

Über die biologischen Funktionen der Baumwollsamenhaare : Beitrag zur Kenntnis cutinierter Zellmembranen

Autor(en): **Haller, Rob.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **53 (1943)**

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-37670>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Über die biologischen Funktionen der Baumwollsamenhaare.

Beitrag zur Kenntnis cutinierter Zellmembranen.

Von Prof. Dr. *Rob. Haller*, Riehen.

Eingegangen am 1. September 1942.

Die Samenhaare von *Gossypium* werden heute noch vorzugsweise als der Verbreitung des Samens durch Windströmungen dienend, also als Flugapparat, aufgefaßt (*Schneider*, 1917). Gegen diese Auffassung wurden allerdings verschiedentlich Zweifel geäußert, zunächst von *Balls* (1915), der bezweifelte, daß einzelne Samen, trotz der reichlichen Samenhaare, vom Winde so fortgetragen werden können, daß mit Recht von einer Verbreitung der Art durch den Wind gesprochen werden dürfe. Er glaubt, daß allenfalls ganze Kapseln in dieser Weise verbreitet werden könnten, was aber meiner Ansicht nach deshalb unwahrscheinlich ist, weil die Samenhaare auch nach voller Reife von den Kapselwandungen noch kräftig zusammengehalten werden und dem Wind, abgesehen von dem relativ hohen Gewicht, eine für die Fortbewegung in der Luft zu kleine Angriffsfläche bieten würden.

Eine weitere Meinung *Balls* über den Zweck dieser Samenhaare ist die, daß diese Organe die Feuchtigkeit aufsaugen und so dem Samen die Keimung erleichtern sollen. Auch diese Anschauung scheint mir wenig stichhaltig zu sein, erstens, weil es Baumwollsorten gibt, beispielsweise *Gossypium barbadense* L. und *Gossypium brasiliense* Macfadyen, deren Samen Samenhaare nur an der Spitze tragen, im übrigen aber völlig nackt sind. Zweitens ist bekannt genug, daß die Cuticularschicht des Samenhaares unter den mannigfaltigen Inkrusten unter anderem Fette und Wachse enthalten, welche eine äußerst schwere Benetzbarkeit des Haares zur Folge haben. Es ist diese schwere Benetzbarkeit in Baumwolle verarbeitenden Industrien wohlbekannt; man weiß, daß lose, native Baumwolle, auf Wasser gelegt, sich je nach der Art, oft erst nach 3—8 Tagen so benetzt, daß sie untersinkt. Man trachtet daher, durch Anwendung von Netzmitteln, die für gewisse Veredlungsoperationen erforderlichen chemischen Behandlungen der rohen Faser zu beschleunigen. Aus diesem Grunde sind auch die Auffassungen von *N. W. Barrit* (1924) eher stichhaltig, daß die Baumwollsamenhaare den Samen gegen temporäre Veränderungen der Feuchtigkeit

schützen sollen, welche bei heftigem Tau oder sporadischen Regenfällen eintreten. Ob die Samenhaare klimatische Anpassungen der Pflanze darstellen, ist sicherlich problematisch, da die *Gossypium barbadense* L., welche sowohl in den feuchten Küstenstrichen von Carolina und Florida gedeiht, ebenso gute Qualitäten liefert wie in Ägypten, obwohl dort und hier die klimatischen Verhältnisse durchaus verschieden sind. Der Zweck dieser Baumwollsamenhaare erscheint also durchaus problematisch.

Zweck der vorliegenden Studie soll es nur sein, auf Grund von morphologischen und chemischen Untersuchungen nachzuweisen, daß das einwandfrei als Flugapparat fungierende Samenhaar sich diesbezüglich vom Samenhaar der Baumwolle grundsätzlich unterscheidet.

