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

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 63 (1953)

Artikel: Enzyme der Glykolyse im Phloemsaft

Autor: Wanner, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44363

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: 16.07.2025

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

Enzyme der Glykolyse im Phloemsaft

Von *Hans Wanner* [1]

Aus dem Institut für allgemeine Botanik der Universität Zürich

(Eingegangen am 30. Oktober 1952)

Die existierenden Hypothesen über den Mechanismus des Stofftransportes im Phloem kranken daran, daß über die stoffliche Zusammensetzung des transportierten Saftes sowie über den Lebenszustand des Inhaltes der Siebröhren nur wenig bekannt ist. Neuere Untersuchungen über die Anatomie und Cytologie des Phloems ergaben ferner die Unhaltbarkeit früherer Anschauungen (siehe Sammelreferate K. Esau, 1939 und 1950), so z. B. über die Beschaffenheit der Siebplatten und die Veränderung des Siebröhrensystems während der Ontogenese. Das Verschwinden des Zellkernes, die Veränderung der Fluidität des Cytoplasmas und die Auflösung der Grenzschicht zwischen Cytoplasma und Vakuolen sowie die zunehmende Permeabilität zeigen, daß sich der lebende Inhalt eines Siebröhrenelementes während der Entwicklung zur funktionierenden Siebröhre sehr stark verändert. Außer der nicht unbestrittenen Tatsache, daß die Durchlässigkeit der äußeren Grenzschicht des Siebröhreninhaltes wahrscheinlich zunimmt, ist über die physiologischen Auswirkungen der erwähnten cytologischen Veränderungen nichts bekannt. Nähere Kenntnisse diesbezüglich wären aber aus dem Grunde wünschenswert, weil sie darüber Aufschluß geben könnten, ob die Siebröhren selber aktiv am Stofftransport teilnehmen. Genauer formuliert: Besitzt der Inhalt funktionierender Siebröhren einen Stoffwechsel, der imstande wäre, energieverbrauchende Prozesse anzutreiben?

Wir sind bei Untersuchungen über die Ursache der Unterschiede in der Kohlehydratzusammensetzung von Blattextrakt und Siebröhrensaft von *Robinia Pseud-Acacia* auf das Vorhandensein von Fermenten der Glykolyse aufmerksam geworden, die auf die obige Frage eine wenigstens annähernde Antwort zu geben gestatten.

---

[1] Der «Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich» bin ich für die Beschaffung von Hilfsmitteln zu Dank verpflichtet.

Methoden

a) Gewinnung des Phloemsaftes

Der Phloemsaft von etwa 5 bis 20 Jahre alten Bäumen von *Robinia Pseud-Acacia* wurde durch Einschneiden in die Rinde nach dem Verfahren von Hartig (1862) und Münch (1930) gewonnen. Bis zum Ansatz der Versuche verblieben die mit Saft gefüllten Reagenzgläser in einer Kältemischung, die den Saft gefroren hielt.

b) Ansatz der Enzymversuche

Infolge der verhältnismäßig geringen Saftmengen, die für jeden Versuch zur Verfügung standen, mußten die Analysen im Mikromaßstab durchgeführt werden. Die Ansätze mit den verschiedenen Substraten wurden in kleine Reagenzgläser aus Jenaer Glas gebracht. Die Reagenzgläser hatten ein Volumen von zirka 300 mm^3. Sie wurden während der Inkubationszeit verschlossen in einem Wasserbad von 30° C untergetaucht. Die Volumina für die einzelnen Ansätze werden weiter unten zusammengestellt. Substrate: Schwarz Laboratories Inc. New York. Das *p*H der Ansätze schwankte zwischen 7,0 und 7,3 (Mikrochinhydronelektrode).

c) Analysen

Anorganisches Phosphat nach Berenblum und Chain (1938). Glukose-1-phosphat durch 7 Min. Hydrolyse in Schwefelsäure (1 : 40 verdünnt). Bestimmung des Adenosintriphosphates durch Ermittlung des nach 7 Min. Hydrolyse in 1*n* HCl frei gesetzten anorganischen Phosphates.

Papierchromatographischer Nachweis der Reaktionsprodukte: Ein Aliquot des Ansatzes wurde nach verschiedenen Zeiten mit einer Mikropipette entnommen und auf Whatmanpapier Nr. 1 chromatographiert. Lösungsmittel: Für die Zuckerphosphate verwendeten wir z. T. das von Hanes und Isherwood (1949) angegebene Gemisch: tertiäres Butanol, Picrinsäure, Wasser, z. T. Propanol-Ammoniak-Wasser; in beiden lassen sich Monophosphate gut von Hexosediphosphat trennen. Glukose-1-phosphat und Glukose-6-phosphat können durch Vornahme einer Zuckerreaktion unterschieden werden. Neben diesen Gemischen hat sich das für Zuckertrennung sehr geeignete Gemisch Äthylacetat-Eisessig-Wasser (Jermyn und Isherwood, 1950) auch für Phosphorsäureester als günstig erwiesen. Deren Nachweis auf dem Chromatogramm wurde nach dem Verfahren von Hanes und Isherwood (l. c.) vorgenommen, das in unseren Händen bessere Resultate ergab als die von Bandurski und Axelrod (1951) angewendete Methode.

d) Quantitative Analyse von Rohrzucker auf papierchromatographischem Weg

Der Rohrzucker wurde mit destilliertem Wasser aus dem Chromatogramm eluiert und das Eluat kolorimetrisch mit Anthron analysiert.

