

levels or movements in our study would account for all observed results. Measurement of K^+ movements are necessary before this is actually shown and such studies are in progress. We can conclude, at this time, that normal and diabetic mitochondria differ in energy metabolism and this difference is reflected in ion accumulation patterns.

¹⁴ This work was supported by USPH Grant No. 7059.

Summary. Ionic accumulation related to energy production was determined to be less efficient in diabetic mitochondria compared to normal mitochondria.

RITA ANNE GARRICK¹⁴ and J. C. HALL

Department of Biology, Seton Hall University,
South Orange (New Jersey 07079, USA),
and Department of Zoology-Physiology, Rutgers University,
Newark (New Jersey 07102, USA), 7 July 1975.

Hemmung der Sulfataufnahme durch *Lemna minor* L. durch SO_2 in subletalen Konzentrationen

Inhibition of Sulfate Uptake by *Lemna minor* L. during Aeration with Sublethal Concentrations of SO_2

In Gebieten, welche durch SO_2 -Immissionen belastet sind, stellt sich die Frage nach möglichen Veränderungen des Schwefelstoffwechsels höherer Pflanzen¹.

Material und Methoden. Die Versuchspflanzen wurden während 6 Wochen in einer Wachstumsanlage unter SO_2 -Begasung kultiviert². Je 6 Kulturgefässe wurden mit verschiedenen SO_2 -Konzentrationen begast. Kulturbedingungen: Dauerlicht 4500 Lux, 27°C, Nährlösung E- NO_3 pH 6,4³. Nach einer Kulturdauer von 6 Wochen wurden Sulfataufnahmeexperimente und Sulfatschwefelbestimmungen durchgeführt. Die Organismen für die kinetischen Experimente (Figuren 2 und 3) stammten aus der Kontrollkultur. Aus jedem Kulturgefäss wurden je 2 Proben von ca. 130 Gliedern in eine spezielle Fütterungsküvette übertragen⁴. Nach einer Akklimatisationszeit von 2 h wurde $^{35}SO_4^{2-}$ (0,3 μ Ci/ml Nährlösung) zugegeben und für die Bestimmung der Aufnahmezeit während 2 h bzw. im ersten kinetischen Experiment (Figur 2) während der angegebenen Zeiten gefüttert. Anschliessend wurden die Organismen während 2 h auf inaktiver Nährlösung bei 4°C ausgewaschen. Die Bestimmung der Aktivität erfolgte nach nasser Veraschung mit 30% H_2O_2 im Flüssigkeits-Scintillationszähler. Zur Analyse der Begasungsluft diente ein UV-Spektrometer (Spektrometris III d) und die chemische Analyse nach WEST und GAEKE⁵.

Die Sulfatschwefelbestimmung erfolgte nach Gefriertrocknung des Pflanzenmaterials nach der Methode von JOHNSON und NISHITA⁶, die Sulfidbestimmung ebenfalls nach WEST und GAEKE⁵.

Resultate. In zwei voneinander unabhängigen Versuchsserien konnte gezeigt werden, dass die mit SO_2 begasteten Lemmen eine signifikante Hemmung der Sulfataufnahme gegenüber der Kontrolle zeigen (Figur 1). Kontrollexperimente zeigten, dass diese Hemmung nicht auf die Einwirkung von Sulfid, welches durch gelöstes SO_2 in der Nährlösung auftreten könnte, zurückzuführen ist. Ebenso liess sich eine durch Oxidation dieses Sulfids zu Sulfat bedingte Isotopenverdünnung zur Erklärung des Phänomens ausschliessen⁴. In zwei kinetischen Experimenten zeigte sich, dass diese Hemmung der Sulfataufnahme sehr rasch eintritt (Figuren 2

¹ R. GUDERIAN, Z. PflKrankh., PflPath., PflSchutz 77, 200 (1970).

² K. H. ERISMANN und CH. BRUNOLD, Ber. Schweiz. bot. Ges. 83, 213 (1973).

³ K. H. ERISMANN und A. FINGER, Ber. Schweiz. bot. Ges. 78, 5 (1968).

⁴ M. SCHAEFER, Lizentiatsarbeit Universität Bern (1974).

⁵ P. W. WEST und G. C. GAEKE, Analyt. Chem. 29, 1816 (1956).

⁶ C. M. JOHNSON und H. NISHITA, Analyt. Chem. 24, 735 (1952).