Der Bau der Baumwollfaser ist durch ältere und neuere Untersuchungen sehr genau bekannt. Wir wissen, daß das Samenhaar der Baumwolle ein einzelliges Haargebilde darstellt mit einem recht engen und in der nativen Faser zusammengedrückten Lumen, das nur einen geringen Luftinhalt aufweist. Die eigentliche Zellwand ist mächtig entwickelt und zeigt bei entsprechenden Behandlungen, besonders mit Quellungsmitteln, beispielsweise Äthylendiamin-Kupfer, einen ausgesprochen lamellaren Aufbau. Die äußerste Schicht der Zellwand, die früher als gesonderte Membran angesehen wurde, ist in neuerer Zeit aber als die äußerste Schicht der Zellwand, inkrustiert mit den sogenannten Hemizellulosen Pektin, Wachs, Fetten und Farbstoffen erkannt worden, wobei diese Begleitkörper lediglich adsorbtiv mit dem Zellulosegerüst verbunden sind (*Wislicenus*). Wir wissen, daß bei Anwendung geeigneter Quellungsmittel die Zellwand der Baumwollfaser quillt, wobei aber die nicht quellbare Außenlamelle, die sogenannte Cuticula, dieser Quellung nicht folgt und daher reißt und sich über den tonnenförmigen Anschwellungen der reinen Zellulosewandung manschettenförmig zusammenschiebt. In dieser Weise gelingt es, diese Primärmembran, die Cuticularschicht, von der übrigen, im Reagens löslichen Zellwand zu trennen. Alkalische Behandlungen, besonders in der Wärme, lösen aus dieser Schicht die Inkrusten größtenteils heraus, so daß dann das nahezu reine Zellulosegerüst zurückbleibt; eine so behandelte Faser ist dann in Äthylendiamin-Kupfer ohne jeden Rückstand löslich, zeigt in diesem Zustand auch die für die native Faser so charakteristischen perlschnurartigen Quellungsformen nicht mehr, sondern quillt ihrer ganzen Ausdehnung nach gleichförmig, um nach einiger Zeit völlig in Lösung zu gehen.

Ferner ist uns bekannt, daß wir an der nativen Faser durch Färbung in Rutheniumrot die Tiefe dieser primären Lamelle feststellen können, da sich die Pektinkörper mit dieser Substanz tief rot färben.

Eine weitere Reaktion ist die mit Zinkchlorid-Jod; die Zellulose färbt sich darin violettrot, die Primärlamelle dagegen gelb. Erst nach

alkalischen Behandlungen färbt sich die Faser in ihrer ganzen Masse violett.

Erst Behandlung in Jod-Jodkali, dann abgepreßt und in Schwefelsäure von 50° Bé. eingelegt, erzeugt im ganzen Ausmaße der Faser eine tief indigoblaue Färbung. Das sind die Reaktionen, mit denen Zellulose von anderen Substanzen auseinandergehalten werden kann.

Es dürfte nun zweckmäßig sein, das entsprechende Verhalten von Fasern und Samenhaaren, die in ihrem biologischen Zweck als ausgesprochene Flugapparate schon seit langem bekannt sind, zu untersuchen. Wir finden da in der Literatur schon gewisse Hinweise. In seinem bekannten Werke über die Rohstoffe des Pflanzenreiches von Wiesner (1927, I, S. 518) finden wir unter dem Kapitel «vegetabilische Seide» berichtet, daß man schon oft versucht hätte, derartige Samenhaare als Gespinnstfasern zu verwenden, daß aber alle diese von *Asclepias syriaca*, *Asclepias curassavica*, *Calotropis gigantea* und *Strophanthus dichotomus* stammenden Samenhaare wegen ihrer Brüchigkeit, ferner wegen der geringen Dicke der Faserwand und dem dadurch bedingten weiten Lumen, dem gedachten Zwecke nicht dienstbar gemacht werden konnten.

Wir werden diese tropischen bzw. subtropischen Arten hier nicht berücksichtigen, sondern uns mehr an die Samenhaare halten, welche wir an unseren einheimischen Pflanzen, und zwar *Populus*, *Salix*, *Eriophorum* und *Taraxacum* beobachten können; tatsächlich sind in Mangelzeiten, beispielsweise in den gegenwärtigen, des öfteren Vorschläge gemacht worden, insbesondere die Samenhaare der drei erst-erwähnten Pflanzen, dann aber auch das Samenhaar von *Epilobium*-arten und von *Vincetoxicum*, der Textilindustrie dienstbar zu machen, selbstverständlich ohne Erfolg. (Fig. 1.)

