

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 147 (1967)

Vereinsnachrichten: Sektion für Botanik

Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

8. Sektion für Botanik

Sitzung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft
Samstag, 30. September, und Sonntag, 1. Oktober 1967

Präsident: Dr. R. WEIBEL (Genève)

A. Botanique générale

1. R. BACHOFEN (Zürich) – *Vergleichende Physiologie der Kohlendioxid-assimilation.*

Die Fähigkeit, CO_2 aus der Luft aufzunehmen, wurde ursprünglich von den ersten sich mit Photosynthese beschäftigenden Forschern als ein Merkmal der grünen Pflanzen betrachtet. Seit den Untersuchungen der beiden Genfer SENEBIER und DE SAUSSURE um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert galt CO_2 als Kohlenstoffquelle der Autotrophen, während heterotrophe Organismen, wie schon INGEN-HOUSZ beobachtete, durch Atmung oder Gärung CO_2 freisetzen. BLACKMAN gelang es um 1900, durch quantitative Beobachtungen die Beziehung zwischen CO_2 -Konzentration und Photosyntheserate im Zusammenhang mit andern Umweltfaktoren, besonders mit Licht und Temperatur, nachzuweisen. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die Behauptung von WOOD und WERKMAN in den dreissiger Jahren, dass typische Heterotrophe, Propionsäurebakterien, auch CO_2 fixieren, auf Widerstand stiess. Während die eher geringe CO_2 -Fixierung bei heterotrophen Organismen im allgemeinen durch eine starke CO_2 -Abgabe verdeckt wird, gelang es WOOD und WERKMAN, durch die Wahl eines geeigneten Gärsubstrates eine Nettoassimilation von CO_2 nachzuweisen und die Fixierungsreaktion als $\text{C}_3 + \text{CO}_2 = \text{C}_4$ (= Wood-Werkman-Reaktion) zu charakterisieren. Erst durch die Möglichkeit der Markierung von Kohlenstoffverbindungen mit dem radioaktiven Isotop ^{14}C wurde es möglich, die CO_2 -Assimilation bei allen Organismen als allgemeinen und bedeutenden Stoffwechselprozess nachzuweisen. Heute sind eine ganze Anzahl von CO_2 -Fixierungsreaktionen bekannt; einige davon sind von allgemeiner Bedeutung und kommen bei allen Organismen vor, andere sind mehr spezieller Natur und erst bei wenigen Organismen oder Organismengruppen bekanntgeworden. Von zentraler Wichtigkeit sind in erster Linie die Carboxylierungsvorgänge, durch welche eine C_3 -Säure (Pyruvat oder Phosphoenolpyruvat) zu einer C_4 -Säure carboxyliert wird durch die Enzyme Pyruvatcarboxylase, Phosphoenolpyruvatcarboxylase, Phosphoenolpyruvatcarboxykinase, Phosphoenolpyruvatcarboxytransphosphorylase und Malatenzym [1]. Diese Carboxylierungsreaktionen stehen in engem Zusammenhang mit den Abbauvorgängen im Stoffwechsel, mit Glykolyse und Tricarbonsäurezyklus und müssen damit besonders für heterotrophe Organismen und Organe wichtig sein. Neben der Aufgabe, biochemische Energie durch die Bereitstellung von energiereichen reduzierten Verbindungen zu

liefern, hat der Tricarbonsäurezyklus bei wachsenden Zellen wichtige synthetische Funktionen. So entstammen die Kohlenstoffgerüste vieler Aminosäuren und der Porphyrine aus dem Krebszyklus. Kein Kreislauf kann aber ablaufen, wenn das ihm entzogene Material an anderer Stelle nicht wieder zugeführt wird, eine Aufgabe, die durch die genannten, von Pyruvat oder Phosphoenolpyruvat ausgehenden Carboxylierungen erfüllt wird. Für einen Pilz (*Zygorhynchus moelleri* [2]) konnte errechnet werden, dass 20% des in den Zyklus eingehenden Kohlenstoffs in der Form von CO_2 ist.

Als weitere Carboxylierungsreaktion von allgemeiner Verbreitung muss schliesslich auch die Fixierung von CO_2 durch die Isozitatdehydrogenase erwähnt werden.

Eine andere, sehr bedeutende Carboxylierungsreaktion steht ebenfalls in engem Zusammenhang mit einem Stoffwechselzyklus, die Carboxylierung von Ribulosediphosphat zu zwei Molekülen Phosphoglyzerinsäure als Teilreaktion des Calvinzyklus. Diese Reaktion erwies sich bisher als typisch für autotrophe Organismen. Die Funktion des Zyklus liegt ausschliesslich in der Synthese von Triosephosphaten, aus welchen später Zucker und Speicherpolysaccharide gebildet werden. Er regeneriert ferner den CO_2 -Akzeptor Ribulosediphosphat zur Aufrechterhaltung des zyklischen Ablaufes. Während viele Enzyme des Zyklus von allgemeiner Verbreitung sind (Pentose-Shunt), können Ribulokinase und Carboxydismutase als Schlüsselenzyme des CO_2 -Fixierungszyklus bezeichnet werden; ihr Vorkommen ist beschränkt auf höhere Pflanzen, Algen, photosynthetische und chemosynthetische Bakterien; die Enzyme fehlen in gärenden und atmenden, heterotrophen Organismen [3].

Obwohl eine umfangreiche Literatur über die CO_2 -Fixierung von Pflanzen besteht, ist dieser Problemkreis noch bei weitem nicht geklärt und abgeschlossen. Neue Untersuchungen an Zuckerrohr ergaben, dass nicht Phosphoglyzerinsäure, sondern Malat und Aspartat die ersten Assimilationsprodukte seien. Es scheint, dass bei gewissen Monocotyledonen neben oder statt des Calvinzyklus ebenfalls die zuerst erwähnten Carboxylierungen von Pyruvat und Phosphoenolpyruvat für die Fixierung von CO_2 verantwortlich sind [4].