Die gewissenhafte Durchführung aller Analysen verdanke ich Frl. E. Jucker und Frl. E. Perini.

Resultate

1. Atmungsversuche

1 g Saft (= 0,9 ml) verbrauchen in 60 Min. 20,0 mm^3 Sauerstoff. Unter der Annahme eines Trockensubstanzgehaltes von 25 % würde das somit einen Qo_2 von 0,08 mm^3 O_2 pro mg Trockensubstanz pro Stunde ergeben. Verglichen mit dem Sauerstoffkonsum lebender Gewebe, z. B. Blattgewebe = 0,37 mm^3/mg Frischgewicht/Stunde (Eichenberger, 1951) oder Phloem*gewebe* der Esche = 0,17 mm^3/mg Frischgewicht/Stunde (Goodwin und Goddard, 1940), besitzt somit der Phloem*saft* mit 0,02 mm^3/mg Frischgewicht/Stunde einen sehr geringen Sauerstoffkonsum.

Die uns zur Verfügung stehenden Mengen Phloemsaft reichten leider infolge vorgerückter Jahreszeit nicht mehr aus, um die Natur des Sauerstoffverbrauches näher zu untersuchen. Es wäre besonders wünschenswert gewesen, den RQ genauer bestimmen zu können. Eine kleine Schwierigkeit ergibt sich hier darin, daß der Saft deutlich alkalische Reaktion aufweist (*p*H 7 bis 7,5) und infolgedessen eine ausgesprochene CO_2-Retention zeigt. Die separate Bestimmung dieser CO_2-Retention erfordert zusätzlich Saft, der für uns nicht mehr erhältlich war.

Der geringe Sauerstoffverbrauch weist darauf hin, daß der große Rohrzuckergehalt des Saftes dem sauerstoffverbrauchenden System nicht als Oxydationsmaterial zugänglich ist. Es ergab sich dies auch schon daraus, daß der Rohrzuckergehalt von Saft, inkubiert unter sterilen Bedingungen bei 30°, sich während 24 Stunden nicht nachweisbar verändert (siehe unten, Versuch über Saccharaseaktivität des Phloemsaftes).

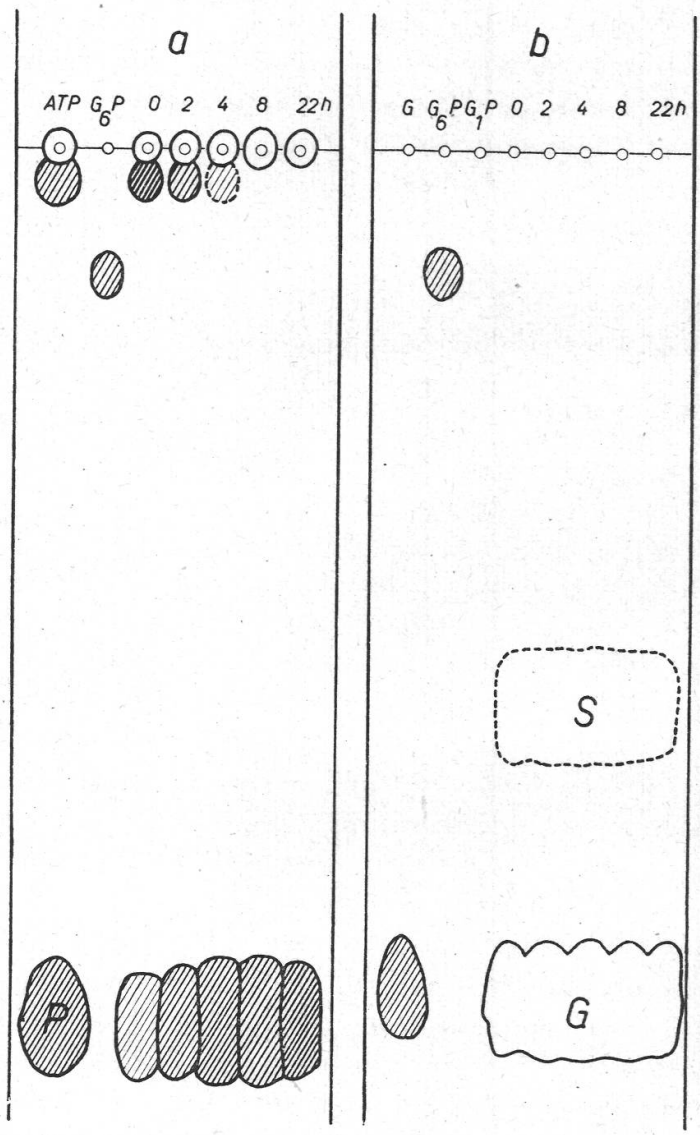
Wie wir früher schon festgestellt hatten (Wanner, 1952 *b*), weist der Phloemsaft keine reduzierenden Zucker auf. Es wäre somit möglich, daß bei Zusatz von Hexosen der Saft einen erhöhten Atmungsumsatz zeigen würde. In der Tat ergibt ein Zusatz von Glukose eine deutliche Steigerung der Atmungsintensität, die aber nur kurz andauert. Der Mehrverbrauch an Sauerstoff scheint nicht in einfacher Beziehung zu der zugefügten Menge Glukose zu stehen. Wir haben in einem Versuch 70 Minuten nach Beginn der Messung des Sauerstoffverbrauches 0,02 Millimol Glukose zugegeben und erhielten eine kurz andauernde Erhöhung der Atmungsintensität, die auf einen Mehrverbrauch von