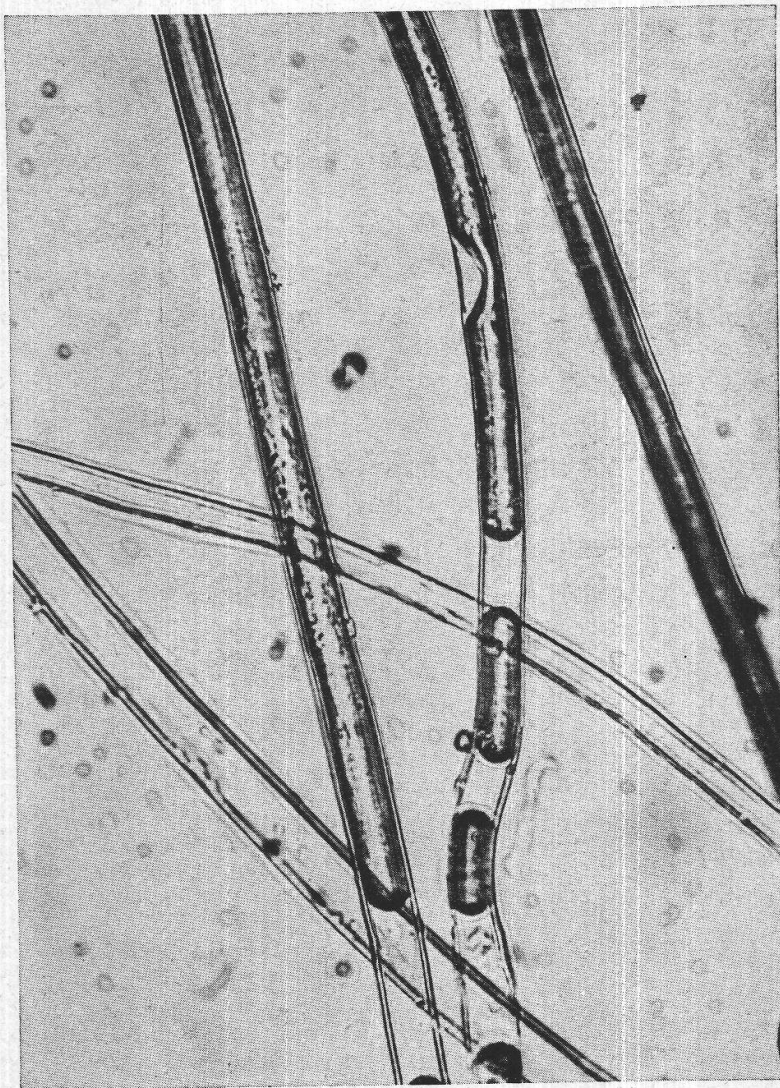
Vor allen Dingen wird uns bei diesen eigentlichen Flugapparaten das Fehlen jeglicher Quellfähigkeit in Äthylendiamin-Kupfer auffallen. In diesem Reagens bleibt das Haar, auch nach längerem Aufenthalt, vollkommen unverändert. Von perlschnurartigen Quellungsformen wie bei der Baumwolle ist keine Spur.

Die Jod-Reagenzien zeigen ebenso von der Baumwollfaser völlig verschiedene Reaktionen; Chlorzink-Jod färbt gelb, nicht violett; in Jod-Jodkali, sodann Schwefelsäure von 50° Bé., bleibt die Faser gelb, ohne sich blau zu färben.

Rutheniumrot färbte sämtliche von mir untersuchten Samenhaare kaum an.

Es wurde nun die Frage erwogen, ob durch Behandlung mit heißer 10%iger Natronlauge die Begleitkörper ganz oder zum Teil gelöst und entfernt werden könnten, was dann logischerweise zur Rekonstruktion der bekannten Zellulosereaktionen führen müßte.

In kalter, konzentrierter Lauge quellen die Fasern zwar unter lebhaften Bewegungen, aber ohne Veränderungen, wie bei der Baumwollfaser, erkennen zu lassen. Auch die heiße Lauge verändert die Faser nicht, wenigstens ist weder makroskopisch, außer einer Gelbfärbung, noch mikroskopisch etwas festzustellen. Das chemische Verhalten aber



Figur 1.
Pappelwolle. Vergr. 400.

hat sich gründlich verändert; Chlorzink-Jod gibt wiederum die violette Färbung; Jod, dann Schwefelsäure färbt indigoblau.

Aber nicht allein chemisch, sondern auch morphologisch läßt sich nach Behandlung mit heißer Lauge eine Veränderung feststellen. Mit Äthylendiamin-Kupfer, welches Reaktiv das native Samenhaar bekanntermaßen unbeeinflußt läßt, zeigen sich vor allen Dingen eindeutige Quellungserscheinungen, bei einzelnen Fasern auch die bekannten, tonnen-

förmigen Anschwellungen, voneinander getrennt durch eine zusammengeschobene Cuticula.

