Kritisches und Experimentelles zur Frage nach der ernährungsphyiologischen Leistung des Milchsaftes.

Von ALBIN ONKEN (Oldenburg).

Vorliegende kleine Studie war ursprünglich gedacht als einleitender Abschnitt einer grösseren Arbeit, in der der Versuch gemacht wird, von exkretphysiologischer Seite der Beantwortung der Frage nach der, oder besser nach einer der verschiedenen Funktionen des Milchsaftes näher zu kommen. Da aber keinerlei innerer Zusammenhang zwischen den beiden Arbeiten besteht und zudem die exkretphysiologische Untersuchung (1) ziemlich umfangreich geworden ist, schien es mir ratsamer, die Versuche und die kritischen Erörterungen, die die ernährungsphysiologische Seite des Latex-Problems betreffen, hier gesondert zu veröffentlichen.

Die bisherigen Ergebnisse der ernährungsphysiologischen Milchsaft-Studien sind in neuerer Zeit mehrfach zusammenfassend dargestellt worden. Wir brauchen uns also auf diesbezügliche Einzelheiten hier umso weniger einzulassen, als wir namentlich der kritischen Ausführung KNIEP's (2) im wesentlichen durchaus zustimmen.

Wir knüpfen daher nach einigen vorauszuschickenden kritischen Bemerkungen gleich an die Arbeit von SIMON (3) an, die übrigens Anstoss zu einer Reihe unserer Versuche gegeben hat.

Sehen wir von der ökologischen Bedeutung, die der Milchsaft als Wundverschluss und namentlich als Schutzmittel gegen Tierfrass in manchen Fällen zweifellos haben dürfte, ab und wenden uns der Frage nach der ernährungsphysiologischen Leistung des Latex zu, so gehen da die Meinungen sehr auseinander. Nach unserm Dafürhalten lassen die bisherigen Arbeiten den Schluss, dass die Milchröhren an der Nährstoffleitung oder -Speicherung w e s e n t l i c h beteiligt seien, in dieser allgemeinen Fassung jedenfalls nicht zu. Sodann scheint es uns für einen so heterogen zusammengesetzten Körper, wie es der Milchsaft ist, nicht angängig, physiologische Funktionen im wesentlichen aus anatomischen Tatsachen abzuleiten, wie das u.A. HABERLANDT (4) getan hat, ohne sich allerdings der Tatsache zu verschliessen, dass auf anatomischem Wege die Bedeutung der Milchröhren für die Leitung von Assimilationsprodukten nicht einwandfrei erwiesen werden kann (5). Ein solcher Versuch will uns mit SCHIMPER (6) und KNIEP (2, p. 13) hier umso weniger zulässig erscheinen, als die Lagerungsbeziehungen zwischen Milchröhren und Assimilationsparenchym keinesfalls immer so enge sind, wie es HABERLANDT anzunehmen geneigt ist. Auch die von ihm (lediglich aufgrund anatomischer Befunde) behauptete Entlastung der Gefässbündelscheiden durch die Milchröhren hat SCHIMPER durch das physiologische Experiment nicht bestätigt gefunden, eine Tatsache, mit der sich allerdings HABERLANDT meines Wissens nicht kritisch auseinandergesetzt hat. Ähnlich wie HABERLANDT äussern sich, ebenfalls auf anatomischen Untersuchungen fussend, PIROTTA und MARCATILI (7), GANCHER (8) und kürzlich TOBLER (9). Wir würden uns dieser Ansicht - in dieser a l l g e m e i n e n Form wenigstens - erst dann anschliessen können, wenn durch das physiologische Experiment eindeutig dargetan würde, dass die hier hypostasierte Beziehung zwischen Form bzw. Lage des Behälters und Funktion des Inhaltes tatsächlich einer realen Grundlage niemals entbehrt.

In neuester Zeit ist die Frage nach der Beteiligung der Milchröhren an der S t o f f l e i t u n g von SIMON (3) aufgenommen und verneinend beantwortet worden. SIMON arbeitete hauptsächlich mit *Papaver somniferum*, *P. Rhoeas* und *Euphorbia Peplus*. Er stellt unter Wasser abgeschnittene Sprosse normal oder invers in Farbstofflösungen (im wesentlichen kommt Rose bengale (MERCK) in einer Verdünnung 1:10000 in Betracht) und beobachtet an Schnitten aus verschiedener Höhe die Intensität des Eindringens. Die Eintauchtiefe beträgt einige, meist 4 cm, die Versuchsdauer schwankt zwischen einem und 14 Tagen. Aus den Versuchen folgt, dass sowohl die ungegliederten Milchröhren von *Euphorbia Peplus* wie die gegliederten von

Papaver Rhoeas und *P. somniferum* Rose bengale in erheblichen Mengen speichern, wobei es gleichgiltig ist, ob die Lösung vom Spross- oder Wurzelpol zugeführt wird. Durch Verminderung der Transpiration wird das Eindringen der Lösung stark herabgesetzt (*Papaver somniferum*) oder gänzlich verhindert (*Euphorbia Peplus*). Diese Tatsache lässt den Verfasser vermuten, dass die Leitung des Farbstoffes nicht in den Milchröhren, sondern in den Gefässen vor sich geht, eine Ansicht, in der er noch durch folgende Umstände bestärkt wird: einmal hörten "bei den Transpirationsversuchen ..., die Färbung der Gefässwandungen und Milchröhren gewöhnlich in annähernd gleicher Höhe auf", sodann waren "einigemal" die den Gefässen benachbarten Milchröhren stärker gefärbt als die übrigen, und schliesslich dringt der Farbstoff bei *Papaver*, einer Pflanze, die "zahlreiche echte Gefässe in der Nähe der Milchröhren aufweist" erheblich schneller ein als bei *Euphorbia Peplus*, bei der die Milchröhren den T r a c h e i d e n benachbart liegen, während sich die echten Gefässe mehr im Innern des Holzkörpers befinden. - Durch R i n g e l u n g s v e r s u c h e mit *Euphorbia Peplus* - die *Papaver*-Arten müssen, da sie auch markständige Milchröhren besitzen, hier ausscheiden - sucht nun SIMON die auf die genannten Umstände begründete Hypothese zu beweisen; die mehrfach abgeänderten Versuche bestätigen das verwertete Resultat: der gelöste Farbstoff tritt mit dem Transpirationsstrom in die Gefässe ein und wird nun an den verschiedensten Stellen seitlich an die Milchröhren abgegeben. Diese können somit nicht als Leitungsorgane, wohl aber für manche Stoffe als Speicherorgane angesprochen werden, wobei es hier nahe liegt, an eine ökologische Nebenfunktion der Schutzwirkung gegen einige der eingeführten Farbstoffe zu denken (3, p. 213).

Kritisch wäre zu den Ausführungen folgendes zu bemerken: Erstens sind bei den Ringelungsversuchen keine Pflanzen mit gegliederten Milchröhren berücksichtigt, und zweitens arbeitet SIMON mit abgeschnittenen Sprossen. Nun steht ja nach den voraufgegangenen Untersuchungen mit nicht geringelten Pflanzen zu erwarten, dass bezüglich der Funktion der Stoffleitung gegliederte und ungegliederte Milchröhren sich gleich verhalten werden; dieser Einwand wäre mithin kaum von Belang. Hingegen scheint es geboten, vergleichsweise entsprechende Versuche mit intakten Pflanzen durchzuführen.

