Ist die Atmung klein, so wirkt sie oft mit dem normalen Meyerhof-Quotienten 2 auf die Gärung. Ist die Atmung groß, so wirkt sie gar nicht oder nur wenig auf die Gärung. Immer ist das Ergebnis, wie bei den Schnitten solider Tumoren, daß eine große aerobe Glykolyse übrig bleibt.

Der einzige Unterschied gegenüber den Versuchen mit Tumorschnitten ist die Größe von Q_M , die anaerob für Jensen-Sarkome = 36—38 gefunden wurde, während wir hier 45—55 finden. Wir schließen daraus, daß die Schnitte unserer Jensen-Sarkome im Mittel $37/50 \times 100 = 74\%$ Krebszellen enthielten, während 26% Bindegewebe war, aus histologischen Gründen eine durchaus wahrscheinliche Zusammensetzung.

Gegen die Berechnung der Gärung der Tumoren aus den Versuchen mit Schnitten des Jensen-Sarkoms wurde eingewendet⁵, aus den Schnitten werde während der manometrischen Messungen so viel Substanz in die umgebende Flüssigkeit ausgeschüttelt, daß das Schnitt-Endgewicht nur halb so groß sei wie das Schnitt-Anfangsgewicht; daß also bei der Berechnung der Q_M -Werte aus dem Endgewicht die Gärung viel zu groß gefunden werde; in Wirklichkeit sei $Q_M^{N_2}$ nicht 37, sondern nur 18. Offenbar ist das Umgekehrte richtig. $Q_M^{N_2}$ reiner Krebszellen beträgt nicht 18, sondern im Mittel 50.

3. Stoffwechsel der Ascites-Zellen im Körper

Wenn 1 cm³ Ascites im Mittel 250 mm³ Zellen enthält und wenn eine Maus 5 cm³ Ascites enthält, so enthält ihr gesamter Ascites

$$5 \cdot 250 \cdot 0,175 = 220 \text{ mg Trockensubstanz,}$$

die pro Stde. $220 \times 50 = 11000 \text{ mm}^3$ Milchsäure entwickeln oder 44 mg Glucose zu Milchsäure vergären können, während der gesamte Blutzucker einer Maus von der Größenordnung 4 mg ist.

Man sieht aus dieser Rechnung, daß die gefundenen Stoffwechselgrößen im Körper nicht verwirklicht werden können und daß die Ascitesflüssigkeit im Körper, wie man es auch tatsächlich findet, nur sehr wenig gärfähigen Zucker enthalten kann. Man kann sich davon überzeugen, indem man von frisch entnommenem Ascites einen Teil sofort auf 0° abkühlt und zentrifugiert, einen andern Teil bei 38° stehen läßt. Bestimmt man dann nach einiger Zeit das Bicarbonat in dem Serum der beiden Proben, so findet man, daß das Bicarbonat bei 38° nicht abgenommen hat; während es sofort abnimmt, wenn man zu Ascites Zucker zusetzt.

Offenbar hängt der Verbrauch der Krebszellen an Zucker und, wie wir hinzufügen wollen, ihr Verbrauch an Sauerstoff, nicht von der Stoffwechsel-Kapazität der Krebszellen ab, sondern von den relativ kleinen Mengen an Zucker und Sauerstoff, die durch Diffusion oder Konvektion in den Ascites gelangen. Daß die Ascites-Zellen trotzdem im Körper am Leben bleiben, ist erstaunlich und gibt zu der Frage Anlaß, mit wie wenig Energie Krebszellen im Körper auskommen können.

⁵ J. National Cancer Institute 2, 201 [1941].