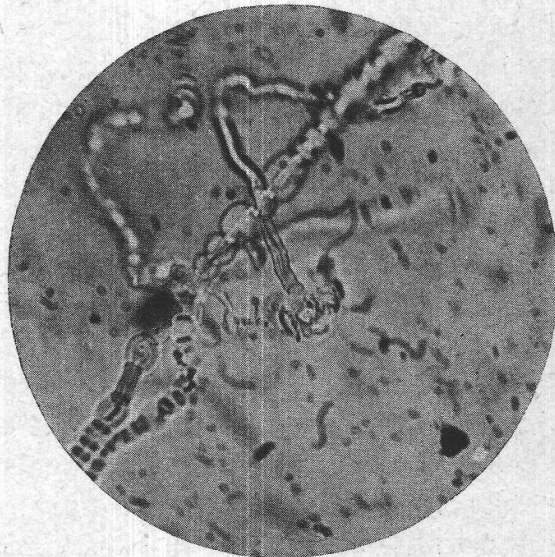
Nun wissen wir aber, daß nach Natronlaugebehandlung, beispielsweise bei der Baumwollfaser, die perlschnurartige Quellung in Äthylendiamin-Kupfer unterbleibt. Die Primärlamelle hat offenbar durch Entfernung gewisser Begleitsubstanzen wieder Quellungsfähigkeit erlangt, so daß diese, für die native Faser charakteristische Quellung nicht mehr eintreten kann. Beim Samenhaar vom *Populus* müssen wir also annehmen, daß zwar auch hier die Laugenbehandlung die Quellfähigkeit der Faser bewirkt, daß aber in der äußeren Zellwand immer noch bestimmte Substanzen verbleiben, welche derselben andere Eigenschaften verleihen als den inneren Zellwandpartien. Bekanntermaßen ist Bedingung für die charakteristischen, tonnenförmigen Anschwellungen, daß zwei übereinandergelagerte Lamellen von verschiedenem Quellungsvermögen vorhanden sind (*Helvetica chimica acta*). Solche Verhältnisse haben wir auch bei dem in Lauge behandelten *Populus*-Samenhaar, was letzten Endes den Schluß zuläßt, daß auch diese Faser eine Art Cuticula besitzt, die sich unter den gekennzeichneten Versuchsbedingungen nachweisen läßt, und daß die Laugenbehandlung in der äußersten Schicht der Zellwand Substanzen unbekanntes Charakters zurückläßt, welche die Quellungsfähigkeit dieser äußeren Lamelle aufhebt oder zum mindesten herabsetzt.

Wir haben oben gesehen, daß nach Natronlaugebehandlung allein bei den Samenhaaren vom *Populus* nur vereinzelte Fasern die perlschnurartigen Quellungen in Äthylendiamin-Kupfer zeigen. Behandelt man aber diese in Natronlauge gelegenen Fasern weiter mit einer Lösung von Chlordioxyd in der Dauer von 24 Stunden, dann mit einer solchen von Natriumsulfit (Schmidt und Graumann, 1921), so zeigt sich nun bei Behandlung mit Äthylendiamin-Kupfer, daß die gesamte Fasermenge die charakteristischen Kugelquellungen zeigt (Fig. 2). Wir haben also durch die chemische Behandlung der nativen Samenhaare erst mit Natronlauge, dann mit Oxydantien den Zustand erreicht, den wir hinsichtlich Quellungserscheinungen bei der nativen Baumwollfaser zu beobachten Gelegenheit haben. In dieser Weise reagieren nun alle die oben gekennzeichneten Samenhaare, welche als Flugapparate für die Verbreitung der Spezies durch den Wind sorgen.

Die Begleitkörper derselben müssen also nach den soeben mitgeteilten Beobachtungen einen von denen der Baumwollfaser recht verschiedenen Charakter besitzen. Andererseits ist das Vorhandensein einer eigentlichen Primärlamelle, bekannt unter dem Namen « Cuticula », auch bei diesen Samenhaaren ganz unzweifelhaft. Welches die Substanzen sind, welche als Begleitkörper das von der Baumwollfaser verschiedene Verhalten hervorrufen, ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen; daß wohl Korksubstanz eine bedeutende Rolle spielt, dürfte feststehen, ob-

wohl auch hier wieder betont werden muß, daß « cutinisierte » und « verkorkte » Membranen sich hinsichtlich des chemischen Verhaltens nicht unter einen gleichen Nenner bringen lassen.