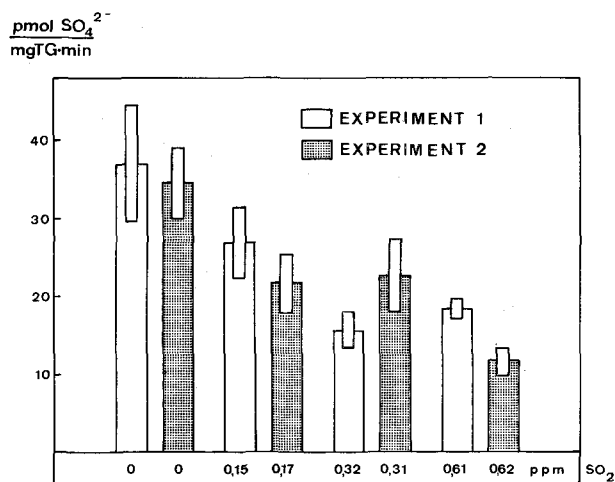


Fig. 1. Konzentrationsabhängige Hemmung der Sulfataufnahmerate. Mittelwerte und Standardabweichungen von je 6 parallelen Proben. Der t -Test ergibt eine Signifikanz gegenüber der Kontrolle auf $p < 0,01$ bei allen Gaskonzentrationen.

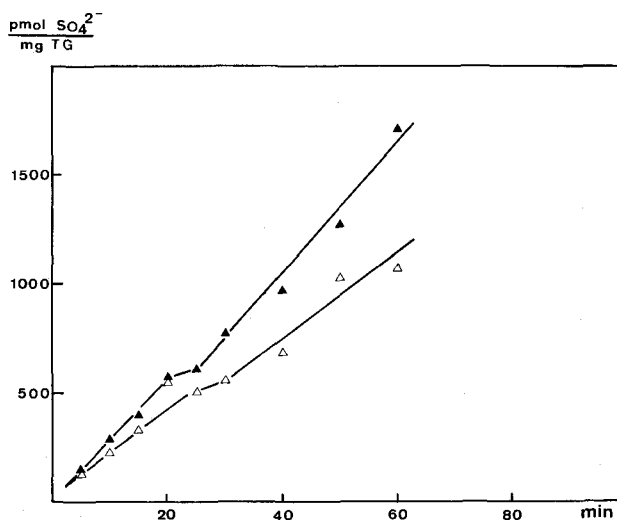


Fig. 2. Sulfataufnahmekinetik unter SO_2 -Begasung. \blacktriangle Kontrolle; \triangle 0,5 ppm SO_2 . Begasung: 0,5 ppm SO_2 zu Versuchsbeginn.

und 3). Die Bestimmung des Sulfatschwefelgehaltes zeigte eine deutliche, konzentrationsabhängige Zunahme des Sulfatgehaltes (Figur 3, Tabelle).

Diskussion. Wachstumsuntersuchungen bei *Lemna minor* L. haben ergeben, dass bis zu Konzentrationen von 0,3 ppm SO₂ in der Begasungsluft keine Wachstumshemmung eintritt⁴. Die Toxizitätsgrenze für diese Pflanze liegt bei 0,6 ppm⁴. Bei dieser Konzentration ist das Wachstum zunächst gehemmt; die Organismen passen sich jedoch innert 4 Wochen den veränderten Bedingungen an und zeigen gegenüber der Kontrolle keine Wachstumshemmung mehr⁷. Die vorliegenden Resultate und die zugehörigen Kontrollexperimente^{4,7} lassen den Schluss zu, dass die beobachtete Hemmung der Sulfataufnahme direkt auf das der Begasungsluft zugemischte SO₂ zurückzuführen ist. Diese Tatsache deckt sich mit den Ergebnissen von BRUNOLD⁸, welcher denselben Effekt mit H₂S beobachtete. Bei nachgewiesener, gleichbleibender Wachstumsrate und gleichem oder höherem Sulfatgehalt muss also der Schwefelbedarf der Organismen zum Teil aus der Gasphase gedeckt werden. Dieser Anteil kann aus dem zweiten kinetischen Experiment

Sulfatschwefelgehalt SO₂-begaster Lemnen. Mittelwerte und Standardabweichung 6 paralleler Proben

Kontrolle	1,33	µg S/mg TG ± 0,253
0,13 ppm SO ₂	1,24	µg S/mg TG ± 0,211
0,3 ppm SO ₂	1,89	µg S/mg TG ± 0,312
0,6 ppm SO ₂	2,28	µg S/mg TG ± 0,231