Untersuchungen über den Zusammenhang von Phosphathaushalt und Photosynthese

Von Wilhelm Simonis
und Karl-Heinz Grube

Botanisches Institut der Tierärztlichen Hochschule
Hannover

(Z. Naturforschg. 7b, 194—196 [1952]; eingeg. am 7. Januar 1952)

Um die Beteiligung von Phosphorylierungsprozessen an der Photosynthese näher zu klären^{1,2}, ist es erforderlich, den Einfluß kurzzeitiger Belichtung und unterschiedlicher CO₂-Gaben auf den P-Gehalt der verschiedenen Phosphatfraktionen zu untersuchen. Da aber der Phosphat Spiegel einer bestimmten Fraktion sich trotz einer vermehrten Einlagerung von Phosphat in diese Fraktion entweder wegen des bedeutenden Anteils unbeteiligter organischer P-Verbindungen oder wegen eines vermehrten Phosphatumsatzes nicht wesentlich zu ändern braucht^{3,4}, ist es dringend wünschenswert, die Phosphataufnahme mit radioaktivem ³²P zu untersuchen, wobei der Nachweis einer Einlagerung in in Trichloressigsäure lösliche organische Phosphate entsprechend den theoretischen Feststellungen besonders wichtig wäre. Eine solche Prüfung ergab zunächst bei *Chlorella* keinen Beweis für eine erhöhte P-Aufnahme⁵. Die Untersuchungen von Kamen, Gest und Spiegelmann ergaben bei Belichtung und Verdunkelung von *Chlorella* vor allem Unterschiede des ³²P-Gehaltes in der in Trichloressigsäure unlöslichen Fraktion (TES_{unl.}), die bei KCN-Zugaben wesentlich verringert waren⁶. Leider ergab sich außer anderen Komplikationen bei diesen Untersuchungen, daß etwaige Veränderungen des Phosphathaushaltes wegen der auftretenden Verunreinigungen mit Spuren von vorher nicht ausgewaschenem radioaktivem Phosphat völlig verwischt werden können. Besonders bei kurzfristigem Arbeiten mit Algen und Hefen sind derartige Adsorptionserscheinungen zu berücksichtigen, weil das Abtöten der benutzten Zellen hier noch während des Kontaktes mit der zur Inkubation benutzten ³²P-Lösung erfolgen muß^{6,7}.

Die vorliegenden Versuche, über die an anderer Stelle später ausführlich berichtet werden soll, wurden nicht an Algen, sondern an genau vergleichbaren, abgeschnittenen Blättchen von *Helodea densa* vorgenommen, die, auch kurzfristig, in Lösungen mit ³²P eingetaucht und anschließend, noch vor dem Abtöten, gründlich und schnell von anhaftendem ³²P befreit werden konnten, so daß ein späterer Kontakt des abgetöteten Materials mit hoher, radioaktiver Phosphatkonzentration nicht mehr eintreten konnte. Das Spülen nahm dabei nicht mehr als 10 bis

¹ S. Ruben, J. Amer. chem. Soc. 65, 279 [1943].

² R. Emerson, J. F. Stauffer u. W. W. Umbreit, Amer. J. Bot. 31, 107 [1944].

³ O. Kandler, Z. Naturforschg. 5b, 423 [1950].

⁴ H. Holzer, Z. Naturforschg. 6b, 424 [1951].

⁵ S. Aronoff u. M. Calvin, Plant Physiol. 23, 351 [1948].

⁶ M. D. Kamen u. S. Spiegelmann, Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 13, 151 [1948].

⁷ M. Friedkin u. A. L. Lehninger, J. biol. Chemistry 177, 775; 178, 611 [1949]; A. L. Lehninger, J. biol. Chemistry 178, 625 [1949].

Behandlung	Orthophosphat		Organisches Phosphat				Gesamt-Phosphat	
			TES lösl.		TES unlösl.			
	+ CO ₂	− CO ₂	+ CO ₂	− CO ₂	+ CO ₂	− CO ₂	+ CO ₂	− CO ₂
Licht	1274,5	1192,8	953,3	718,5	36,1	36,8	2263,9	1948,1
Dunkelheit	1568,0	1426,8	365,8	381,4	31,4	32,8	1965,2	1841,1
n = 10	4,4	4,2	7,7	8,8	—	—	—	—
t P	0,0018	0,002	< 0,0002	< 0,0002	—	—	—	—

Tab. 1. Die Aufnahme von ³²P nach 10 Min. Photosynthese im Vergleich zur Dunkelaufnahme und in Abhängigkeit vom CO₂-Gehalt bei *Helodea*-Blättchen. Mittel aus 10 Versuchen. Relative Aktivität in I. p. Min./10 cm². Nach Abzug des Nulleffektes korrigiert auf Versuchsbeginn. t-Test nach P ä t a u ¹².