Zu diesem Zwecke wurden einige diesbezügliche Untersuchungen mit *Euphorbia Fournieri* (10) angestellt, über die im folgenden berichtet sei. Die benützten Pflanzen wurden vorsichtig aus der Erde herausgenommen und das Wurzelwerk sorgsam gesäubert. Es wurden lediglich Pflanzen benützt, die relativ intakt waren, wobei als Kriterium ein eventueller Saft-Austritt diente. Als Farbstoffe wurden Methylenblau und Rose bengale (MERCK) verwendet.

Versuche mit Methylenblau.

Vorversuche zeigten, dass wässerige Lösungen von 1:200000 und 1: 100000 für unsere Zwecke zu schwach waren. Eine Lösung von 1:50000 liess sich verwenden. Als Gefässe wurden Reagenzgläser benützt. Es wurden nach einander angesetzt:

1. Drei Keimpflanzen von *Euphorbia Fournieri* mit etwa 4 cm langem Hypocotyl und zwei Keimblättern. Das Hypokotyl tauchte etwa 1 cm in die Lösung ein.

2. Eine ältere, aber immerhin noch relativ junge 6-blättrige Pflanze, bei der die Stammsukkulenz noch nicht ausgebildet war. Von dem etwa 6 cm langen Stengel (bis zum untersten Blattansatz gerechnet) tauchten etwa noch 2 cm in die Lösung ein.

3. Wie 1, aber unter Glocke gebracht, die durch eine Schale mit lauwarmem. Wasser abgeschlossen war.

4. Wie 2, aber unter Glocke wie 3.

Versuchsdauer für 1 und 2: vom 14. bis 21. I. 1920; für 3. und 4: vom 16. bis 26. I. 1920. - Die Temperatur des Gewächshauses, in dem die Versuche durchgeführt wurden, betrug durchschnittlich 25°.

E r g e b n i s : Was zunächst die Intensität der Färbung und die Steighöhe der Lösung in den Versuchspflanzen anbelangt, so ist einmal zwischen jüngerer

und älterer Pflanze und sodann zwischen unbedeckter und bedeckter Pflanze ein Unterschied, und zwar ein gleichsinniger, ziemlich deutlich. In den unbedeckten Keimpflanzen (ad 1) ist, wie Stengel-Längsschnitte zeigen, die Lösung bis nahe unter die Kotyledonen eingedrungen; es finden sich ± lange Farbstreifen im Gewebe. In der älteren Pflanze (ad 2) ist die Lösung nicht bis in den oberen Stengelteil gestiegen; auch ist die Farbintensität geringer als bei 1. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sowohl die Länge als vor allem auch der Querschnitt des Stengels grösser sind als bei den Keimpflanzen. Diese Nachteile werden aber durch die um ein Vielfaches grössere Gesamt-Blattoberfläche zweifellos zum Teil wieder aufgehoben; denn dass die dieser proportionale Transpirationsgrösse für den Versuch - wie zu erwarten war - nicht ohne Bedeutung ist, zeigt ein Vergleich namentlich von 1 mit 3. Die bedeckt gehaltene Keimpflanze 3 war im oberen Stengelteil nicht, im mittleren nur stellenweise blau gefärbt. Die ältere überdeckte Pflanze 4 zeigte, abgesehen von einzelnen blauen Tupfen in der mittleren Stengelpartie, nur im unteren, eintauchenden Stegelteil eine Tinktion und hier auch nur in den peripheren Partien. Die Wurzelwar kaum gefärbt. Die Unterschiede zwischen 1 und 3 sowie 2 und 4 sind also - prinzipiell mit SIMON's Befunden übereinstimmend und nicht weiter überraschend - unverkennbar; auch die um 3 Tage längere Versuchsdauer hatte daran nichts zugunsten der bedeckten Pflanzen 3 und 4 ändern können, unso weniger, als sich in den letzten Tagen plötzlich Krankheits- und dann Absterbeerscheinungen an den Blättern zeigten.

Bezüglich der Lokalisierung der Färbung in der Versuchspflanze 1 ist folgendes zu sagen: In der Wurzel sind die Wände der trachealen Bahnen und deren Umgebung ziemlich intensiv gefärbt, Tinktion der Milchröhren konnte nicht festgestellt werden. Stengel-Längsschnitte zeigten namentlich in dem die Leitungsbahnen umgebenden Parenchym auf längere oder kürzere Strecken ± starke Blaufärbung; die in nächster Nähe liegenden Milchröhren waren vielfach nicht gefärbt. Sichere Tinktion derselben habe ich nur an zwei Stellen gesehen.

Für die Versuchspflanzen 2, 3 und 4 gilt im wesentlichen das gleiche, nur dass hier, wie nach dem Gesagten ohne weiteres ersichtlich, die Verhältnisse für das Studium der Lokalisierung nicht so günstig waren.

Das wesentliche wäre also, dass nach diesen, natürlich nicht zu verallgemeinernden, Versuchen bei *Euphorbia Fournieri* die Milchröhren für die S p e i c h e r u n g (11) des Farbstoffs scheinbar nicht oder nur unwesentlich inbetracht kommen, womit allerdings über eine eventuelle Speicherfunktion des Milchsafts schlechthin noch nichts ausgemacht ist.

Versuche mit Rose bengale.

Diese wurden ganz entsprechend durchgeführt; ein Unterschied bestand nur insofern, als die Konzentration des Rose bengale 1:10000 betrug. Die Temperatur während der Versuchszeit war annähernd die gleiche wie bei den beschriebenen Versuchen, also durchschnittlich 25°.

Den Resultaten sei einiges über Absterbeerscheinungen bei einem Teil der Versuchspflanzen vorausgeschickt. Die Versuche, die mit jungen und älteren Pflanzen am 2. II. angesetzt wurden, mussten für jene wiederholt werden, da sie am 11. II. abgestorben waren. Die Blätter waren vertrocknet; der Stengel fühlte sich ganz schlaff und weichlich an. Daher war bezüglich der Blätter ein deutlicher Unterschied zwischen bedeckten und unbedeckten Versuchspflanzen wahrzunehmen: für jene gilt das eben gesagte. Die Blätter der unbedeckten Versuchspflanzen zeigten nur weisse Flecken. Übrigens hatten auch die Blätter der bedeckten älteren Pflanzen stark gelitten, z.T. waren sie völlig vergilbt und fielen bei leisester Berührung ab, wobei kein Milchsaft ausfloss. Die jüngeren und jüngsten Blätter der adulten Pflanzen waren wenig oder nicht geschädigt. Die nicht überdeckten älteren Pflanzen waren bei Abbruch des Versuchs äusserlich jedenfalls ganz gesund. Ob die z.T. erheblichen Schädigungen der bedeckten Pflanzen lediglich auf die zweifellos stark gehemmte Trasnpiration zurückzuführen, oder ob andere Momente mit verantwortlich zu machen sind, muss dahingestellt bleiben. Ich möchte aber nicht uner-

wähnt lassen, dass nach eigener Erfahrung und nach mündlicher Mitteilung unseres Obergärtners, Herrn SCHOCK, die Euphorbien, wenigstens die jungen Formen, gegen grosse Feuchtigkeit sehr empfindlich sind. Mir gelang es z.B. nicht, Keimpflanzen der infrage stehenden *Euphorbia Fournieri* in Wasserkultur zur Entwickelung zu bringen. Nach etwa 4 Wochen waren die Wurzeln abgestorben, völlig gebräunt, feucht und schleimig. Die Blätter hielten sich, obgleich nach Wegnahme der Wurzel die Pflanzen nicht mehr in die Lösung eintauchten, wenigstens äusserlich frisch. Erst etwa 10 Tage später setzten Vertrocknungserscheinungen ein. Ziemlich feucht gehaltene Sandkulturen von *Euphorbia Lathyris*, *E. villosa* und *Eu. virgata* deuten ebenfalls darauf hin, dass die *Euphorbia*-Arten gegen reichlichen Wassergehalt des Bodens sehr empfindlich sind.