22 mm³ (= 1 Mikromol) Sauerstoff schließen ließ. Sichere Angaben über diese Zusammenhänge können erst nach weiteren Untersuchungen gemacht werden.

2. Enzyme der Glycolyse

a) Hexokinase

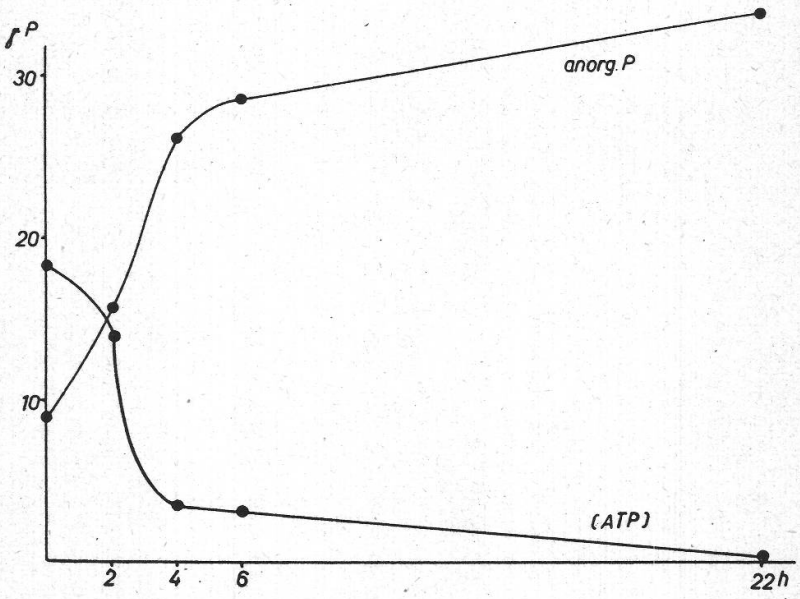
Um den Phloemsaft auf das Vorhandensein einer Hexokinase zu prüfen, haben wir in einem Versuch Saft mit Glukose und Adenosintriphosphat versetzt. In Abständen von 0, 2, 4 und 6 Stunden wurden Proben des Ansatzes entnommen und einerseits papierchromatographisch auf synthetisiertes Hexosephosphat untersucht, anderseits die



Figur 1
Chromatogramme des Ansatzes zur Prüfung auf das Vorhandensein einer Hexokinase im Phloemsaft
Ansatz: 27 mm³ Phloemsaft, 27 mm³ Glukose (1 %), 28 mm³ ATP (1 %)
Entnahme der Proben nach 0, 2, 4, 8, 22 Stunden
Lösungsmittel: Äthylacetat-Eisessig-Wasser
a) Phosphatreaktion: Abnahme von ATP, anfängliche Zunahme von ADP, an der Startlinie zurückbleibend, Abspaltung von anorganischem Phosphat (P)
b) Aldosenreaktion mit Anilinphthalat: zugefügte Glukose (G) konstant, keine Produktion von Glukose-6-phosphat (G-6-P), S = Saccharose

Umwandlung von Adenosintriphosphat zu Adenosindiphosphat durch Bestimmung des nach 7 Minuten Hydrolyse in 1*n* HCl frei werdenden Phosphates kontrolliert. In jeder Probe wurde auch die Menge an anorganischem Phosphat ermittelt.