Zeit	Orthophosphat		Organisches Phosphat				Gesamt-Einlagerung	
			TES lösl.		TES unlösl.			
	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht
60 Sek.	238	234	66	84	5	5	309	323
5 Min.	851	823	307	463	43	45	1201	1331

Tab. 2. Die Einlagerung von ³²P in *Helodea densa*-Blätter während einer Belichtungszeit von 60 Sek. ± 5 Sek. bzw. 5 Min. ± 10 Sek., berechnet auf Impulse/Min. und 40 cm² Blattfläche. Mittel aus 4 Versuchen. Das hier benutzte Versuchsmaterial ist nicht das gleiche wie in Tab. 1.

15 Sek. in Anspruch und wurde bei gleicher Lichtintensität und in der gleichen Gasatmosphäre wie die Versuche selbst, entweder im Stickstoffstrom oder bei einem Luft±5%-CO₂-Gemisch vorgenommen. Die Manipulationen konnten auch bei fast völliger Dunkelheit in den Versuchsgefäßen einwandfrei durchgeführt werden. Die Temperatur betrug 26°, das p_H der Lösungen 4,5 bis 4,7. Die Belichtung erfolgte durch wasser- bzw. luftgekühlte Mikroprojektionslampen (6 V, 5 Amp.). Es wurde mit fast „trägerfreiem“ ³²P (als H₃PO₄) gearbeitet, die Konzentration der zur Inkubation des Blattmaterials benutzten ³²P-Lösung betrug etwa 5 µc in 25 cm³ ⁸. Die Messung der relativen Aktivität wurde unter einem Glockenzählrohr (3,5 mg/cm²) von Friesicke & Höpfner und mit einem Zählgerät (FH 41) der gleichen Firma vorgenommen. Die geometrischen Abmessungen der Meßanordnung und der Meßgeräte wurden natürlich konstant gehalten ^{9,10}.

Nach Abtöten der Proben in 10-proz. TES, Temperatur 5° C, und nach dreimaliger, 1-stdg. Extraktion mit TES wurde in der gesammelten TES die Aktivität des in TES löslichen Phosphatanteils gemessen. Dann wurde das „anorganische Orthophosphat“ durch Magnesiamixtur unter Zugabe von konstanten Mengen von nicht aktivem Orthophosphat als Trägersubstanz ausgefällt und die Aktivität des zurückbleibenden „organischen“ TES-löslichen Phosphats bestimmt. Auf die Möglichkeit, daß dabei Phosphat, das aus sehr labilen, bereits durch kalte TES hydrolysierten organischen P-Verbindungen stammt, durch die Magnesiamixtur ausgefällt wird, ist hinzuweisen. Ferner könnte sich in der TES_{lös.}-Fraktion auch noch anorgani-

sches Meta- bzw. Pyrophosphat befinden ^{6,7,9,11}. Die Aktivität des TES_{unl.}-Phosphatanteils wurde nach feuchter Veraschung der Blätter mit Perhydrol-Schwefelsäure bestimmt. Zur Berechnung der gemessenen relativen Aktivität und des Phosphatgehaltes wurde die Blattfläche benutzt. Für einen Versuch wurden etwa 25 cm² Blattfläche verwendet.

Die bisherigen Untersuchungen ergaben (Tab. 1), daß bei längeren Einlagerungen (10 Min.) bei CO₂-Gegenwart und Belichtung erhebliche Unterschiede der Aktivität in den verschiedenen Fraktionen gegenüber entsprechenden Dunkelkontrollen vorhanden sind. Es zeigte sich bei Belichtung eine Abnahme des anorganischen Ortho-Phosphats und eine starke Zunahme (160%) des TES_{lös.} organischen Phosphatanteils. Beide Unterschiede sind statistisch gut gesichert. Das TES_{unl.} organische Phosphat zeigte dagegen bei 10 Min. Einlagerung noch keine nennenswerte Steigerung im Licht. Bei noch längerer Einlagerung (60 Min.) steigt auch die Einlagerung von ³²P in den TES_{unl.}-Anteil im Licht (411 I. p. Min./10 cm²) stärker als im Dunkeln (290 I. p. Min./10 cm²). Die gesamte ³²P-Einlagerung ist im Licht gegenüber Dunkelheit nur wenig erhöht.