Eine neue Gruppe von Fixierungsreaktionen wurde in den letzten Jahren an anaeroben Bakterien gefunden. Clostridien, auf Azetat oder Äthanol wachsend, synthetisieren in Gegenwart von CO_2 Alanin und andere Aminosäuren; die Carboxylierungsreaktion entspricht der Umkehrung der phosphoroklastischen Reaktion – dem Abbau von Pyruvat zu Azetylphosphat, H_2 und CO_2 unter anaeroben Bedingungen – und benötigt reduziertes Ferredoxin. In dieser Carboxylierung wurde erstmals eine reduktive Assimilation von CO_2 gefunden, bei welcher die Reduktionsenergie nicht durch reduzierte Pyridinnukleotide geliefert wird. Diese ferredoxinabhängige Carboxylierung wurde bei weiteren Anaerobiern, vor allem aber auch bei den photosynthetischen Bakterien *Chromatium* und *Chlorobium* gefunden; damit klärte sich dort der lange vermutete Weg der Alanin- und Aspartatbildung aus Azetat und CO_2 .

In *Chlorobium* liess sich im weiteren eine analoge Reaktion, die Carboxylierung von Sukzinat zu α -Ketoglutarat mit Hilfe von reduziertem Ferredoxin nachweisen. Dadurch waren auch die Voraussetzungen erfüllt, einen weiteren CO_2 -fixierenden Zyklus zu postulieren, welcher im Gegensatz zum Calvinzyklus weniger für den Zuckerhaushalt, dagegen für den Aminosäure- und Proteinstoffwechsel von Bedeutung ist [5].

Eine eher spezielle Carboxylierungsreaktion wurde kürzlich an einem Heterotrophen, dem Kulturchampignon (*Agaricus bisporus*) gezeigt. CO_2 hat bei diesem Organismus einen kontrollierenden Einfluss sowohl auf die Induktion als auch die Morphogenese des Fruchtkörpers. Daneben erwies sich Azeton in Entwicklungsstadien kurz vor der Fruchtkörperbildung als Ausscheidungsprodukt; Azeton kann aber durch Fruchtkörpergewebe wieder aufgenommen werden und in den Lipidstoffwechsel eingehen. Diese Assimilation von Azeton geschieht durch eine Carboxylierung zu Azetoazetat, welches über Azetat in den Intermediär- und Fettstoffwechsel eingeführt wird [6]. Die gleiche Reaktion war allerdings schon vor gut zehn Jahren bei einem photosynthetischen Bakterium, *Rhodospseudomonas*, bekanntgeworden; dieser Organismus kann Isopropanol als Elektronendonator des photosynthetischen Elektronentransportes verwenden. Isopropanol wird dabei zu Azeton oxydiert, und letzteres kann bei gewissen Stämmen des Bakteriums entweder ins Medium abgegeben werden oder mit Hilfe von Lichtenergie durch Carboxylierung zu Azetoazetat in den Stoffwechsel eingehen [7].

Zusammenfassend (vgl. Abb. 1) zeigt sich, dass Carboxylierungen im Stoffwechsel aller Organismen unentbehrlich sind und dass besonders die

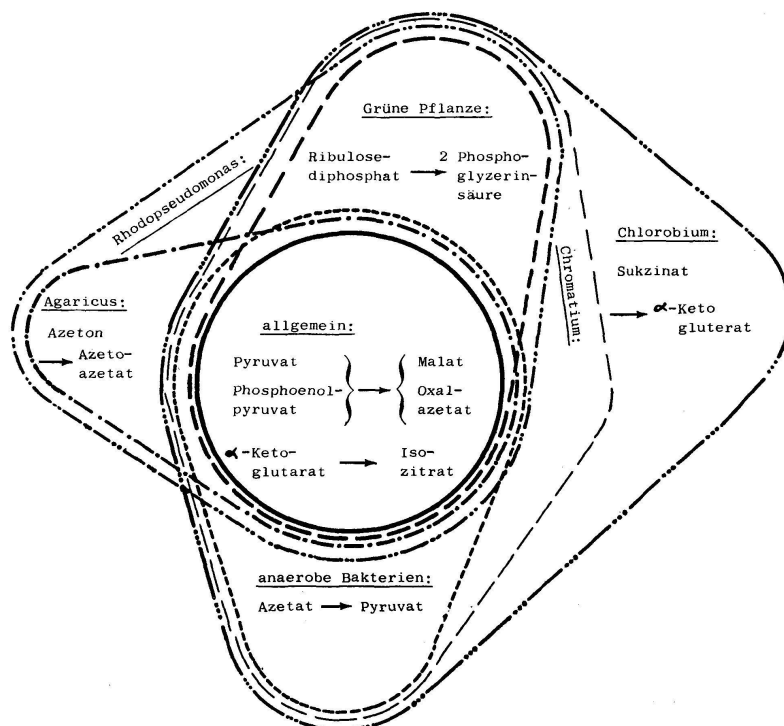


Abbildung 1

Carboxylierungen der C₃-Säuren von allgemeiner Bedeutung sind. Die andern beschriebenen Carboxylierungsreaktionen sind spezieller und auf gewisse Organismengruppen beschränkt. Die Carboxylierung von Ribulosediphosphat zum Beispiel kommt nur bei Photo- oder Chemoautotrophen vor, die Carboxylierung von Azetat und Sukzinat nur bei anaeroben, ferredoxinhaltigen Bakterien, und die Carboxylierung von Azeton ist auf ein photosynthetisches Bakterium und, soweit bekannt, den Kulturchampignon beschränkt.

LITERATUR

1. WOOD, H. G., UTTER, M. F.: The role of CO₂ fixation in metabolism, in: P. N. CAMPBELL, G. D. GREVILLE (ed.): Essays in biochemistry. London 1965, p. 1.
WOOD, H. G., STJERNHOLM, R. L.: Assimilation of carbon dioxide by heterotrophic organisms, in: I. C. GUNSALUS, R. Y. STANIER (ed.): The bacteria, Bd. III. New York 1962, p. 41.
2. MOSES, V.: The metabolic significance of the citric acid cycle in the growth of the fungus *Zygorhynchus moelleri*. J. Gen. Microbiol. 16, 534; 1957.
3. BASSHAM, J. A.: Kinetic studies of the photosynthetic carbon reduction cycle. Ann. Rev. Plant Physiol. 15, 101; 1964.
4. HATCH, M. D., SLACK, C. R.: Photosynthesis by sugar cane leaves. A new carboxylation reaction and the pathway of sugar formation. Biochem. J. 101, 103; 1966.
5. BACHOFEN, R.: Ferredoxin und die CO₂-Fixierung bei Bakterien. Vjschr. Naturforsch. Ges. Zürich 111, 225; 1966.
6. RAST, D., BACHOFEN, R.: Carboxylierungsreaktionen bei *Agaricus bisporus*. II. Azeton als ein CO₂-Akzeptor. Arch. Mikrobiol. 58, 339, 1967
7. SIEGEL, J. M.: The dark anaerobic metabolism of acetone and acetate by the photosynthetic bacterium *Rhodospseudomonas gelatinosa*. J. Biol. Chem. 228, 41, 1957.