Gebildetes Glukose-6-phosphat müßte chromatographisch leicht nachweisbar sein, da es reduzierend wirkt und eine klare Aldosenreaktion ergibt. Wie Figur 1 *a* und 1 *b* zeigt, ist innerhalb von 22 Stunden kein Glukose-6-phosphat nachweisbar. Der Saft enthält somit keine Enzyme, die imstande sind, Phosphat aus Adenosintriphosphat an Glukose zu übertragen. Wenn der Gehalt an Adenosintriphosphat trotzdem während der Versuchsdauer stark abnimmt (siehe Figur 2), so ist das auf eine kräftige Phosphatasewirkung des Saftes zurückzuführen, der aus Adenosintriphosphat und offenbar auch aus Adenosindiphosphat anorganisches Phosphat abzuspalten vermag. Die rasche Abnahme des nach 7 Minuten hydrolysierbaren Phosphates in den ersten drei Stun-



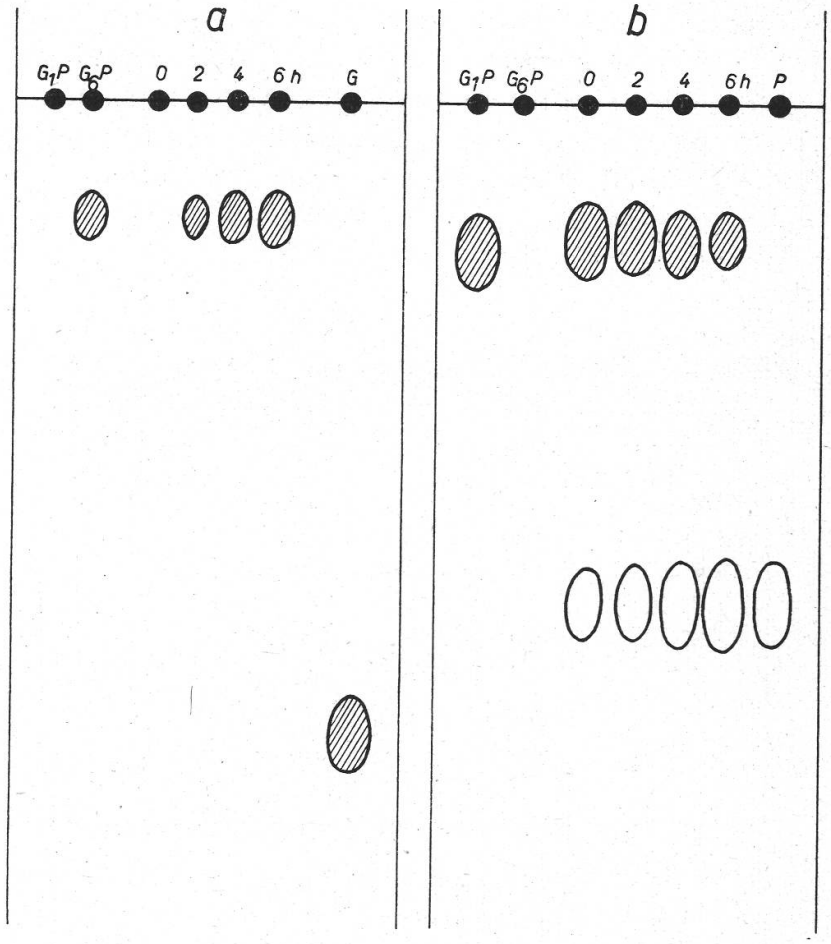
Figur 2
Zeitlicher Verlauf der Abspaltung von anorganischem Phosphat aus ATP und ADP. Der Anfangsgehalt an anorganischem Phosphat stammt zum Teil aus dem Phloemsaft (4,3 P)

den ist vielleicht so zu deuten, daß in dieser Zeit der dritte Phosphatrest aus Adenosintriphosphat vollständig abgespalten wird und nachher eine bedeutend langsamere Hydrolyse des Adenosindiphosphates stattfindet. *Wir können aus diesem Versuch den Schluß ziehen, daß eine wirksame Hexokinase dem Phloemsaft fehlt.*

b) Phosphoglucomutase

Trotzdem der Saft keine Hexosenphosphate zu bilden vermag, haben wir dessen Einwirkung auf Glukose-1-phosphat untersucht. Wir gingen dabei von der Vermutung aus, daß der Saft vielleicht ein Enzymsystem enthält, das aus zugefügtem Hexosephosphat imstande wäre Saccharose zu synthetisieren. Die ersten Vorversuche in dieser Rich-

tung ergaben bei der papierchromatographischen Untersuchung die scheinbare Synthese eines Oligosaccharides. Im Bereiche dieser Zucker entstand nach Inkubation von Glukose-1-phosphat mit Saft ein Fleck auf dem Chromatogramm, der eine deutliche Aldosenreaktion ergab.