Bei kurzen Einlagerungszeiten (60 Sek. bzw. 5 Min., vgl. Tab. 2) ist die Einlagerung in den TES_{unl.}-Anteil noch sehr gering, bei 60 Sek. noch innerhalb der Fehlergrenze. Der TES_{lös.}-Anteil dagegen ist auch hier im Licht nach 60 Sek. schon deutlich erhöht. Der in das anorganische Ortho-Phosphat eingelagerte ³²P ist im Licht noch wenig erniedrigt.

Abgesehen vom Licht hängt die Phosphataufnahme vom

⁸ Für die Versorgung mit ³²P sind wir der Medizinischen Forschungsanstalt der Max-Planck-Gesellschaft in Göttingen sehr zu Dank verpflichtet.

⁹ M. D. K a m e n, Radioactive Tracers in Biology, 2. Aufl., Academic Press Publ. 1951.

¹⁰ L. Meyer-Schützmeister, Naturwiss. 37, 501 [1950].

¹¹ J. M. W i a m e, J. biol. Chemistry 178, 919 [1949].

¹² K. P ä t a u, Biol. Zbl. 63, 152 [1943].

CO₂-Gehalt der Umgebung der assimilierenden Blättchen ab (Tab. 1). Es ergibt sich bei Belichtung eine statistisch gut gesicherte Abnahme ($n = 10$; $t = 4,1$; $P = 0,0025$) der Phosphataufnahme in die TES_{lös.}-Fraktion bei „Abwesenheit“ von CO₂ (718,5 I.p.Min./10 cm²) gegenüber 953,3 I.p.Min./10 cm² bei CO₂-Gegenwart. Ein Einfluß auf den TES_{unl.}-Phosphatanteil ist hier nicht vorhanden. Der Vergleich der Licht- und Dunkelversuche „ohne CO₂“ zeigt, daß auch hier im Licht noch eine beträchtliche, statistisch gesicherte Steigerung der P-Aufnahme in die TES_{lös.} organische P-Fraktion stattfindet. Schließlich ergibt sich, daß die Einlagerung von Ortho-Phosphat bei CO₂-Gegenwart möglicherweise etwas höher ist als bei CO₂-Abwesenheit.

Die Ergebnisse beweisen also, daß eine *erhöhte Phosphataufnahme* in die organ. TES_{lös.}-Fraktion im Licht vorhanden ist, und daß diese Aufnahme durch CO₂-Zufuhr *verstärkt* wird. Sie zeigen weiter, daß bei der Photosynthese eine Phosphataufnahme in die TES_{unl.}-Fraktion bei kurzzeitigen Versuchen keine Rolle spielt. Die vermehrte Einlagerung im Licht in diese Fraktion tritt erst bei längerer Einlagerung, also möglicherweise durch Vermittlung von Verbindungen der TES_{lös.}-Fraktion, in Erscheinung. Die von Kamen und Spiegelman⁶ bei längerer Einlagerung von ³²P bereits gefundenen Unterschiede in der TES_{unl.}-Fraktion bei Belichtung und Verdunkelung sind damit für die Untersuchungen der Phosphataufnahme bei der Photosynthese offenbar von untergeordneter Bedeutung. Im übrigen bestätigen die Ergebnisse den Befund Kandlers³ (vgl. auch Holzer⁴), daß im Licht der anorganische Phosphatspiegel absinkt; denn der im Orthophosphat gefundene ³²P ist im Licht erniedrigt.

Daß auch bei Versuchen, die mit einem CO₂-freien Gasgemisch bzw. im Stickstoffstrom durchgeführt wurden, im Licht noch eine Erhöhung der P-Aufnahme eintritt, kann verschieden gedeutet werden, z. B. durch Atmungskettenphosphorylierung^{4, 7, 13, 14}. Man könnte aber auch annehmen, daß in den *Helodea*-Blättern bei Belichtung noch genügend CO₂ zum Unterhalten der Photosynthese vorhanden ist, sei es durch im Zellsaft gelöste, aus Atmungsprozessen stammende bzw. aus Bicarbonatreserven entnommene CO₂. Auf eine weitere theoretische Diskussion der Befunde^{3, 4, 15} und auf Unterschiede innerhalb der einzelnen Fraktionen des TES_{lös.} organischen Phosphatanteils soll erst später eingegangen werden.