2. G. FRANZ (Freiburg) – *Neuere Untersuchungen zur Biosynthese der Zellulose.*

Der erste Versuch zur Zellulosebiosynthese in vitro mit einer aktiven Enzympräparation aus höheren Pflanzen gelang ELBEIN, BARBER und HASSID (1964) mit GDPG (Guanosindiphosphat-Glukose) als Glukosyldonor. Der fragliche Punkt in diesem System ist allerdings der, dass GDPG noch nie in höheren Pflanzen aufgefunden wurde. Dagegen ist das Zuckernukleotid UDPG (Uridindiphosphat-Glukose) häufig nachgewiesen worden, besonders in Geweben, die im Wachstum begriffen sind. So lag denn die Annahme nahe, dass UDPG bei höheren Pflanzen als der eigentliche Glukosyldonor zur Zellulosebiosynthese fungiert.

BRUMMOND und GIBBONS (1965) gelang es auch, aus *Lupinus-albus*-Keimlingen eine Enzymfraktion zu isolieren, die mit UDPG und GDPG Zellulose synthetisierte. Diese Untersuchungen wurden allerdings angezweifelt, da der Nachweis der gebildeten Zellulose nicht unbedingt schlüssig war. Ausserdem war es einer anderen Arbeitsgruppe von HASSID gelungen, eine Synthetase zu isolieren, die mit UDPG als Substrat ausschliesslich ein β -1,3-Glukan (Laminarin oder Kallose) synthetisierte.

Zusammen mit VILLEMEZ haben wir nun versucht, ein aktives Enzym zu isolieren, das mit radioaktiver UDPG als Glukosyldonor Zellulose synthetisierte. Wir gewannen eine aktive Enzymfraktion in der 34000-g-Fraktion eines Homogenisates von *Phaseolus-aureus*-Keimlingen. Diese behielt ihre Aktivität in Phosphatpuffer bei einem optimalen pH von 6,8 unter Zusatz von Mg, Albumin und Saccharose bei Aufbewahrung unter -18°C während mehrerer Tage. Augenscheinlich beeinflusst die Methode der Enzymisolierung die Art und Menge des gebildeten Polysaccharids erheblich. Die von uns gewonnene Enzymfraktion war mit GDPG als Glukosyldonor etwa 3mal aktiver als das von BARBER und HASSID isolierte Enzymsystem. Mit der gleichen Enzymfraktion und UDPG als Substrat konnten wir bei gleichen Substratkonzentrationen eine wesentlich bessere Inkorporierung des eingesetzten ^{14}C erreichen als BRUMMOND und GIBBONS. Weitere Versuche mit anderen Zuckernukleotiden als Substrat – ADPG (Adenosindiphosphat-Glukose), CDPG (Cytidindiphosphat-Glukose), dTDPG (Desoxy-Thymidindiphosphat-Glukose) und dUDPG (Desoxy-Uridindiphosphat-Glukose) – waren erfolglos.

Der Vergleich der Zellulosebiosynthese mit UDPG und GDPG bei verschiedenen Substratkonzentrationen zeigt folgendes Bild. Bei niedrigen Substratkonzentrationen (bis $10^{-6} \mu\text{Mol}$) und bei gleichen Versuchsbedingungen wird von beiden Substraten ungefähr dieselbe Menge Polysaccharid gebildet. Bei höheren Konzentrationen steigt die Menge des gebildeten Polysaccharids, wobei sich die Kurve für GDPG bei Konzentrationen um $10^{-3} \mu\text{Mol}$ abflacht, während die Kurve für UDPG weiterhin steigt.

Bei einer Substratkonzentration von $4 \cdot 10^{-3} \mu\text{Mol}$ ist die während 20 Minuten gebildete Zellulosemenge mit UDPG als Glukosyldonor etwa 23mal grösser als mit GDPG.

Die Analyse des alkalilunlöslichen, aus UDPG gebildeten Polysaccharids erfolgte durch Partialhydrolyse und Identifizierung der gebildeten Oligosaccharide. Dabei stellte sich heraus, dass ein gewisser Anteil radioaktiver Hydrolyseprodukte, die keine β -1,4-Oligosaccharide darstellten, anwesend waren. Nach der Partialhydrolyse wurden die Oligosaccharide durch Papierchromatographie in mehreren Lösungsmitteln getrennt und die Verteilung der Radioaktivität gemessen. Es zeigte sich, dass Laminaribiose im Partialhydrolysat auftrat. Die Mengen der gebildeten Zellobiose zu Laminaribiose entsprachen ungefähr dem Verhältnis 4:1. Nach Lösen des Polysaccharids in Phosphorsäure, Wiederausfällen und nachfolgender Partialhydrolyse waren nur noch geringe Spuren von Laminaribiose vorhanden. Bei dem Polysaccharid, gebildet von GDPG, konnten im Partialhydrolysat keine β -1,3-Oligosaccharide nachgewiesen werden. Es fragt sich nun, ob die β -1,3- und β -1,4-Bindungen in einem heterogenen Polysaccharid vorlagen oder ob es sich um zwei homogene Glukane handelte. Da aber nach der Vorbehandlung mit der Phosphorsäure fast alle β -1,3-Bindungen verschwunden waren, liegt die Annahme nahe, dass es sich um zwei verschiedene Polysaccharide – also um Zellulose und einen geringen Anteil Kallose – handelte.

Wie ist es nun zu erklären, dass zwei verschiedene Substrate zur Zellulosebiosynthese dienen können? Es gibt von MARX-FINGINI (1966) eine Untersuchung, wonach Zellulose in zwei Stadien entstehen soll: ein erstes Stadium, welches langsam vonstatten geht und eine sogenannte kurzkettige Primärzellulose bildet, und ein zweites Stadium, das relativ schneller verläuft und eine sogenannte Sekundärzellulose bildet. Die Primärzellulose könnte als Akzeptor oder «Primer» für die Bildung der Sekundärzellulose dienen.