Nach diesen Untersuchungen stellen wir fest, daß die Membrane der weiter oben gekennzeichneten Samenhaare, im Gegensatz zur Baum-



Figur 2.
Pappelsamenhaare nach Behandlung
in Natronlauge, dann Chlordioxyd in
Äthyldiamin-Kupfer gequollen.

wollfaser, in nativem Zustande ihrer gesamten Ausdehnung nach, wie man sich etwas ungenau ausdrückt, « cutinisiert » ist; Cutin ist zweifellos auch keine einheitliche Substanz, sondern ein Gemisch verschiedener Körper, die man, wie die Untersuchungen ergeben haben, durch bestimmte chemische Behandlungen gewissermaßen « fraktionieren » kann. Bei der Baumwollfaser ist nur die äußerst dünne Außenlamelle, die « Cuticula », « cutinisiert », so daß die Zellulosereaktionen nicht unterdrückt werden.

Beim genauen Studium der Quellungsformen können wir, im Gegensatz zur Baumwollfaser, eine Schichtung der Zellwand durch Übereinanderlagerung zahlreicher Lamellen nicht feststellen.

Eines aber scheint klar zu sein : Als eigentliche Flugapparate können nur Organe funktionieren, welche morphologisch sich zunächst durch ausgiebige, luftegefüllte Räume, Lumina, und verhältnismäßig dünne Zellwandungen auszeichnen. Die chemischen Reaktionen zeigen eine außerordentliche Widerstandsfähigkeit gegen Quellungsmittel, wie Äthylendiamin-Kupfer und konzentrierte Schwefelsäure, dann das vollkommene Ausbleiben der Zellulosereaktionen mit den bekannten Jodpräparaten. Diese Zellulosereaktionen erscheinen erst wieder nach alkalischen und oxydativen Behandlungen und lassen den Schluß zu, daß ein Zellulosegerüst die Grundlage des Aufbaus des Samenhaares bildet.

Alle diese Voraussetzungen fehlen nun beim Baumwollsamenhaar durchaus. Das Lumen desselben ist eng und kann nur recht kleine

Mengen Luft einschließen; sehr mächtig dagegen ist die Zellwand. Die Cuticula des Baumwollhaares läßt sich als recht dünne, nicht quellungsfähige äußerste Schicht schon an der nativen Faser nachweisen. Da die mächtige, aus reiner Zellulose bestehende Zellwand, im Gegensatz zu der sehr dünnen Cuticularlamelle, in Äthylendiamin-Kupfer kräftig quellbar und letzten Endes löslich ist, sind die Bedingungen für Kugelquellung gegeben. Sämtliche Zellulosereaktionen sind positiv. Auch die recht intensive Färbung in Rutheniumrot läßt auf Begleitkörper schließen, welche sich von denen der oben gekennzeichneten, unzweifelhaft als Flugapparate dienenden Samenhaare prinzipiell unterscheiden müssen.

Die Samenhaare der eigentlichen Flugapparate erscheinen, wie ihr chemisches Verhalten deutlich erkennen läßt, ihrem ganzen Umfange nach cutinisiert; doch ist auch hier die äußerste Lamelle, die der Cuticula der Baumwollfaser entspricht, trotzdem, allerdings erst nach energischem chemischen Eingriff, durch welchen wohl quellungshindernde Substanzen herausgelöst werden, nachzuweisen. Die Begleitsubstanzen der eigentlichen Zellmembran und die der äußersten Schicht müssen also verschiedenen chemischen Charakter haben. Dagegen zeigt bei der Baumwollfaser nur die äußerste Lamelle den chemischen Charakter von mit Cutinsubstanzen inkrustierten Schichten.

Diese Feststellungen berechtigen uns zum Schluß, daß wir das Baumwollsamenhaar nicht als der Verbreitung der Art durch die Windströmungen dienend betrachten dürfen; die Frage des biologischen Zweckes bleibt daher nach wie vor offen und harret der Lösung.

Zitierte Literatur.

- Balls, W. Lawrence, 1915, London, The Development and Properties of Raw Cotton.
Barrit, N. W., 1924. Am. Appl. Biology, H. 11, S. 310—311.
Haller. Textile Forschung III, S. 20.
Helvetica chimica acta XXIV, S. 149.
Kerner von Marilaun, 1891, Wien. Pflanzenleben II, S. 793.
Schmidt, E. und Graumann, 1921. Ber. d. Dt. Chem. Ges. 54, 1868.
Schneider, 1917, Leipzig. Wörterbuch der Botanik, S. 234.
Wiesner, J., 1927. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches I, S. 518.
Wislicenus. Koll. Zeitschr., 27, S. 213.
-