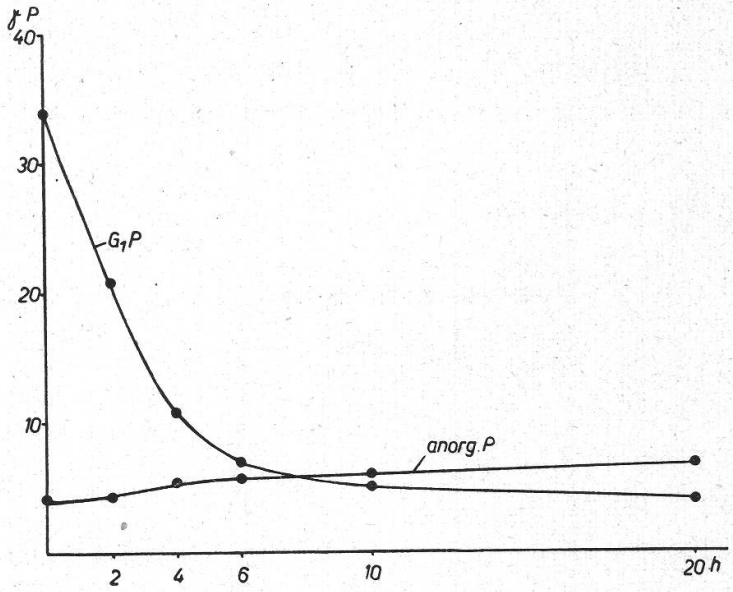
Figur 3
Chromatogramme zur Kontrolle einer Phosphoglucomutase-Wirkung
Ansatz: 54 mm³ G-1-P (1 %) + 27 mm³ Saft
Lösungsmittel: Äthylacetat-Eisessig-Wasser

a) Aldosenreaktion mit Anilinphthalat: G-1-P (= Glukose-1-phosphat) reagiert nicht, dagegen G-6-P (= Glukose-6-phosphat). Dieses erscheint in zunehmendem Maße in den Proben (G = Glukose)

b) Phosphatreaktion: G-1-P gibt starke Reaktion, G-6-P nur schwache oder keine. G-1-P in den Ansätzen abnehmend. Nur geringe Mengen anorganisches Phosphat (P) auftretend

Deshalb dachten wir an die Möglichkeit, daß aus der vorhandenen Saccharose und dem zugegebenen Hexosenphosphat ein Oligosaccharid gebildet würde. Weitere Versuche zeigten aber, daß das keineswegs der Fall war. Wird nämlich Glukose-1-phosphat mit Saft versetzt und der

Gehalt an Glukose-1-phosphat sowie an anorganischem Phosphat periodisch ermittelt, so ergibt sich eine rasche Abnahme des Glukose-1-phosphates, ohne eine entsprechende Zunahme des anorganischen Phosphates. Chromatographisch ließ sich dazu noch zeigen, daß nur Spuren freier Glukose gebildet wurden. Der Gehalt an Saccharose war zudem konstant. Da kein anorganisches Phosphat gebildet wird, obwohl Glukose-1-phosphat verschwindet, muß ein anderes, schwerer hydrolysierbares Phosphat als Glukose-1-phosphat entstehen; die Annahme liegt nahe, daß es sich um Glukose-6-phosphat handelt. Tatsächlich ließ sich dies papierchromatographisch sehr schön nachweisen (siehe Figur 3). Es ergibt sich somit das bemerkenswerte Resultat, daß der Phloemsaft keine Hexokinase enthält, dagegen eine *ausgesprochene Phosphoglucomutasewirkung besitzt.*



Figur 4
Zeitlicher Verlauf der Phosphoglucomutase-Reaktion
G-1-P = Glukose-1-phosphat, anorganisches Phosphat = anorg. P. Ansatz gleich wie bei Figur 3

Es läßt sich leicht nachweisen, daß die Umwandlung von Glukose-1-phosphat zu Glukose-6-phosphat durch Siebröhrensaft ein fermentativer Vorgang ist. Wird der Saft 10 Minuten im Wasserbad auf 100° erhitzt und anschließend zweimal kurz aufgekocht, so verliert er die Fähigkeit, die Umsetzung zu bewirken, vollständig.