Die nunmehr zu besprechenden Versuchsergebnisse sind folgende:

1. Wurzelquerschnitte der älteren, nicht überdeckten Pflanzen lassen die Milchröhren vielfach durch den gelb- bis gelborange gefärbten Inhalt deutlich hervortreten. Die jungen peripher gelegenen Gefässe, sowie die daran anstossenden Siebelemente zeigen vielfach auf grösseren Strecken eine gelblich-rötliche diffuse Färbung, die manchmal nach innen und aussen weitergreift, sodass auch die älteren Xylem- und Phloempartien davon betroffen werden. Die Tinktion ist gegen das aussen und innen angrenzende Grundgewebe scharf abgegrenzt. Wurzel-L ä n g s s c h n i t t e zeigen den Milchröhren-Inhalt wiederholt deutlich gelb bis gelbrot gefärbt. Viel häufiger jedoch tritt diese Färbung in den Membranen der t r a c h e a l e n Bahnen auf. - Stengel-Q u e r s c h n i t t e aus verschiedener Höhe liefern insofern etwas unklare Bilder, als hier der normaliter vorhandene rote Zellsaft vieler (namentlich Rinden-) Zellen im ersten Augenblick störend wirkt. Bei genauem Hinsehen ist er jedoch leicht von der durch Rose bengale bedingten, viel blasseren Färbung zu unterscheiden. Im übrigen ist diese Tinktion, die sich auf Querschnitten lediglich durch eine gelbliche bis blass gelbrote Färbung der Gefässwandungen bemerkbar macht, allem Anschein nach auf diese beschränkt. Stengel-L ä n g s s c h n i t t e wiederum aus verschiedenster Höhe derselben genommen bestätigen im allgemeinen die Querschnittsbilder. Immerhin war in einzelnen Fällen und auf meist recht kurzen Strecken der Milchsaft gelbrot gefärbt. Dabei war - und das scheint mir auf ein Speichervermögen desselben hinzudeuten - gegebenenfalls seine Färbung wesentlich stärker als die der Tracheen- und Tracheidenwände. Allgemein gesprochen ist die Färbung in der W u r z e l stärker und häufiger als im Stengel, der sich in seiner ganzen Länge bezüglich der Färbung ziemlich gleich verhält. - Quer- und Längsschnitte durch den B l a t t s t i e l ergeben nichts neues; die vielen normalerweise roten Zellen wirken manchmal störend. Durch Vergleich mit Schnitten nicht behandelter Pflanzen ergibt sich, dass die Gefässwandungen und z.T. auch Siebröhren leicht rosa gefärbt sind. Zwischen beiden ist insofern ein Unterschied zu konstatieren, als jene einen mehr gelblichen, diese einen mehr rötlichen Farbton zeigen. Die Milchröhren-Inhalte sind nur selten und dann nur sehr schwach gefärbt.

2. Die ältere, u n b e d e c k t e Pflanze milcht nach Ablauf des Versuchs beim Anschneiden ebenso stark, wie die n i c h t bedeckte, während, wie erwähnt, beim Abfallen der abgestorbenen Blätter, wohl infolge der bereits wieder geschlossenen Stammwunde, kein Saft ausfliesst. Der Milchsaft ist in seiner Färbung makro- und mikroskopisch nicht von dem der andern zu unterscheiden. W u r z e l q u e r s c h n i t t e geben ein ganz ähnliches Bild wie bei der Vergleichspflanze. Nur ist im allgemeinen die diffuse gelb-rosa Färbung des peripheren Xylemteils und der angrenzenden Phloempartien nicht so deutlich. Wie dort, so findet sich auch hier eine reine Gelbfärbung der Gefässwandungen. Man kann im Zweifel sein, ob diese überhaupt als Folge des Eindringens der Lösung zu werten ist. Dafür spricht allerdings der Umstand, dass in Schnitten nicht behandelter Pflanzen die erwähnte Gelbfärbung nicht oder doch oder doch bei weitem nicht so intensiv auftritt.

Der Milchröhren-Inhalt ist mehrfach gelb bis gelb-rosa gefärbt. - W u r z e l l ä n g s s c h n i t t e unterscheiden sich ebenfals kaum von denen aus der nicht bedeckten Vergleichspflanze. In den Milchröhren ist der Inhalt hin und wieder deutlich gelb, gelbbraun, orange oder rosa (aber nicht rot!) gefärbt. Stengel-

querschnitte aus den unteren und mittleren Teilen der bedeckten Pflanze lassen die diffuse Rosa-Färbung der äusseren Xylem- sowie der daran angrenzenden innern Phloemteile gegenüber der bei der unbedeckten Pflanze beobachteten mehr oder weniger stark zurücktreten. Stellenweise sind die Gefässmembranen rötlich gefärbt. Der Milchröhren-Inhalt ist hin und wieder schwach rosa tingiert. - Querschnitte aus dem obern Teil des Stengels, wo unter gleichzeitger starker Reduktion der Holzelemente die Sukkulenz der Axe beginnt, lassen eine Färbung nicht eindeutig erkennen. Nur der Milchsaft hat manchmal den Anflug einer leichten Rötung, die wohl auf die Behandlung mit Rose bengale zurückzuführen ist. In dem schmalen, hin und wieder schon unterbrochenen Ring trachealer Elemente ist stellenweise eine leichte Gelbfärbung der Membranen festzustellen. - Stengel-Längsschnitte aus verschiedener Höhe zeigen den Milchsaft fast immer schön gelb bis gelbbraun gefärbt, zuweilen mit leicht rötlichem Schimmer. Die Gefäss-Wandungen sind verschieden tingiert, teils gelb bis gelbgrün, teils leicht rosa; gelbe und gelbgrüne Färbung kommen allerdings auch in nicht behandelten Pflanzen vor und sind wohl überhaupt allgemein verbreitet. - In Querschnitten durch Blattstiele war namentlich in der Nähe der Gefässbündel der Milchröhreninhalt vielfach schön rosa gefärbt. Allerdings war in andern Schnitten eine solche Färbung nicht oder doch nur ganz schwach vorhanden. Die Siebröhren-Region war meistens leicht rosa gefärbt, nur vereinzelt trat ihr Inhalt durch etwas stärkere Tinktion deutlicher hervor. Sehr gering war die Färbung der Gefässwandungen; sie zeigten bestenfalls einen leicht rosa Anflug.