Man kann vielleicht annehmen, dass für die Bildung der sogenannten Primär- und Sekundärzellulose zwei verschiedene Enzyme benötigt werden und auch zwei verschiedene Substrate – also GDPG und UDPG – beteiligt sein können. Unsere Versuche mit Enzympräparationen aus *Phaseolus-aureus*-Keimlingen in verschiedenen Wachstadien scheinen diese Annahme auch zu bestätigen. Bei zunehmender Ausbildung des Keimlings tritt eine Desaktivierung des Enzymsystems, das GDPG als Substrat benötigt, auf. Dagegen steigt die Enzymaktivität für das Substrat UDPG mit zunehmendem Wachstum. Untersuchungen mit wachsenden Baumwollhaaren in verschiedenen Stadien zeigten das gleiche Ergebnis.

Ein weiteres recht interessantes Phänomen konnten wir bei der In-vitro-Biosynthese der Zellulose feststellen: Zusätze von β -Indolylessigsäure (IES) stimulierten die Bildung des Polysaccharids, allerdings nur, wenn UDPG als Substrat fungierte; mit GDPG als Glukosyldonor konnte keine Stimulierung beobachtet werden. Gibberelinsäure und andere Wachstumsstoffe erwiesen sich als wirkungslos. Da eine optimale Stimulierung bei sehr niedrigen Konzentrationen von IES auftrat, 10^{-6} bis 10^{-17} Mol, kann diese vermehrte Polysaccharidbildung nicht auf eine Veränderung des pH-Wertes zurückgeführt werden. Zusätze von IES zu der Reaktionsmischung wirkten bei Konzentrationen von 10^{-3} bis 10^{-1} Mol hemmend. Diese direkte Stimulierung der Zellulosebiosynthese ist insofern ein neuer Aspekt, als bisher angenommen wurde, dass Wachstumsstoffe nur indirekt auf die Biosynthese von Polysacchariden einwirken.

Im Einklang mit diesen Ergebnissen stehen Untersuchungen von ALBERSHEIM und BONNER (1965), die eine verstärkte Pektinbildung durch Applizierung von IES bei Weizenkeimlingen in vivo feststellten; und von RAY und BAKER (1966), die das Längenwachstum von Koleoptilen zunächst durch Ca-Ionen hemmten, dann mit IES behandelten und eine verstärkte Zellwandbildung feststellten.

Weitere Versuche sollen nun zeigen, ob es möglich ist, das in vitro gebildete Polysaccharid durch Autoradiographie im Elektronenmikroskop sichtbar zu machen und irgendwelche Molekülaggregate zu erkennen, die den in vivo gebildeten entsprechen.

W. BLUM und H. MEIER (Freiburg) – *Über die Reaktionsholzbildung bei Fichten.*

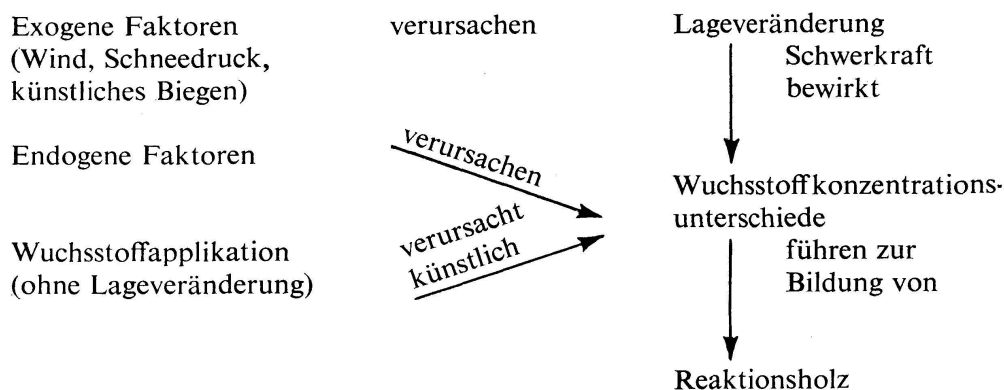
Bei Laubbäumen entsteht das Reaktionsholz in Ästen und in schiefen Stämmen auf der Oberseite. Man nennt es Zugholz. Bei Nadelbäumen hingegen entsteht es auf der Unterseite, und man bezeichnet es als Druck-

holz. Bei der in der Natur vorkommenden oder durch künstliches Biegen hervorgerufenen Reaktionsholzbildung lässt meistens eine Lageveränderung auch eine verschiedene Wirkung der Schwerkraft entstehen, die dann als auslösender Faktor angesehen werden kann. Die Schwerkraft löst – als exogener Faktor – im zellulären Bereich endogene Reaktionen aus, die für die Bildung von Reaktionsholz verantwortlich sind und nach Ansicht der meisten modernen Autoren in einer Veränderung der Wuchsstoffverteilung im Kambium zu suchen sind.

Mit den im folgenden erörterten Experimenten wollten wir vor allem abklären, ob die Druckholzbildung bei Fichten abhängig sei von einer bestimmten absoluten IES-Konzentration oder ob IES-Konzentrationsunterschiede in benachbarten Kambialzonen eine Vorbedingung zur Reaktionsholzbildung seien. Ferner sollten auch Hinweise auf die Wirkungsart der IES erhalten werden.

Wir führten in erster Linie Versuche durch mit künstlicher Applikation von Wuchs- oder anderen Stoffen. Zu diesem Zwecke wurde die tote Rinde von 3- bis 5jährigen Fichtenstämmchen an den Applikationsstellen vorsichtig abgeschabt, möglichst ohne Verletzung von lebendem Gewebe. Die zu applizierenden Substanzen wurden mit Lanolinpaste vermischt, die Paste wurde in etwa 2 mm dicker Schicht aufgetragen und dann mit Aluminiumfolie überdeckt.