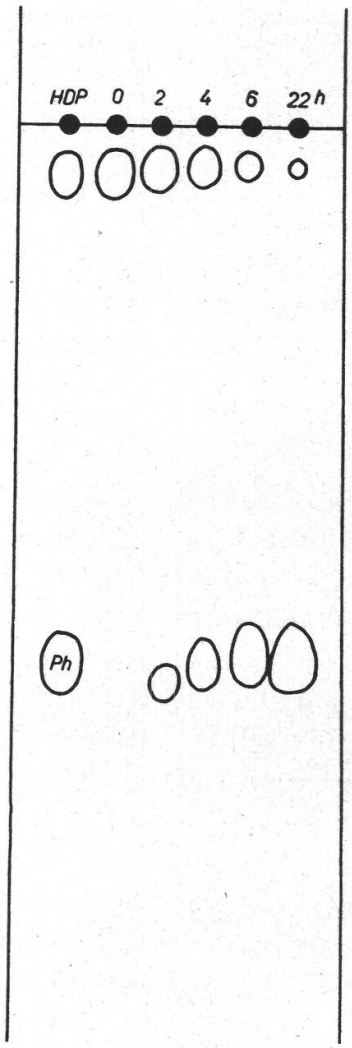
Das Gleichgewicht zwischen Glukose-1-phosphat und Glukose-6-phosphat liegt nach Colowick und Sutherland (1942) auf der Seite des Glukose-6-phosphates, und zwar zu 95 %. Wir haben in zwei Versuchen dieses Gleichgewicht bei Verwendung von Phloemsaft als Enzympräparat bestimmt. Wurde Glukose-1-phosphat für sich allein mit Phloemsaft versetzt, so wandelte sich dieses zu 87,7 % in Glukose-6-phosphat um (Figur 4). In einer zweiten Versuchsreihe wurden Glukose-1-phosphat und Glukose-6-phosphat als Substrat kombiniert. Die Gleichgewichtskonzentration wurde zu 86,5 % Glukose-6-phosphat gefunden.

c) Phosphohexoisomerase

Im normalen glycolytischen Kohlehydratabbau wird Glukose-6-phosphat durch Phosphohexoisomerase zu Fruktose-6-phosphat isomerisiert. Das Gleichgewicht liegt bei 68 % Glukose-6-phosphat (Lohmann, 1933). Eine Bildung von Fruktose-6-phosphat aus dem durch Einwirkung von Phloemsaft auf Glukose-6-phosphat gewonnenen Robinsonester (G-6-P) hätte sich beim chromatographischen Nachweis des Glukose-6-phosphates zeigen müssen. Das Gleichgewicht zwischen Glukose-6-phosphat und Fruktose-6-phosphat liegt bei 32 % Fruktose-6-phosphat. Im Chromatogramm hätte sich somit neben Glukose-6-phosphat das Fruktose-6-phosphat (Ketosenreaktion!) zeigen müssen, was nicht der Fall war. Eine Phosphohexoisomerase ist somit nicht vorhanden.

d) Phosphohexokinase

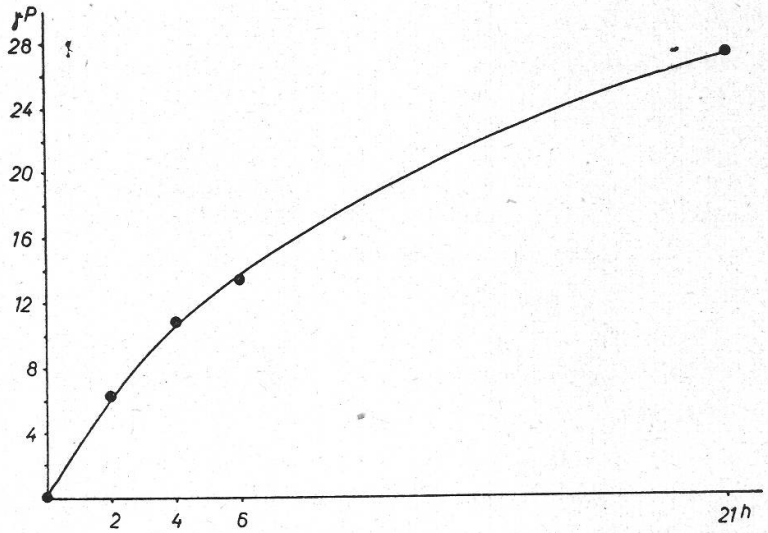
Mangels Materials wurde eine Untersuchung auf das Vorkommen einer Phosphohexokinase noch nicht durchgeführt.



Figur 5
Chromatogramm zur Kontrolle auf Vorhandensein einer Aldolase: Ansatz: 54 mm³ HDP (= Fruktose-1,6-diphosphat) + 27 mm³ Saft. Phosphatreaktion: HDP abnehmend, in entsprechendem Maße anorganisches Phosphat erscheinend. Keine anderen organischen Phosphate nachweisbar (Triphosphate müßten nach Kontrollversuchen oberhalb des anorganischen Phosphates liegen

e) Aldolase

Beim normalen glycolytischen Abbau der Kohlehydrate spaltet die Aldolase das Hexosediphosphat in die beiden Triosephosphate Glycerinaldehydphosphat und Dioxyacetonphosphat. Um zu kontrollieren, ob eine Aldolasewirkung des Phloemsaftes besteht, haben wir Hexosediphosphat mit Saft versetzt und die Ansätze periodisch durch Papierchromatographie kontrolliert. Es ließ sich eindeutig zeigen (Figur 5), daß Hexosediphosphat allmählich verschwindet und dafür anorganisches Phosphat in zunehmendem Maße entsteht. Andere organische Phosphate konnten nicht nachgewiesen werden, womit es ausgeschlossen erscheint, daß Triosephosphate aus dem zugegebenen Hexosediphosphat gebildet wurden. Das Abspalten von anorganischem Phosphat beruht offenbar wiederum auf dem Vorhandensein einer auf