Wie erwähnt, wurden für Keimpflanzen von *Eu. Fournieri* die Versuche mit Rose bengale am 11. II. noch einmal angesetzt. Die Versuchsdauer betrug für die unbedeckten Pflanzen 3, für die überdeckten 5 Tage. Die mittlere Temperatur war wie vorher etwa 25°. - Merkwürdigerweise ist in Wurzelquerschnitten der nicht überdeckten Pflanzen von Färbung nichts wahrzunehmen. Auch die in den Schnitten enthaltenen Milchsaftreste zeigen ihr normales weissgelbes Aussehen, abgesehen von vereinzelten etwas dunkleren Stellen. Ob diese aber auf die Behandlung zurückzuführen sind, ist ungewiss; irgendwelche rot- oder rosa-Färbung wurde nicht beobachtet. - Stengel-Querschnitte und -Längsschnitte der Versuchspflanzen zeigen in der Gefässteilzone einen braun bis braunschwarzen Ton. Färbung des Milchsafts habe ich trotz vielem Suchen nur zweimal mit einiger Sicherheit beobachten können. Sie ist etwas heller als die der trachealen Bahnen. In Stengel-Längsschnitten kann man ausserdem wiederholt eine gelbbraune bis schwarzbraune Tinktion der den Gefässen zunächst gelegenen Parenchymzellen beobachten. Um über die Herkunft der braunen bis schwarzbraunen Färbung der Gefässteilzone, die ich nämlich, wenn auch etwas schwächer, auch bei einer nicht vorbehandelten Vergleichspflanze antraf, Aufschluss zu erhalten, habe ich Stengel-Längsschnitte von über 20 den Versuchspflanzen in jeder Beziehung möglichst gleichwertigen Vergleichspflanzen untersucht: es fand sich in keinem Falle die erwähnte Tinktion. Demnach stellt der erstgenannte Fall eine Ausnahme dar und diese im allgemeinen normaliter nicht vorhandene Färbung wird wohl direkt oder indirekt auf die Behandlung mit Rose bengale zurückzuführen sein. - Es mag im Anschluss hieran bemerkt werden, dass SIMON (3, p. 197) von gelegentlicher Braunfärbung der Gefässe von *Papaver somniferum* berichtet. Er nimmt an, dass sie als Folge eines Zersetzungsprozesses aufzufassen sei. Auch die gelegentliche rotbraune Färbung der Milchröhren bei diesen Pflanzen möchte er auf diese Weise erklären. Allerdings könnte "auch eine verschiedene Beteiligung von Milchsaft und Plasma an der Farbstoffspeicherung die Übergänge von schwachem rosa bis zu dunklem rotbraun" in der Saftfärbung zur Folge haben.

Die bedeckten Pflanzen wurden wegen Zeitmangel 2 Tage später untersucht. Es ist wahrscheinlich, dass die Transpirati-onsdifferenz gegen die unbedeckten Pflanzen etwas herabgesetzt und möglicherweise ein zu erwartender Unterschied in der Färbung mehr oder weniger ausgeglichen worden ist. Trotzdem lieferte die anatomische Untersuchung dieser Pflanzen Bilder, die denen der normalen Pflanzen viel näher standen als denen der unbedeckten Versuchspflanzen. Während sich auf Wurzelquerschnitten zwischen den gelbbraunen Xylemteilen hin und wieder ein sehr schwacher rosa Schimmer zeigte, waren Stergel-Längs- und Quer-

s c h n i t t e von solchen normaler Pflanzen nicht zu unterscheiden. Ob dieser wesentliche Unterschied bezüglich der Farbstoff-Aufnahme lediglich aus der Transpirationsdifferenz zu erklären ist, oder ob noch andere Momente hinzukommen, muss, wie das auch bei den Versuchen mit Methylenblau schon betont wurde, dahingestellt bleiben. - Wesentlicher ist für uns die Tatsache, dass die Versuche mit Rose bengale wenigstens zum Teil für die Speicherfunktion des Milchsafts sprechen. In den jungen Pflanzen scheint diese Funktion allerdings wenig oder gar nicht ausgebildet zu sein - hier übernimmt scheinbar das den trachealen Bahnen zunächst liegende Parenchym diese Aufgabe.

Es wurde bereits betont, dass es natürlich nicht angeht, aus diesen wenigen Versuchen mit lediglich einer *Euphorbia*-Spezies auch nur auf eine bestimmte Funtion des Milchsaftes eben dieser Gattung, viel weniger also auf eine solche des Milchsafts schlechthin schliessen zu wollen. Sie wurden ja auch letzten Endes nicht zu diesem Zweck durchgeführt, sondern lediglich um festzustellen, ob es für derartige Untersuchungen im P r i n z i p gleichgiltig sei, mit abgeschnittenen Sprossen oder mit relativ intakten Pflanzen zu arbeiten. Und das scheint und nach den Ergebnissen tatsächlich der Fall zu sein. Da weiterhin die eben festgestellte Gleichwertigkeit der Methoden durch experimentelle Eingriffe sekundärer Art - wie etwa das Ringeln - unseres Ermessens nicht beeinträchtigt wird, so liefern unsere Versuche indirekt eine Betsätigung des SIMON'schen (an sich negativen) Ergebnisses, dass nämlich die Milchröhren nicht als L e i t u n g s b a h n e n fungieren. Dabei bleibt es allerdings der Kritik immer noch unbenommen, die im SIMON'schen Ergebnis liegende Verallgemeinerung als unbegründet abzulehnen. - Als methodisch nachteiliger und daher bei der Wertung des Ergebnisses entsprechend zu berücksichtigender Umstand muss schliesslich der beim Zerschneiden der Pflanzen eintretende Saftausfluss genannt werden. Ich habe allerdings niemals auch nur die leiseste Färbung desselben feststellen können.

In meiner früheren Arbeit (1) zieht die Frage nach der eventuellen Stoff-L e i t u n g in den Milchröhren - richtiger gesagt, deren ablehnende Beantwortung - die Frage nach einer eventuellen S t o f f s p e i c h e r u g in diesen Behältern unabweisbar nach sich. SIMON ist vorsichtig genug, aus der z.T. starken Speicherung einiger Farbstoffe in den Milchröhren nicht ohne weiteres deren Funktion als Stoffspeicher im e r n ä h r u n g s - physiologischen Sinn abzuleiten, sondern vielmehr - was ja nahe liegt und bereits erwähnt wurde - lediglich an eine ökologische Funktion im Sinne einer Schutzwirkung denkt.

Damit wäre jene zweite Auffassung bereits angedeutet, die in den Milchröhren S p e i c h e r o r g a n e in e r n ä h r u n g s -physiologischem Sinne sieht ohne deswegen im allgemeinen etwaige Nebenfunktionen in Abrede zu stellen. Indem ich auch hier auf die genannten Zusammenfassungen, namentlich auf die Arbeit KNIEP's (2) verweise, sei an dieser Stelle nur folgendes hervorgehoben: Für die Speicherfunktion sprechen a priori die im Milchsaft vorhandenen plastischen Stoffe: Eiweiss, Fette und Kohlenhydrate, unter diesen namentlich Zucker und bei vielen Euphorbiaceen ausserdem die charakteristischen Stärke-Stäbchen (12). Es machen allerdings nach EULER (13) diese eventuellen Baustoffe nur 5 - 8%, die nach seinem Dafürhalten e r n ä h r u n g s -physiologisch nicht mehr verwertbaren Bestandteile (zu denen er auch den Kautschuk zählt) 20 - 40% des Milchsaftes aus. Immerhin sprechen Versuche, namentlich von SCHULLERUS (14), BRUSCHI (15) und TOBLER (16) dafür, dass der eine oder der andere der genannten Baustoffe in Zeiten der Not wieder in den Stoffwechsel der Pflanze einbezogen wird. Am wenigsten gesichert erscheint die e r n ä h r u n g s -physiologische Bedeutung der Euphorbiaceen-Milchsaft-Stärke. Versuche, die ich im letzten Winter beiläufig mit jungen Pflanzen von *Euphorbia Fournieri* ausführte, bestätigten im wesentlichen die Erfahrungen SCHIMPER's (6, p. 773 ff.), KNIEP's (17) und BRUSCHI's (15), dass die Milchstärke als Reservestoff nicht oder jedenfalls nicht in nennenswertem Masse angesprochen werden kann.