Als Arbeitshypothese zur Untersuchung der Reaktionsholzbildung diente uns folgendes Schema:



In einem *ersten* Experiment wurden an einem senkrechten Stamm einseitig verschiedene IES-Konzentrationen appliziert. Es bildete sich an der Applikationsstelle Druckholz, das sich basipetal weiter nach unten erstreckte auf einer Distanz, die ungefähr der Länge der Applikationsstelle entsprach, während schon wenig oberhalb der Applikationsstelle überhaupt kein Druckholz zu finden war. Ferner wurden wenig unterhalb der Applikationsstelle immer mehr Druckholzzellreihen gebildet als an der Applikationsstelle selbst. Daraus lässt sich die basipetale Wanderung der IES ersehen. Die niederste IES-Konzentration, bei der eindeutig Druckholz gebildet wurde, betrug 100 ppm. Die Intensität der Druckholzbildung stieg dann bis zu einer Konzentration von etwa 1000 ppm, wonach sie konstant blieb.

In einem *zweiten* Experiment wurden an einem senkrechten Stamm auf gegenüberliegenden Seiten einerseits gleiche, andererseits verschiedene IES-Konzentrationen appliziert. Applizierten wir an einem geraden Stamm auf gegenüberliegenden Seiten IES in gleichen Konzentrationen, so wurde an den Applikationsstellen beider Seiten gleich viel Druckholz gebildet. Wurden bei Applikationen an geraden Stämmen an den gegenüberliegenden Seiten die Konzentrationen variiert, so war die Differenz der auf gegenüberliegenden Seiten gebildeten Druckholzzellreihen bei niederen IES-Konzentrationen relativ gross, bei höheren Konzentrationen aber trotz erhöhter absoluter Konzentrationsdifferenz relativ klein. Ferner waren bei gleichen IES-Konzentrationen etwa gleich viele Druckholzzellen gebildet worden, unabgesehen davon, ob die gegenüberliegende Seite eine höhere oder niedrigere IES-Konzentration besass.

In einer *dritten* Serie von Experimenten wurden IES-Applikationen in verschiedenen Konzentrationen rund um den Stamm herum gemacht. Es zeigte sich, dass danach auf dem ganzen Stammumfang Druckholz gebildet wurde, allerdings in geringerer Menge als bei nur einseitiger Applikation derselben Konzentrationen.

Interessanterweise wurde auch dann auf dem ganzen Stammumfang Druckholz gebildet, wenn das Stämmchen im Frühjahr mit einem Draht kräftig eingeschnürt wurde, so dass offenbar eine Phloemstauung erfolgte. In der oberhalb der Einschnürstelle sich bildenden Verdickung waren typische Druckholzzellen nachzuweisen.

In einer *vierten* Serie von Experimenten wurden Versuche mit dem Antiauxin 2,3,5-Trijodbenzoësäure (TIBA) durchgeführt. TIBA hat die Eigenschaft, Auxine rasch abzubauen und ihre basipetale Wanderung zu behindern.

Ein Ast eines Nadelbaumes, der künstlich nach oben gebogen wird, hat die Tendenz, die alte, «normale» Lage wieder einzunehmen. Er wird also auf der oberen Astseite Druckholz bilden. Applizierten wir nun das Antiauxin TIBA auf der Oberseite, so gelang es, die Druckholzbildung zu unterdrücken. Umgekehrt bildet sich bei einem nach unten gebogenen Ast Druckholz auf der Unterseite des Astes. Applizierten wir TIBA auf der Unterseite, so bildete sich auch in diesem Falle kein Druckholz. Wird ein ganzer Baum in die horizontale Lage gebracht, so entsteht ebenfalls auf der Stammunterseite Druckholz. Auch in diesem Fall liess sich durch Applikation von relativ hohen TIBA-Konzentrationen die Bildung von Druckholzzellen unterdrücken.

Die schon von NECESANY und später von CASPERSON durch verschiedene Versuche belegte Vermutung, dass Druckholz in der Natur durch erhöhte IES-Konzentrationen gebildet wird, konnte demnach durch die Versuche mit dem Inhibitor 2,3,5-Trijodbenzoësäure erhärtet werden.

Die noch ungelöste Frage ist allerdings die Wirkungsweise der IES. Da bei Druckholzbildung bedeutend mehr Zellen und auch dickere Zellwände als bei Normalholzbildung entstehen, ist es naheliegend, anzunehmen, dass die IES die Nährstoffaufnahme der Kambialzellen und der sich differenzierenden Xylemzellen fördert. Man kann auch vermuten,

dass es zu einer Nährstoffkonkurrenz kommt, wobei die Nährstoffe zu den Gewebeteilen mit höherer IES-Konzentration hinfließen. Wenn man deshalb IES einseitig oder zweiseitig mit unterschiedlicher Konzentration appliziert, ist das Ergebnis ein anderes, als wenn man auf den ganzen Stammumfang IES appliziert. Im letzteren Falle ist, auch bei Verwendung hoher IES-Konzentrationen, die Druckholzbildung nicht so intensiv wie bei einseitiger Applikation, da auf dem ganzen Umfang alle Zellen gleich viel IES zur Verfügung haben und keine von den anderen profitieren können. Wir können deshalb ganz allgemein postulieren, dass bei reichlichem Nährstoffzugang die Intensität der Druckholzbildung nur von der absoluten IES-Konzentration abhängt. Bei beschränkter Nährstoffzufuhr jedoch spielt auch der Wuchsstoffkonzentrationsunterschied zwischen benachbarten Partien des Kambiums eine Rolle.

Wir haben dann auch Versuche durchgeführt mit ungleicher *Nährstoffapplikation* auf gegenüberliegenden Stammseiten, indem der Lanolinpaste Rohrzucker zugefügt wurde. Es zeigte sich, dass eine hohe Rohrzuckerkonzentration ohne gleichzeitige erhöhte IES-Konzentration keine Reaktionsholzbildung nach sich zog. Bei unserem Einschnürungsversuch mit Druckholzbildung hatte also offensichtlich nicht nur eine Nährstoffstauung, sondern auch eine IES-Stauung stattgefunden.

