ook mag gelden voor stroo. Het inwendige oppervlak van 1 gram stroo is dus 1000 m^2 of sprekender nog het oppervlak van een voetbalveld zit binnen in 10 gram stroo!

En dat oppervlak is nietschoon. Tijdens de groei heeft zich daar allerlei op afgezet, dat oppervlak is geïncrusteed en daardoor ontstaat het typische karakter dat plantenvezels eigen is.

Op grond van ons onderzoek in Groningen en van de literatuur komen wij nu tot de volgende chemische samenstelling, onderverdeeld in drie groepen:

in warm water oplosbare stoffen
de incrustaties
de micellen.

De cijfers zijn natuurlijk slechts grootteorde om de gedachte te bepalen.

Het best verkoopbare bestanddeel is de cellulose, waarvan ik hier de chemische formule laat zien: allemaal glucose eenheden aan elkaar.

Sommige van die glucoseeenheden kunnen vervangen worden door uronzuur eenheden, welke op hun beurt door CO₂-afsplitting in xyloseeenheden kunnen overgaan. Vooral deze laatste komen in stroo veel voor en vormen, als ze binnen in het micel zitten, het vastgebonden xylaan en als ze op het oppervlak van het micel zitten, het los gebonden xylaan.

Die micellen blijken nu een zeer sterke samenhang te hebben ook zonder dat die incrustaties aanwezig zijn. Dat ver-

klaart men wel als volgt, dat de cellulose moleculen erg lange ketens van glucose-eenheden zijn en dat sommige van die lange moleculen zoowel tot het eene als tot het andere micel behooren, een even elegante als goed gefundeerde hypothese.

Tenslotte projecteer ik U een paar chemische formules welke men teekent aan de lignine. De meningen hierover zijn zeer verdeeld, doch men is het er wel over eens dat dergelijke complexen van aeromatische en alifatische groepen op het micel oppervlak geadsorbeerd zijn. Door het feit van het geadsorbeerd zijn, kunnen die, uit een organisch chemisch oogpunt, uiterst reactieve complexen slechts zeer langzaam en onvolledig reageeren met moleculen in hun omgeving. Zoodra grijpt men echter in om die lignine te isoleeren en te onderzoeken of die complexen gaan oogenblikkelijk allerlei volslagen oncontroleerbare reacties volvoeren zoo ongeveer als wanneer men een appel doorsnijdt om erin te kijken; die ziet men dan veranderen.

Vanzelfsprekend heerscht dan ook op geen gebied der plantenchemie zooveel verwarring en zijn de polemieken zoo onvruchtbaar als juist op het gebied der lignine^{chemie}~~chemie~~. Er zijn zelfs onderzoekers, zooals R.S.Hilpert die beweren dat er heelemaal geen lignine bestaat en dat alle verschijnselen waaronder de gangbare analysemethoden waaruit men tot het bestaan van lignine zou moeten besluiten, alleen maar zinsbegoocheling zijn.

Dat gaat nu wel wat erg ver en als U zich herinnert, dat ik als samenstelling van graanstroo, o.a. noemde 10% in warm water oplosbaar en 18% lignine, dan is het toch wel zeer opvallend dat wij erin slaagden spierwit graanstroo te maken waaraan deze bestanddeelen practisch volledig ontbreken en met een rendement van 72%!

Hier is het monster.

Uit deze toelichting tot de chemische samenstelling van de stroovezels volgen direct de verwerkingsmogelijkheden:

- 1e. Vezelproducten: Kunstzijde cellulose = louter micellen.
witte papier celstof = micellen met in-
crustaties voor-
zoover geen lignin.
pakpapier celstof = micellen met in-
crustaties waar-
van een deel lignine.
grondstof voor carton = idem
bouwplaat = elles behelve in
warm water oplos-
bare stof.
- 2e. Producten der nietvezels: suikers : glucose (40%) en
xyleen (28%).
persmasse : lignine + xyleen.
of brandstof louter lignine.
gassen : methaan en koolzuur.
- 3e. Secundaire producten uit de suikers: : glucose alcohol.
voedergist.
xylose furfurol.
voedergist.

Hiermede ben ik aan het eind van mijn voordracht; met opzet heb ik de technische kwesties volledig buiten beschouwing gelaten, ze reserveerend ~~de~~ voor eventueele discussies. Als conclusie formuleer ik de hoop, dat nog eens een installatie zal verrijzen waarmede ons landbouwafval zal worden verwerkt tot de U genoemde producten. Het aantrekkelijke daarbij is, dat zulk een installatie slechts weinig hulp-materialen zal behoeven.

Ik heb gezegd!!!