Je drei Exemplare, die etwa 6 cm lang waren, und ausser den Cotyledonen noch keine Blätter besässen, standen zu etwa 2/3 ihrer Länge in Leitungswasser. Die

einen kamen in's Dunkelzimmer, die andern wurden dem diffusen Tageslicht (Nordseite) ausgesetzt. Die Temperatur betrug durchschnittlich 20°. Eine Weiterentwickelung bieb, wie erwartet, während der 18-tägigen Versuchsdauer aus. Sowohl die belichteten wie auch die dunkel gehaltenen Pflänzchen waren bei Beendigung des Versuchs in den oberen Teilen mehr oder weniger schlaff, die Blätter grösstenteils vergilbt. Wie die Untersuchunge von Blatt- und Stengelschnitten, die verschiedenen Partien entnommen wurden, ergab, waren die Gewebe der verdunkelten und - wie zu erwarten - auch der belichteten Pflanzen stärkefrei (18). In den Milchröhren hingegen war, wie Vergleiche mit gesunden Pflanzen zeigten, die Stärke der Form und - soweit es sich schätzen liess - auch der Menge nach erhalten geblieben. Damit stimmten Korrosionsversuche überein, die mit Gewebe- und Milchsaftstärke von *Euphorbia Fournieri* und vergleichsweise mit Kartoffelstärke bei einer Temperatur von etwa 20° angestellt wurden. Stengel- und Blattschnitte von älteren und jüngeren Pflanzen sowie kleine Gewebeteile einer Kartoffelknolle wurden auf Objektträger gebracht und mit täglich erneuerten Speicheltropfen bedeckt. Während die Kartoffelstärke schon nach 2 - 3 Tagen ziemlich stark angegriffen war, erwies sich die Gewebestärke unserer Versuchspflanze als ziemlich resistent; erst nach 7 - 8 Tagen zeigten sich Anzeichen einer Korrosion. Bei der Milchsaftstärke waren auch nach etwa 14 Tagen noch keine deutlichen Veränderungen zu sehen. - Da gegen den mitgeteilten Hungerversuch der Einwand erhoben werden kann, das Ergebnis möchte durch die Absterbeerscheinungen der Kotyledonen möglicherweise beeinträchtigt sein wiederholte ich denselben noch einige male, wobei gleichzeitig darauf Bedacht genommen wurde, durch Wahl verschieden alter Pflanzen jeder Einseitigkeit zu begegnen.

Am 14. I. 1920 wurden dunkel gestellt: a. eine Pflanze mit 2 Keimblättern; b. eine Pflanze mit 2 Keimblättern und einem weiteren Blatt; c. eine Pflanze mit 2 Keimblättern und 2 weiteren Blättern; d. eine ältere, schätzungsweise 3 - 4-jährige Pflanze mit teilweise sukkulentem Stamm (der untere Teil normal verholzt) und etwa 10 - 12 Blättern.

Die hell gehaltenen Vergleichspflanzen, im folgenden der Kürze halber als aa, bb, cc, dd bezeichnet, wurden so gewählt, dass sie bezüglich Grösse und Entwickelungsstadium den verdunkelten möglichst entsprachen.

Am 21. I. wurde von a und aa je ein Keimblatt, von b und bb je ein Keimblatt sowie jeweils die obere Hälfte des dritten Blattes, von c und cc je ein Keimblatt und ein weiteres Blatt, von d und dd je ein jüngeres und ein älteres Blatt abgeschnitten, der austretende Saft auf Objektträger abgetupft und mit Jod-Jodkali versetzt. Die Untersuchung der mit dem Saft ausgetretenen Milchsaftstärke ergab für belichtete und verdunkelte Blätter sowohl bezüglich der Form, als auch - soweit es sich schätzen lässt - bezüglich der Menge keine wesentlichen Unterschiede. Was die Form anbelangt, so finden sich im Saft aller untersuchten Pflanzen neben sehr zahlreichen grösseren, normalen Stäbchen kleinere, mehr oder weniger schmale Stärkekörper in wechselnder Gestalt, unter denen mehr oder weniger leicht geknickte oder gebogene Stäbchen relativ häufig sind. Inwieseit es sich um Bildungs-, inwieweit um Zerfallsstadien handelt, ist schwer zu sagen. Jedenfalls lassen die beobachteten und z.T. in den Abbildungen 1 - 3 (Seite 269) wiedergegebenen unvollständigen Formen, wie sie sich auch in älteren Blättern finden, eine eindeutige Entscheidung nicht zu, wenn auch bei einer Reihe von ihnen deutliche Anzeichen einer mehr oder weniger weit vorgeschrittenen Korrosion unverkennbar sind. Dei Bemerkung KNIEP's (17, p. 158, Fussnote 1), dass die "korrodierten Stärkekörper viel länger und schmächtiger gebaut" seien als die jungen, in Bildung begriffenen, und dass sie sich "bei einiger Übung mit voller Sicherheit" von diesen unterscheiden lassen, dürfte in unserm Fall nicht durchweg zutreffen.

Neben dem ausgeflossenen Saft wurden die am 21. I. abgeschnittenen Blätter, bzw. Blatthälften untersucht, die zuvor nach der von SCHIMPER (6, p. 739) angegebenen Methode behandelt - also mit Alkohol ausgezogen und dann in ein Gemisch von Jodjodkalium und Chloralhydrat gelegt wurden, in dem sie 12 - 24 Stunden oder auch länger verblieben. Um ein schnelleres Eindringen der Chemikalien zu erreichen, durchschnitt ich die Kotyledonen und die jüngeren Blätter von c und cc. Von

den Blättern der adulten Pflanzen d und dd wurden mehrere kleine Stückchen untersucht, die verschiedenen sich entsprechenden Stellen der Blätter entnommen waren. Die Ergebnisse seien im folgenden kurz zusammengefasst: Die verdunkelten Pflanzen (a, b, c, d) enthielten durchweg nur Milchsaft-Stärke, und zwar sowohl gut ausgebildete wie unvollständige Formen. Ausserdem fanden sich (in b und c) am Grunde des Blattes in der Nähe des Gefässbündelstranges meist grössere kugelige oder linsenartige Stärkekörner (in der Grösse den kleineren rundlichen Stärkekörnern der Kartoffel ähnlich), wie sie in den belichteten Blättern stets in mehr oder weniger