Untersuchungen, die anfangs der fünfziger Jahre von GUTTENBERG und Mitarbeitern durchgeführt worden waren, deuteten darauf hin, dass erhöhte IES-Konzentration bei pflanzlichen Zellen eine Erhöhung der Rohrzuckerpermeabilität bewirkte. Wir wiederholten diese Versuche an Zwiebelepidermen, in der von STADELMANN konstruierten Durchströmungskammer, konnten aber in keinem Falle eine IES-bedingte Erhöhung der Rohrzuckerpermeabilität an plasmolysierten Zellen feststellen. Es handelt sich natürlich bei Epidermen um Zellen, die ihr Wachstum abgeschlossen haben und physiologisch nicht mit den Kambialzellen vergleichbar sind. Unsere Versuche legen aber doch nahe, dass durch IES keine Erhöhung der sogenannten passiven, auf rein physikalischen Vorgängen beruhenden Rohrzuckerpermeabilität erfolgt. Es ist deshalb zu vermuten, dass die IES die aktive, energieverbrauchende Rohrzuckeraufnahme der Kambialzellen beeinflusst.

4. FERNAND CHODAT et FR. GAGNEBIN (Genève) – *Physio-génétique du chou de Bruxelles*.

5. K. H. ERISMANN, R. STRASSER und R. BRÄNDLE (Bern) – *Untersuchungen zur photosyntheseabhängigen Sulfidoxydation durch Algen und höhere Pflanzen, insbesondere durch Lemna minor L.*

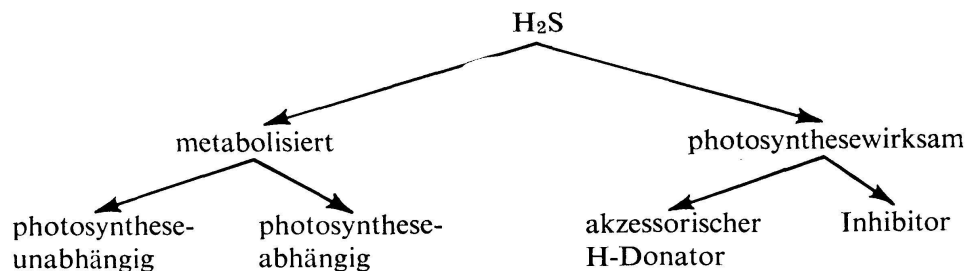
1941 schuf VAN NIEL ein Konzept der Photosynthese, welches in generalisierender Weise die Abhängigkeit der Photosynthese von der Gegenwart eines Wasserstoffdonators beschreibt. Im Falle der Schwefelbakterien, die keinen Sauerstoff evolvieren, ist es u. a. der Schwefel-

wasserstoff. Dieser wird oxydiert, und elementarer Schwefel kann sich in der Zelle anhäufen. In dem von VAN NIEL und spätern Autoren postulierten Mechanismus fungiert der Schwefelwasserstoff als *akzessorischer* H-Donator, welcher das bei der Photolyse des Wassers entstehende OH-Radikal reduziert. Dieses wird von allen photosynthetisierenden Organismen ausser den Bakterien in Wasser und Sauerstoff umgewandelt.

Die sauber gezogene Grenze zwischen dem Photosynthesemechanismus der Bakterien und dem der grünen Pflanzen in bezug auf die H_2S -Oxydation wird jedoch verwischt durch die Tatsache, dass auch bei Oszillatorien, Euglenen und Diatomeen in H_2S -haltigem Milieu das Auftreten von Schwefeltropfen im Zellinnern beobachtet werden kann (HINZE, 1903; NAKAMURA, 1937). 1966 berichtete ferner KNOBLOCH über eine photosyntheseabhängige Sulfidoxydation bei Grünalgen und Lemnazeen. Diese alten und neuen Beobachtungen bedürfen einer Überprüfung aus verschiedenen Gründen. Erstens geht aus Arbeiten von TURELL und CHERVENAK (1950) hervor, dass H_2S durch pflanzliches Gewebe aufgenommen und metabolisiert werden kann. Zweitens wirkt H_2S in sehr geringen Dosen als Photosyntheseinhibitor (NEGELEIN, 1925). Die Respiration wird, wie wir dies ebenfalls bei *Lemna minor* feststellen konnten, nicht nur nicht gehemmt, sondern ganz wesentlich gefördert, ohne dass sich der respiratorische Quotient dabei ändert.

Eine Arbeitsgruppe des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität Bern hat diesen wenig bearbeiteten Fragenkomplex um die Wirkung und Verwertung des Schwefelwasserstoffs durch grüne Pflanzen in Angriff genommen.

Die ersten Ergebnisse bezüglich der Aufnahme von $H_2^{35}S$ durch *Euglena*, *Spirogyra* und *Lemna minor* zeigten, dass wir mit einer photosyntheseunabhängigen und einer -abhängigen Komponente rechnen müssen gemäss folgendem Schema (provisorisch):



Vollständige Hemmung der Photosynthese mittels DCMU reduzierte die H_2S -Aufnahme signifikant. Der aufgenommene radioaktive Schwefel liess sich zur Hauptsache in den Chloroplasten lokalisieren (Mikroautoradiographie, Nachweis in Zellfraktionen).

Gaswechseluntersuchungen mit Analysatoren für CO_2 (URAS) und O_2 (MAGNOS) an *Lemna minor* im geschlossenen Kreislauf zeigten bei einer Sulfidkonzentration, die eine nur schwache Hemmung der Photosynthese hervorruft, eine O_2 -Evolutionsrate, die rund 20% geringer war, als es der

CO₂-Fixierungsrate hätte entsprechen müssen (reelle Photosynthese). Da der respiratorische Quotient unter der H₂S-Wirkung konstant bleibt und folglich keinen Einfluss auf den Photosynthesequotienten hat, muss ausser H₂O noch ein weiterer Wasserstoffdonator an der Assimilation des CO₂ beteiligt sein. Es liegt deshalb nahe, anzunehmen, dass zumindest ein Teil des aufgenommenen Sulfids als akzessorischer H-Donator fungiert. Diese Hypothese wird weiterhin geprüft.

LITERATUR

- HINZE, G.: Ber. dtsch. bot. Ges. 21, 394; 1903.
KNOBLOCH, K.: Planta (Berl.) 70, 73 und 173; 1966.
NAKAMURA, H.: Bot. Mag. (Tokio) 51, 529; 1937.
NEGELEIN, E.: Biochem. Z. 165, 203; 1925.
TURELL, F. M., CHERVENAK, M. B.: Adv. Chem. Ser. 1, 250; 1950.
VAN NIEL, C. B.: Adv. Enzym. 1, 263; 1941.