Figur 6
Quantitative Verfolgung der Phosphatabspaltung aus Fruktose-1,6-diphosphat
Ansatz: 54 mm³ HDP (1 %) + 27 mm³ Saft
Ordinate: abgespaltenes anorganisches Phosphat

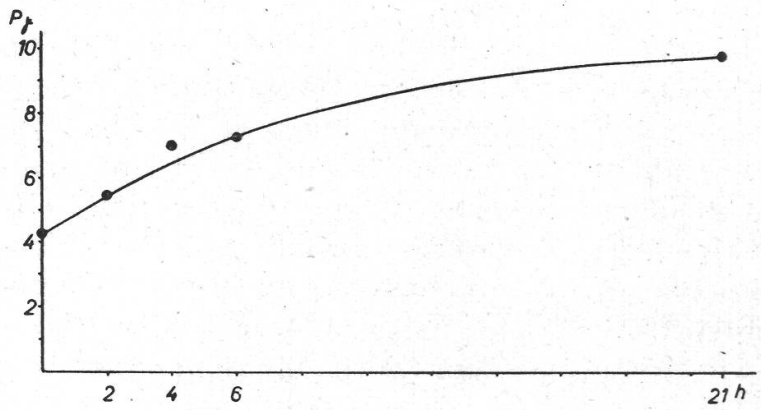
Hexosediphosphat wirksamen Phosphatase. Die quantitative Verfolgung der Phosphatproduktion zwingt zum selben Schluß (Figur 6).

Mangels Materials konnten wir auch hier eine interessante Erscheinung nicht weiter verfolgen. Wurde nämlich der Ansatz von Hexosediphosphat mit Phloemsaft chromatographisch auf *Zucker* kontrolliert, so ergab sich das merkwürdige Bild, daß die Saccharose des Phloemsaftes deutlich abnahm, ferner daß trotz der Phosphatabspaltung aus Hexosediphosphat keine Fruktose nachweisbar wurde. Es wäre hier an die Möglichkeit zu denken, daß die freigesetzte Fruktose sich mit Saccharose verbindet und ein Oligosaccharid entsteht, das mit Naphthoresorcin nur eine schwache oder gar keine Reaktion ergibt.

Als Resultat dieser Versuchsreihe können wir das *Fehlen einer Aldolasewirkung* im Phloemsaft feststellen.

f) Phosphatase

Wie schon aus den Versuchen mit Adenosintriphosphat und Hexosediphosphat hervorgeht, *besitzt der Saft eine ausgesprochene*



Figur 7
Quantitative Verfolgung der Phosphatabspaltung aus Glycerophosphat
Ansatz: 27 mm³ Saft + 54 mm³ Glycerophosphat (1 %)
Ordinate: Gesamtgehalt des Ansatzes an anorganischem Phosphat

Phosphataseaktivität. Auch das für den Nachweis von Phosphatase am häufigsten benützte Glycerophosphat wird durch den Phloemsaft der Robinie gespalten (Figur 7).

Diskussion

Das isolierte Auftreten von Phosphoglukomutase sowie einer sehr aktiven Phosphatase zeigt, daß der Inhalt funktionierender Siebröhren der Robinie nur noch ein rudimentäres glycolytisches System aufweist.

Die gegenüber den parenchymatischen Geweben sowie dem Xylem auffallende Phosphataseaktivität der Phloemelemente läßt sich auch histochemisch schön nachweisen (Wanner, 1952 *a*). Leider wissen wir über die Rolle der Glycolyse im pflanzlichen Kohlehydratabbau noch wenig. Bonner und Wildman (1946) ist es gelungen, unter anderem aus Spinatblättern Enzympräparate zu erhalten, die unter Glukoseverbrauch Hexosediphosphat und Phosphoglycerat bildeten. In neuester Zeit konnten Arnon und Heimbürger (1952) eine Triosephosphat-Dehydrogenase in grünen Blättern nachweisen. Sie unterscheidet sich vom entsprechenden Ferment in Hefe und in tierischem Gewebe nur dadurch, daß das Coenzym II an Stelle des Coenzyms I als H-Akzeptor auftritt. Von Saltman (1952) wurde in verschiedenen Pflanzenorganen Hexokinase gefunden. Es besteht somit ein Grund zur Annahme, daß auch in *Robinia*-Blättern die Enzyme der Glycolyse vorhanden sind. Somit können unsere Ergebnisse dahin ausgelegt werden, daß bei der Reifung der Siebröhren deren Cytoplasma die meisten Fermente der Glycolyse verlorengehen. Auf jeden Fall zeigt das Fehlen der die Glycolyse einleitenden und beendigenden Fermente, daß eine Gewinnung von Energie aus einem glycolytischen Abbau der Kohlehydrate unmöglich ist. Die Stabilität des als einziges Kohlehydrat