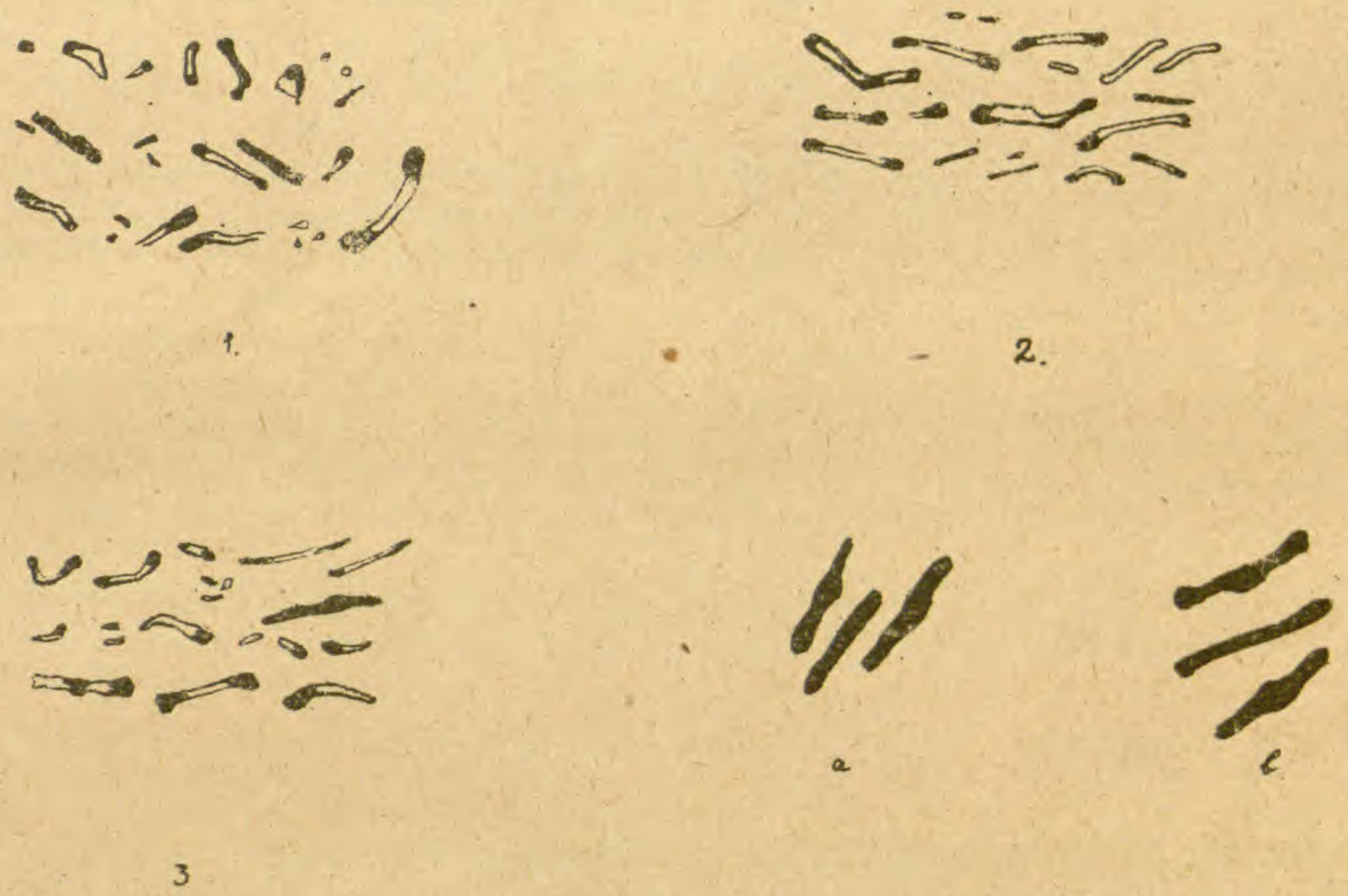


Fig. 1 - 4. Stärkekörner aus dem Milchsaft von EUPHORBIA FOURNIERI.
1. Stärkekörner aus dem Saft einer 8 Tage lang verdunkelten Keimpflanze. Ganz ähnliche Formen kommen im Saft älterer, ebenfalls 8 Tage lang dunkel gehaltener Pflanzen vor. Daneben finden sich hier wie dort vollständige Stäbchen. - 2. Stärkekörner aus dem Saft einer 18 Tage lang verdunkelten Keimpflanze. Im übrigen gilt auch hier das unter 1. gesagte. - 3. Stärkekörner aus dem Saft einer nicht verdunkelten Keimpflanze, wie sie neben normalen Stäbchen vorkommen. So auch in älteren Blättern. - 4. a. Vollständige Stäbchen aus dem Saft einer nicht verdunkelten Keimpflanze; b. vollständige Stäbchen aus dem Saft einer 18 Tage verdunkelten Keimpflanze. Im Saft älterer nicht verdunkelter und verdunkelter Pflanzen finden sich dieselben Formen. -- Die schwarz wiedergegebenen Teile waren durch Jod-Jodkalium schwarz-violet gefärbt, die übrigen Stellen der Stärkekörper waren bedeutend heller geblieben.

Menge auftreten. Die typische, in den Chloroplasten eingeschlossene Assimilationsstärke fehlt, hingegen war in den Schliesszellen dieselbe vielfach erhalten. - Die Blattfragmente der belichteten Vergleichspflanzen (aa, bb, cc, dd) zeigten neben der Milchsaftstärke die eben erwähnte "Körnerstärke" wie die typische Assimilationsstärke in den Chloroplasten.

Von d und dd wurden auch Blattstiel-längs und -Querschnitte untersucht. Dass hier die Unterschiede bei weitem nicht so deutlich zutage traten wie in den Blattspreiten, ist ja ohne weiteres verständlich. In einer Anzahl von Blattstiel-Querschnitten lag an der Aussenseite der Gefässbündel ein welliges Stärkeband, in anderen Schnitten war es schwach, wieder in andern gar nicht ausgebildet. Diese

Unregelmässigkeit dürfte die Tatsache erklären, dass in Blatt-Quesrchnitten der verdunkelten Pflanze (a) keine Stärkescheide, wohl aber noch Gewebsstärke in ziemlicher Menge vorhanden war, ein Unterschied, der angesichts der grossen Widerstandsfähigkeit der Scheidenstärke sonst nicht recht verständlich wäre. In andern Querschnitten dieses sowie in Querschnitten anderer Blattstiele der verdunkelten Pflanze war das Stärkeband mehr oder weniger gut erhalten. Wieder andere zeigten nur noch in vereinzelten Zellen dieser Zone einige Stärkekörner, ausserdem waren solche von ansehnlicher Grösse im Gewebe zerstreut vorhanden, wobei das Mark bevorzugt war.

Wie die besprochnen 8-tägigen, so zeigten auch die noch kurz zu erwähnenden 18-tägigen (vom 14. bis 31. I. 20) Hungerversuche sehr deutlich die ernährungsphysiologische Ungleichwertigkeit der Gewebe- und Milchsaftstärke, wobei allerdings erwähnt werden muss, dass die am 21. noch gesunden Pflanzen nach weiter 10-tägiger Verdunkelung namentlich an den Blättern ziemlich stark gelitten hatten. Der Saft floss nur spärlich aus und war ziemlich wässerig. Auf Blattstiel-Querschnitten der adulten Vergleichspflanze dd beobachtete ich wiederholt Stärkescheiden, die, wie der Name schon sagt, sich g a n z um die halbmondartige Gefässbündelzone herumzogen. In Blattstiel-Querschnitten der verdunkelten Pflanze (d) habe ich diese Stärkescheiden nicht gefunden. Ob sie, wie man nach dem oben mitgeteilten vermuten könnte, von vornherein unregelmässig oder gar nicht ausgebildet, oder ob sie vorhanden gewesen und nach Aufzehrung der Gewebestärke resorbiert worden sind, steht dahin. Für die zweite Möglichkeit spricht der Umstand, dass die Stengel der belichteten Keimpflanzen (aa, bb, cc) typische Stärkescheiden ausgebildet hatten, während solche den Stengeln der verdunkelten Pflanzen (a, b, c) fehlten. Stärkeführende Zellen fanden sich auch in den Wurzeln der hell gehaltenen Keimpflanzen und zwar vornehmlich an der Aussenseite des Xylems. Zur Ausbildung eines zusammenschliessenden Stärkeringes kam es aber nirgends, zwischen den stärkehaltigen Zellen lagen immer mehr oder weniger breite stärkefreie Brücken. In den Wurzeln der verdunkelten Pflanzen fanden sich ganz vereinzelt einige wenige Stärkekörner. Im übrigen wurde die Untersuchung genau so durchgeführt wie für den 8-tägigen Hungerversuch, sodass wir hier auf Einzelheiten nicht einzugehen brauchen. Das Resultat bestätigt, wie bereits erwähnt, die erhaltenen Ergebnisse durchaus.