6. MARGRIT FANKHAUSER und K. H. ERISMANN (Bern) – *Durch Kinetin induzierte Veränderungen im Protein- und Nukleinsäure-Stoffwechsel von Lemna minor L.*

Mit der Nährlösung zugeführtes Kinetin (6-Furfurylaminopurin, 10⁻⁵ m) bewirkt bei *Lemna minor* in den ersten drei Stunden keine Änderung im Zucker- und Stärkegehalt der ganzen Zellen oder der Chloroplasten. Die früher festgestellte Anhäufung von Stärke bei längerer Kinetinbehandlung ist daher als eine Folge anderer Stoffwechseländerungen zu betrachten.

In der ersten halben Stunde der Kinetinbehandlung tritt eine deutliche, aber zeitlich begrenzte Förderung der Proteinsynthese auf. Der im Vergleich zu den Kontrollen leicht feststellbare Proteinüberschuss bleibt erhalten.

Die Stimulierung der Proteinsynthese lässt sich auf die Induktion einer relativ kurzlebigen RNS zurückführen, denn der RNS-Gehalt steigt ähnlich dem Proteingehalt in der ersten halben Stunde an. Im Gegensatz zu den Proteinen verschwindet dieser Überschuss in der folgenden Zeit wieder.

Die freien Aminosäuren ändern während der Versuchsdauer nicht. Ihre Konzentration scheint durch ein System reguliert zu werden, auf welches Kinetin unter den gegebenen Bedingungen keinen Einfluss hat.

7. K. H. ERISMANN und MARTHA R. KIRK (Bern) – *Kinetische Untersuchungen zur Aminosäure- und Proteinsynthese durch Lemna minor L. im Licht unter Steady-state-Bedingungen.*

Der physiologische *Steady state* eines Versuchsorganismus ist am besten gewährleistet und kann theoretisch auf unbegrenzte Zeit aufrechterhalten werden, wenn sich der Organismus in kontinuierlicher Kultur befindet. Kontinuierliche Kulturen von Mikroorganismen haben in den

letzten Jahren in der Grundlagenforschung und in der industriellen Mikrobiologie grosse Bedeutung erlangt (MÁLEK und FENCL, 1966). 1960 verwendeten BASSHAM und KIRK das Prinzip dieser Kulturtechnik erstmals zur Untersuchung der Kinetik des Photosynthesemetabolismus von *Chlorella* im sogenannten «Steady-state-Photosyntheseapparat».

Eine analoge, speziell für Lemnazeen adaptierte Apparatur wurde im Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Bern eingerichtet. Sie ermöglicht, die bei einzelligen Algen erfolgreich verwendete Methodik erstmals auf eine Blütenpflanze anzuwenden.

In kontinuierlicher Kultur (ERISMANN und FINGER) unter den äusseren Bedingungen des geplanten Versuches vorkultivierte *Lemna minor* werden in die Küvette des Photosyntheseapparates (ERISMANN und BRUNOLD, 1967) übertragen, welche durch einen geschlossenen Gaskreislauf mit CO₂- und O₂-Analysatoren und Durchflussionisationskammer verbunden ist. Ein geschlossener Nährlösungskreislauf mit pH-Regler und Thermostat sorgt für konstante Bedingungen hinsichtlich der Nährlösung.

Der *Steady state* der Versuchspflanzen in dieser Apparatur ist gekennzeichnet durch konstante Vermehrungsrate, konstante mittlere Geschwindigkeit der einzelnen Stoffwechselprozesse und durch eine konstante mittlere Grösse der einzelnen Stoffpools. Beimischung von ¹⁴CO₂ zum Gasmisch des Kreislaufs verändert die biochemischen Fließgleichgewichte des Organismus nicht, ermöglicht aber, die Markierung interessierender Stoffe als Funktion der Zeit zu untersuchen. Zu diesem Zweck werden die Versuchspflanzen portionenweise nach einem bestimmten Zeitplan aus der Küvette genommen und in Sekundenbruchteilen in flüssiger Luft eingefroren, ohne dass das System gestört wird. Die Proben werden nach erfolgter Gefriertrocknung extrahiert und die Proteine hydrolysiert; es folgen Auftrennungen mittels Ionenaustauschern und zweidimensionaler Dünnschichtchromatographie, ferner Bestimmung der Substanzkonzentrationen und der Radioaktivität.

Nach Aufzeichnung der Daten lassen sich anhand der Kurven Aussagen machen über die Geschwindigkeit der Markierung einzelner Pools, über die Grösse der «aktiven», d.h. der direkt in die Photosynthese einbezogenen Pools und über Vorstufen-Produkt-Beziehungen zwischen einzelnen Assimilaten.

Eine vorläufige Analyse der Daten bezüglich Aminosäure- und Proteinsynthese zeigt, dass Alanin, Asparaginsäure, Serin und Glyzin annähernd so rasch markiert werden wie die ersten Zuckerphosphate. Alanin und Asparaginsäure lassen zudem nach etwa 3 Stunden eine Sättigung bezüglich ihrer spezifischen Aktivität erkennen. Der Anteil der «aktiven», vermutlich in den Chloroplasten lokalisierten Alanin- und Asparaginsäurepools an ihren Gesamtpools ist wesentlich niedriger als bei *Chlorella* angegeben wurde: etwa 15 bzw. 6% bei *L. minor* gegenüber ungefähr 40 und 30% bei *Chlorella* (BASSHAM und KIRK, 1963). Diese Abweichung dürfte erwartet werden, da nicht alle Zellen der Lemnaglieder Chloroplasten enthalten (z. B. Epidermiszellen). Im übrigen sind die Verhältnisse denjenigen bei *Chlorella* sehr ähnlich. Weiter lässt der völlig

identische Verlauf der spezifischen Aktivitäten von freier Glutaminsäure und freiem Glutamin vermuten, dass beide aus einer gemeinsamen Vorstufe entstehen. Dies scheint für Asparaginsäure und Asparagin nicht zutreffen. Schliesslich finden wir deutliche Unterschiede im Markierungsverhalten der freien Aminosäuren bei NO_3^- - und NH_4^+ -Fütterung. Das Verhältnis von Alanin zu Asparaginsäure zum Beispiel steht stets zugunsten des Alanin bei NH_4^+ -Fütterung, während die Asparaginsäure überwiegt, wenn NO_3^- als alleinige Stickstoffquelle gegeben wird (pH der Nährlösung in beiden Fällen 5,0). Bei den gebundenen Aminosäuren tritt innerhalb der Versuchsdauer von 4 Stunden noch keine Sättigung der Radioaktivität ein.