im Siebröhrensaft vorhandenen Rohrzuckers beweist zudem, daß auch kein anderer Weg eingeschlagen werden kann. Ist hier vielleicht die Ursache des Vorkommens von Rohrzucker als einzigem Kohlehydrat im Transportsystem der Pflanze zu sehen? Nur weitere Versuche mit Siebröhrensaft als Enzympräparat können über dessen physiologischen Eigenschaften und Fähigkeiten eingehendere Auskunft geben.

Das in der Einleitung erwähnte Problem: «Aktive Beteiligung des *Siebröhreninhaltes* am Transport oder nicht», scheint auf Grund unserer Resultate eher zugunsten letzterer Alternative entschieden werden zu müssen. Wenn Stoffwechselprozesse direkt am Transport in der Pflanze beteiligt sind, so könnten diese allerdings noch in den Geleitzellen der Siebröhren und anderen parenchymatischen Zellen des Phloems lokalisiert sein. Gerade die Geleitzellen und die Leitbündelscheiden haben eine histochemisch leicht nachweisbare hohe Phosphataseaktivität. Es scheint nicht ausgeschlossen, daß zwischen dieser Phosphataselokalisation und der Zuckerakkumulation im Phloem ein Zusammenhang besteht (Wanner, 1952 *b*). Kuprevic (1949) fand im Cambium und Bast verschiedener Bäume Katalase, Tyrosinase, Phenolase, Urease, Amylase, *Invertase,* Protease und Lipase (bei der Linde). Es ist bemerkenswert, daß wir keine Spuren von Invertase im Siebröhrensaft finden konnten. Kuprevic hat aber den Fermentnachweis so ausgeführt, daß er ganze Stücke von Cambial-, Bast- oder Holzgewebe in die Substratlösung brachte. Wenn er so Invertase nachweisen kann, im Siebröhrensaft dagegen keine entsprechende Wirkung vorhanden ist, liegt der Schluß nahe, daß die Invertase entweder in den Geleitzellen oder in den Phloemparenchymzellen des Bastes auftritt. Dies dürfte auch noch für andere der von Kuprevic nachgewiesenen Fermente der Fall sein, so daß sein Schluß, die Transportstoffe könnten durch diese Fermente beeinflußt werden, sicher zu weit geht.

Zusammenfassung

Der Phloemsaft von *Robinia Pseud-Acacia* besitzt als einziges Kohlehydrat Rohrzucker, der infolge des Fehlens einer Invertasewirkung stabil ist. Von den Fermenten der Glycolyse kann nur noch eine kräftige Phosphoglucomutasewirkung festgestellt werden. Der Siebröhrensaft besitzt zudem eine starke Adenosintriphosphatase-, Hexosediphosphatase-, Glukose-6-phosphatase- und Glycerophosphatase-Wirkung. Die Bedeutung dieser Resultate in bezug auf den Mechanismus des Stofftransportes wird diskutiert.

Literaturverzeichnis

Arnon, D. I., und Heimbürger, G. Am. Soc. Plant Physiologists, Ithaca Meeting 1952.

Bandurski, R., und Axelrod, B. J. of Biol. Chem., **193,** 1, 1951.

Berenblum, J., und Chain, E. Biochem. J., **32,** 295—298, 1938.

Colowick, S., und Sutherland, E. J. Biol. Chem., **144,** 423, 1942.

Eichenberger, E. Ber. Schweiz. Bot. Ges., **62,** 123, 1952.

Esau, K., I. Bot. Rev., **5,** 373—432, 1939.

— II. Bot. Rev., **16,** 67—114, 1950.

Goodwin, R. H., und Goddard, D. R. Am. J. Bot., **27,** 234, 1940.

Hartig, Th. Bot. Ztg., **20,** 1862.

Isherwood, F. A., und Jermyn, M. A. Biochem. J., **48,** 515, 1951.

Kuprevic, V. F. Bot. Ztg., **34,** 613—617, 1949.

Lohmann, K. Biochem. Z., **262,** 137, 1933.

Münch, E. G. Fischer, Jena 1930.

Saltmann, Paul. Am. Soc. Plant Physiologists, Ithaca Meeting 1952.

Wanner, H. Planta (im Druck) 1952.

— Ber. d. Schweiz. Bot. Ges. (im Druck) 1952.