Ganz ähnliche Versuche wurden noch zweimal angesetzt: einer vom 11. bis 18. II., ein anderer vom 11. II. bis 12. III. - Der Saft der länger als 4 Wochen verdunkelten Pflanze war zwar sehr wässerig, floss auch nicht so reichlich aus wie der der belichteten Vergleichspflanze, unterschied sich aber im Stärkegehalt nicht merklich von ihm. In diesem wie in jenem fanden sich neben vollständigen auch zahlreiche unvollständige Stärkestäbchen, wobei es gleichgiltig zu sein scheint, ob man mit Keimpflanzen oder erwachsenen Exemplaren arbeitet. Nach unsern Versuchen dürfte in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Forscher der Milchsaftstärke bestenfalls eine n u r g e r i n g e e r n ä h r u n g s p h y s i o l o g i s c h e B e d e u t u n g zukommen.

Es fehlt nun allerdings für andere Euphorbiaceen auch nicht an gegenteiligen Angaben. So konnten SCHULLERUS (14), TREUB (19) und BERNARD (20) durch ganze oder teilweise Verdunkelung der Versuchspflanzen die Milchsaftstärke in oft erheblichem Masse zum Verschwinden bringen. Immerhin ist das Verhalten der Milchsaftstärke nicht gerade geeignet, um als Beweis für die S p e i c h e r -Funktion des Latex in ernährungsphysiologischem Sinne schlechthin herangezogen zu werden, umso weniger, als sie ja im wesentlichen auf den Euphorbiaceen-Milchsaft beschränkt ist.

Hingegen hat man wiederholt auf das Wässerigwerden des Milchsafts hingewiesen, eine Erscheinung, die sowohl durch Hungerkulturen künstlich erzielt (FAIVRE, 21, 22, 23; SCHULLERUS, 14; KNIEP, 17 und BERNARD, 20) als auch im normalen Entwickelungsgang wenigstens für die Apocynaceen *Mascarenhasia anceps* und *M. elastica* von TOBLER (16, 24) beobachtet worden ist. Da dieses Wässerigwerden nachgewiesenermassen auch eine mehr oder minder starke Abnahme des im Milchsaft vielfach reichlich enthaltenen Kautschuks betrifft, so ist damit, im ersten Augenblick

jedenfalls, der Gedanke nahe gelegt, in dem Kautschuk einen Bildungsstoff zu sehen, ein Gedanke, der allerdings sehr deutlich auf die Speicherfunktion des Latex hindeuten würde. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Kautschuk lokal zusammengeballt und daher im Innern der Milchröhren zurückgehalten sein könnte, eine Möglichkeit, die VAN DER WOLK (25) bei *Ficus elastica* wiederholt verwirklicht fand. Diese Erfahrung, sowie Ergebnisse hier nicht näher zu besprechender Ringelungsversuche veranlassen ihn, dem Milchsaft eine ernährungsphysiologische Bedeutung abzusprechen, eine Folgerung, die nach VAN DER WOLK's Untersuchungen für *Ficus elastica* zweifellos, für die Gattung *Ficus* sehr wahrscheinlich gerechtfertigt ist, deren Verallgemeinerung jedoch nicht unbedingt gutgeheissen werden kann. Dass es, eben wegen der möglichen und vielfach auch tatsächlich beobachteten Koagulationen im Milchsaft sehr gewagt ist, lediglich von seiner eventuell wässerigen Beschaffenheit auf seine Funktion als Nährstoffspeicher zu schliessen, leuchtet ohne weiteres ein und ist u.a. schon von SCHWENDENER (26) und später von KNIEP (17) betont worden. Dieser und andere, hier nicht zu erörternde Einwände, sowie vor allem das Verhalten der Milchsaftstärke lassen KNIEP (17) zu der Auffassung kommen, "dass die Leitung oder Speicherung plastischer Stoffe nicht die Hauptfunktion der Milchröhren sein kann, sondern höchstens in geringem Grade inbetracht kommt".

Für die Funktion der Stoff- L e i t u n g dürfte dieser Passus auch heute noch zu Recht bestehen. Ob man bezüglich der Funktion der Stoff- S p e i c h e r u n g aufgrund des neuerlich mehrfach studierten Verhaltens des Kautschuks nicht doch weitergehende Zugeständnisse an die ernährungsphysiologische Bedeutung des Latex machen sollte, ist schwer zu sagen und wird von Fall zu Fall entschieden werden müssen. Eine endgiltige Entscheidung in dieser Frage kann einstweilen umso weniger getroffen werden, als die Nährstoff-Natur des Kautschuks chemisch-physiologisch noch nicht einwandfrei erwiesen ist (27). Es sei an dieser Stelle aber noch einmal daran erinnert, dass u.a. SCHULLERUS, BRUSCHI, BERNARD und TOBLER in hungernden Milchsaftpflanzen eine mehr oder weniger starke Abnahme eines oder mehrerer Bildungsstoffe beobachtet haben, Tatsachen, die gewiss gebührende Beachtung verdienen und es doch sehr wahrscheinlich machen, dass gewissen Milchsäften - möglicherweise neben andern Aufgaben - eine Speicherfunktion in e r n ä h r u n g s-physiologischem Sinne zukommt.

Wie man sich zu den Einzelheiten der erörterten Fragen auch immerhin stellen mag, man wird sich eines gewissen Gefühls ihres Unentschieden-seins und eben deswegen unseres Unbefriedigtseins nicht erwehren, wird sich dem unso weniger entziehen können, als ja auch die teils gemutmassten, teils erwiesenen ökologischen Leistungen, sowie andere mehr oder weniger hypothetische Funktionen des Milchsafts durchaus nicht unangefochten geblieben sind (2).

LITERATUR-VERWEISE UND ANMERKUNGEN.