LITERATUR

- BASSHAM, J. A., KIRK, MARTHA: Biochim. biophys. Acta 43, 447; 1960.
 BASSHAM, J. A., KIRK, MARTHA: Biochim. biophys. Acta 90, 553; 1963.
 ERISMANN, K. H., BRUNOLD, CH.: Exper. 23, 235; 1967.
 ERISMANN, K. H., FINGER, A.: Ber. schweiz. bot. Ges. (im Druck).
 MÁLEK, I., FENCL, Z. (ed.): Theoretical and methodological basis of continuous culture of microorganisms. Academic Press, New York and London 1966.

B. Botanique systématique et géobotanique

8. J. SCHWENDENER (Zürich) – *Evolution der hybridogenen Art Potentilla procumbens.*

9. J. MIEGE und P. HAINARD (Genève) – *Témoin genevois de l'évolution climatique récente.*

10. L. BERNARDI (Genève) – *Considérations sur les Sapotacées du Pérou.*

Cette famille est représentée au Pérou, à l'état actuel de nos connaissances, par 39 espèces et 1 variété, partagées dans les genres suivants:

	espèce
Achras L. (= Calocarpum auct.)	1
Bumelia Sw.	1
Chrysophyllum L.	4
Cynodendron Baehni	4
Gymnoluma Baill.	1
Manilkara Adans.	1
Mastichodendron (Engl.) Cronq.	1
Pouteria Aubl. sensu Baehni	20
Prieurella Pierre	2
Richardella Pierre	2 + 1 variété
Sarcaulus Radlk.	2

Les résultats des prospections botaniques dans cette république, au moins dans le cas en question, sont franchement pauvres, car le matériel, dont j'ai disposé pour mettre au point le manuscrit laissé par feu le Prof. BAEHNI en 1963, est représenté par 107 récoltes, conservées dans les herbiers de Genève, Chicago (qui est le centre scientifique qui édite le *Flora of Peru*), Washington et Stockholm.

D'autre part, lors d'un voyage d'études en 1966 aux herbiers d'Europe orientale (Leningrad, Moscou, Kiev, Prague), puis à Vienne, Bruxelles, Leiden, Copenhague, Helsinki, Utrecht, je n'ai trouvé aucune trace de Sapotacée péruvienne en dehors de quelques duplicata des 107 collections ci-dessus nommées.

Des 40 taxa en question, 13, endémiques du Pérou, sont dépourvus de fruits et graines (*Achras buchananii* folia [Pierre] Bernardi; *Chrysophyllum albidum* Cronq.; *Chrys. granatense* Spreng.; *Chrys. Wurdackii* [Aubr.] Bernardi; *Mastichodendron Williamsii* [Baehni] Baehni ex Bernardi; *Pouteria Aubrevillei* Bernardi; *P. Bouffardiana* Bernardi; *P. cinnamomea* Baehni; *P. lorentensis* Baehni; *P. peruviana* Baehni; *Pouteria peruviana* [Aubr.] Bernardi; *Pouteria pisquiensis* Baehni; *Priurella Wurdackii* Aubr.).

En plus, 10 espèces trouvées au Brésil, Equateur et Pérou ne présentent, dans le matériel à disposition, ni fruits ni graines. Sur une base matérielle aussi pauvre, les conclusions taxonomiques ne peuvent prétendre qu'à une honnête approximation. Je me suis tenu donc, obligé par la pénurie de matériel, aux conceptions de BAEHNI sur les dimensions des genres, surtout de *Pouteria* et *Chrysophyllum*.

En ayant par exemple à décrire une espèce nouvelle (la *Pouteria Bonnerana*), j'ai trouvé une grande ressemblance végétative et florale avec la *Pouteria pariry* (Ducke) Baehni; cette dernière espèce cependant a été considérée par Aubreville comme espèce-type du genre *Eglerodendron*, sur la base du fruit, nombre de graines et cicatrice séminale (*Adansonia* 1, 167; 1961); BAEHNI, dans son travail posthume (*Boissiera* 11, 115; 1965), l'a en revanche considérée une *Rhamnoluma*, à cause de la cicatrice séminale large et plus courte que la graine. La *Pouteria Bonnerana*, dépourvue de fruit, n'offre au taxonomiste prudent de base de jugement sûr: mieux vaut – je pense – la considérer dans le grand genre *Pouteria*, dont elle possède toutes les caractéristiques florales. D'autant plus que, dans cette même famille, le *Cynodendron* présente tous les caractères floraux du *Chrysophyllum*, en ayant le fruit et la graine fort différents.

Il m'a été aussi impossible de conserver le *Neoxythece Wurdackii* Aubr.; ce *Neoxythece*, comme genre, est un fantôme insaisissable, car il est basé sur la «présence-absence» des staminodes; en disposant d'un seul échantillon, j'ai examiné 25 fleurs (le maximum consenti pour ne pas anéantir ce document); j'ai trouvé seulement 3 fleurs qui avaient 1–2 staminodes, les autres fleurs en étant dépourvues. Dans ce cas, je pense que l'échantillon en question (*Wurdack* 2409) représente un *Chrysophyllum*.

Des considérations de cette sorte pourraient s'allonger... En passant à la distribution des espèces dans le territoire péruvien, le même vice

d'origine, la pénurie de spécimens, empêche toute conclusion: on peut observer seulement que 14 échantillons (des 107) proviennent de la partie occidentale du Pérou, les autres ayant été trouvés sur le versant oriental de l'immense bassin amazonien.

Ce pays de 1 285 000 km² offre des conditions aptes aux Sapotacées sur au moins 800 000 km².

Les récoltes insignifiantes doivent nous rendre attentifs aux tâches ardues mais passionnantes que la systématique et la phytogéographie doivent encore accomplir et sur la nécessité de favoriser les prospections botaniques dans des pays comme le Pérou où tout est encore à faire.

11. M. WELTEN (Bern) – *Orientierung über die Kartierung der Schweizer Flora.*