Für die Durchführung der Versuche danken wir an erster Stelle der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Bereitstellung von personellen Mitteln. Ferner sind wir der Gesellschaft der Freunde der Tierärztlichen Hochschule Hannover und nicht zuletzt der Kalichemie

Hannover für die finanzielle Hilfe bei diesen Versuchen zu Dank verpflichtet. Für die Kontrollen der Geiger-Zählrohre und Meßgeräte danken wir Herrn Dr. Krüger von der Firma Friesecke & Höpfner.

Über Größenunterschiede von Pollenkörnern und Narbenpapillen bei einigen heterostylen Pflanzen

Von Franz Moewus
und Ursula Wolfschlag

Max-Panck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg

(Z. Naturforschg. 7b, 196—197 [1952]; eingeg. am 7. Februar 1952)

Im Verlauf unserer Experimente an heterostylen Pflanzen¹ untersuchten wir an 8 dimorph und 2 trimorph heterostylen Arten, ob die Größen von Pollenkörnern und Narbenpapillen in Langgriffler (L)- und Kurzgriffler (K)-Blüten verschieden sind und ob sich die Differenzen statistisch sichern lassen. Die ausführliche Mitteilung erscheint an anderer Stelle². Die Ergebnisse der Messungen zeigen die Tab. 1 und 2.

Es gilt die Regel, daß jeweils die Organe (Pollenkörner, Narbenpapillen) am größten sind, die in der Blüte am höchsten orientiert sind³. Die Pollenkorn-Größen der untersuchten Dimorphen entsprechen dieser Regel, d. h. der Pollen aus K-Blüten ist größer als der aus L-Blüten (Ausnahme: Länge des Pollens bei *Linum perenne*). Jedoch sind nur bei *Linum flavum* und *L. perenne* die Narbenpapillen von L-Blüten länger als die von K-Blüten; bei den anderen Arten ist $K > L$.

Für die Pollenkörner der 2 Trimorphen ergibt sich, daß Pollen aus Antheren von langen Filamenten (K- und M-Blüten) größer ist als Pollen aus Antheren von mittellangen Filamenten (K- und L-Blüten), und dieser ist größer als Pollen aus Antheren von kurzen Filamenten (M- und L-Blüten), d. h. die Bestätigung der obigen Regel. Damit stimmt auch die Länge der Narbenpapillen bei *Lythrum Salicaria* überein, d. h. es ist $L > M > K$ (M = Mittelgriffler).

Die Messungen haben gezeigt, daß sich bereits sehr geringe Mittelwertsunterschiede statistisch sichern lassen. Da bekannt ist, daß durch Änderung der Außenbedingungen die Größe des Pollens und der Narbenpapillen beeinflussbar ist^{3, 4}, ist es erforderlich, um einen genaueren Einblick in die Variabilität dieser Merkmale zu erhalten, daß vergleichende Messungen von Material anderer Lokalitäten ausgeführt werden. Erst dann sind die Voraussetzungen für weitere genetische und physiologische Untersuchungen gegeben.

¹³ F. Lynen u. H. Holzer, Liebigs Ann. Chem. 563, 213 [1949].

¹⁴ E. M. Case u. H. McIlwain, Biochem. J. 48, 1 [1951].

¹⁵ A. A. Benson u. M. Calvin, Ann. Rev. Plant Physiol. 1, 25 [1950]; S. Ochoa, Physiol. Rev. 31, 56 [1951]; H. Gaffron u. E. W. Fager, Ann. Rev. Plant Physiol. 2, 87 [1951].

¹ F. Moewus, Biol. Zbl. 69 [1950].

² F. Moewus u. U. Wolfschlag, Hereditas [1952], im Druck.

³ F. Brieger, Selbststerilität und Kreuzungsfertilität. Berlin 1930; dort weitere Literatur.

⁴ H. Schoch-Bodmer, Flora 33 [1938]; J. Genetics 40 [1940].

⁵ H. Schoch-Bodmer, Planta 22 [1934].