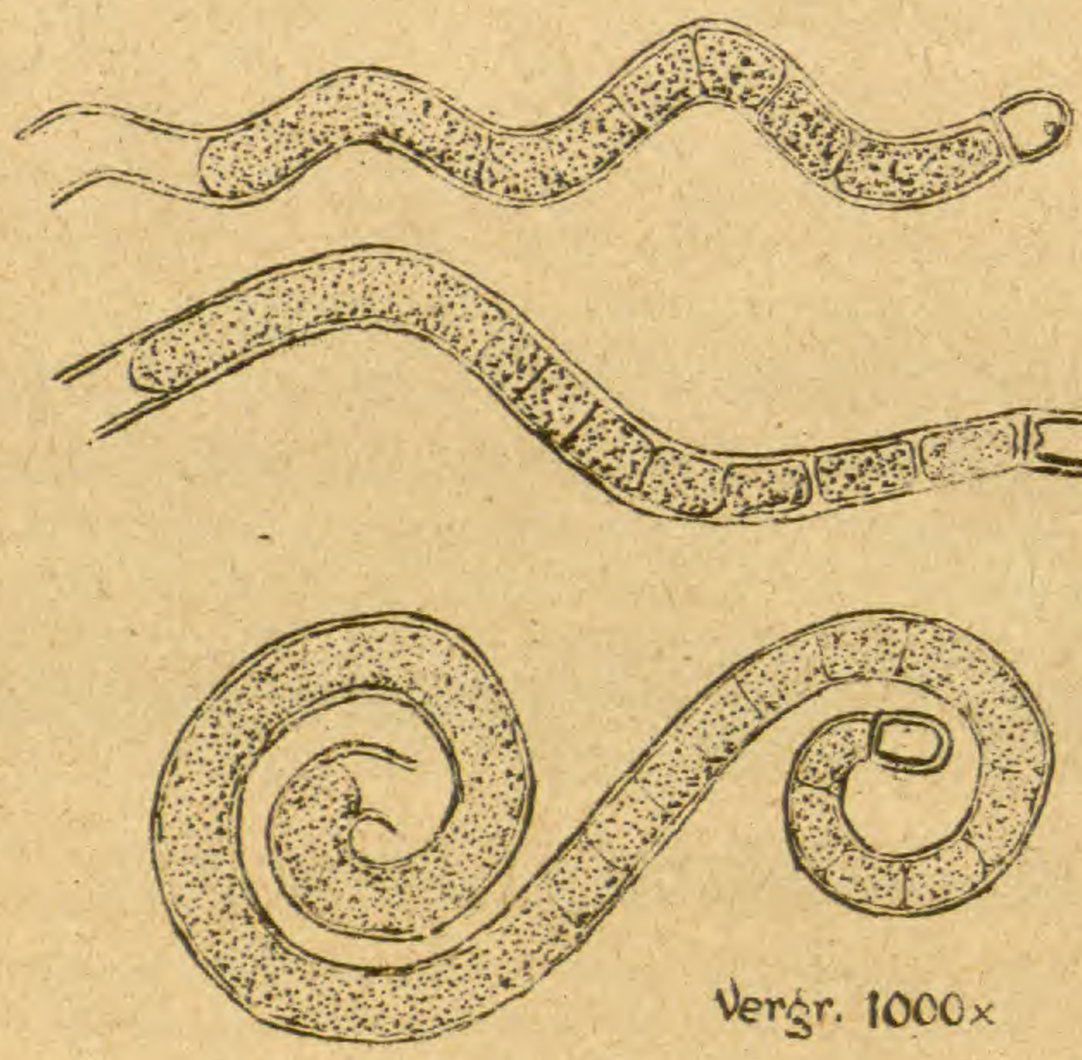
(1) ONKEN, in Mez, Archiv II (1922) p. 281 - 333. - (2) KNIEP, Die Funktion des Milchsafts, Sep.-Abdr. aus "Rubber Recueil" 1914. - (3) SIMON in Beih. Bot. Centrbl. XXXVI, I. Abt. (1918) p. 183 - 218. - (4) HABERLANDT, in Sitzungsber. Akad. Wien LXXXVII (1883). - (5) HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanat. 5. ed. (1918) p. 317. - (6) SCHIMPER in Bot. Ztg. XLIII (1885) p. 771. - (7) PIROTTA und MARCATILI in Ann. Ist. bot. Roma II (1885). - (8) GANCHER in Ann. Sci. nat. 8. sér. XII (1900). - (9) TOBLER in Ber. D. bot. Gesellsch. XXXVIII (1920) p. 159 ff. - (10) Die im Lauf der Entwickelung stammsukkulent werdende, nach BERGER, Sukkulente Euphorbien, Stuttgart 1907, p. 127, in Madagascar oder benachbarten Inseln beheimatete Pflanze stand mir infolge Selbstaussaat in dem Gewächshause in grosser Zahl und in verschiedenen Altersstadien stets zur Verfügung. - (11) Für die Funktion der Stoffleitung lassen sich aus diesem Versuch keine einwandfreien Schlüsse ziehen, dazu wären Ringelungsversuche nötig. Diese Frage näher zu verfolgen lag nicht in meiner Absicht. - (12) Ausser bei Euphorbiaceen hat MOLISCH, Studien üben Milch- und Schleimsaft, Jena 1901, nur bei den beiden Apocynaceen *Allamanda Schottii* und *Nerium Oleander* Milchsaftstärke gefunden. - (13) EULER, Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie III (1909) p. 230. - (14) SCHULLERUS in Abh.

Bot. Ver. Brandenb. XXIV (1882). - (15) BRUSCHI in An. di Bot. VII (1909) p. 671 - 701. - (16) TOBLER in Ber. D. bot. Ges. XXXI (1913) und in Pringsh. Jahrb. LIV (1914). - (17) KNIEP in Flora XCIV (1905), Heft 1. - (18) Normalerweise enthielten Blatt und Stengel mässige Stärkemengen, was mit A. MAYER's (Bot. Ztg. 1885, p. 451 - 452) Angaben übereinstimmt. - (19) TREUB in Ann. Jard. Buitenz. III (1883) p. 37 ff. - (20) BERNARD in Ann. Jard. Buitenz. 2. sér. 1910, Suppl. III. - (21) FAIVRE in Ann. Sci. nat. Bot. 1868, 5. sér., X, p. 97. - (22) FAIVRE in Mém. Acad. Sci. de Lyon 1878, XXIII, p. 361 ff. - (23) FAIVRE in Compt. rend. LXXXVIII (1879) p. 269, 369. - (24) TOBLER in Pringsh. Jahrb. LIV (1914). - (25) VAN DER WOLK, Physiological researches concerning the latex problemes; Publications sur la physiologie végétale. Buitenzorg 1914. - (26) SCHWENDENER in Sitzungsb. Akad. Berl. XX (1885). - (27) ZIMMERMANN, der Manihot-Kautschuk. Jena 1913.

Microchaete spirulina, eine neue Nostocacee.

Von FR. STEINECKE (Königsberg Pr.).

Microchaete spirulina Steinecke nov. spec. - Fäden einzeln, stark gekrümmt, oft spiralig gebogen. Vegetative Zellen am untern Fadenende 5μ breit, 6 - 9μ lang, nach der Mitte des Fadens zu etwa 6μ breit, 6 - 7μ lang. Am oberen Fadenende die Zellwände oft kaum erkennbar. Farbe der vegetativen Zellen kräftig blaugrün. Scheiden hyalin, 1μ dick, an der Spitze offen. Grenzzellen nur basal, hell- bis dunkelbraun, oval. Dauerzellen nicht beobachtet.



Vergr. 1000×

Die Art steht der *M. Goeppertiana* nahe. - Vereinzelt im Hypnetum der Sumpfwiesen an der Narewka bei Bialowies (Bjelowjésh) in der Bialowieska Puszcza (Gouvernement Grodno), Jagen 368. - 10. X. 1916.

Verlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Onken Albin

Artikel/Article: Kritisches and Experimentelles zur Frage nach der ernährungsphyiologischen Leistung des Milchsaftes. 262-272