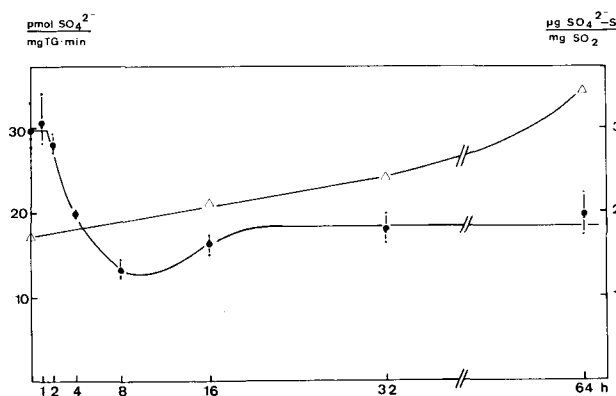


Fig. 3. Sulfataufnahmerate (●) und Sulfatschwefelgehalt (Δ) unter SO₂-Begasung. Begasung: 0,3 ppm SO₂ zu Versuchsbeginn. Sulfataufnahmerate, Mittelwerte dreier Proben.

Citrinin, a Phytotoxin?

Citrinin is a benzopyran compound produced by *Penicillium citrinum*, whose occurrence in soil is known¹. A few other soil-borne fungi also produce this yellow pigment, citrinin. Its toxicity to animals has been well studied² and its effect on seed germination and composition has been reported³. The present note is a preliminary report of a study on the possibility of citrinin being toxic to plants.

¹ J. C. GILMAN, *A Manual of Soil Fungi* (Oxford and Hill Publ. Co., Calcutta, Bombay and New Delhi 1967).

² C. DAMODARAN, Ph. D. thesis, University of Madras (1973).

³ T. G. MIRCHINK and F. G. BONDAREVSKAYA, *Mikroorganizmy sel Kooz.*, Tr. Mezhvuz. Nauch. Konf., USSR, 1970. Chem. Abstr. 74, 39520 × (1971).

(Figur 3) als auch aus den statistischen Experimenten berechnet werden und beträgt in beiden Fällen um 45 % des gesamten aufgenommenen Schwefels. Dabei ist die zusätzlich aufgenommene Schwefelmenge, welche durch den erhöhten Sulfatgehalt erwiesen ist, nicht berücksichtigt. Diese Befunde sind insofern von ökologischer Bedeutung, als eine erhebliche entgiftende Wirkung der Vegetation auf die Luftverunreinigung mit SO₂ nicht übersehen werden darf⁹. Andererseits ist diese Tatsache auch von wirtschaftlicher Bedeutung, da in Gebieten mit Schwefeldefizit im Boden eine Ertragssteigerung durch eine gasförmige Schwefelzufuhr nicht ausgeschlossen werden kann. Allerdings dürfen dabei nur geringe SO₂-Konzentrationen erreicht werden, da einerseits die toxische Wirkung des SO₂ in Verbindung mit anderen Schadgasen multiplikativ erhöht wird¹⁰, andererseits die absoluten Grenzwerte der SO₂-Toleranz für verschiedene Pflanzen weit unter jenen der Lemnen liegen können.

Die Steigerung des Sulfatgehaltes unter SO₂-Einwirkung wurde schon andernorts beschrieben^{11,12} und konnte von uns auch durch statistische Experimente gesichert werden (s. Tabelle). In guter Übereinstimmung mit unseren Resultaten steht auch der Befund von BRUNOLD¹³, welcher zeigte, dass Sulfit vorerst zu Sulfat oxidiert wird und dann erst den normalen Metabolisierungsweg eingeht. Aus diesen Versuchen geht ebenfalls hervor, dass 40–50 % des gesamten aufgenommenen Schwefels aus der Gasphase stammt.

Summary. The sulfate uptake of *Lemna minor* L. is very rapidly inhibited by SO₂-concentrations of 0.15, 0.32 and 0.61 ppm. The sulfate concentration in the plant material is increased. At least 40 % of the total sulfur in the organisms originates from SO₂.

M. SCHÄRER, CH. BRUNOLD und
K. H. ERISMANN¹⁴

*Pflanzenphysiologisches Institut der
Universität Bern, Altenbergrain 21,
CH-3013 Bern (Schweiz), 15. September 1975.*

⁷ H. FANKHAUSER, Lizentiatsarbeit Universität Bern (1975).

⁸ CH. BRUNOLD und K. H. ERISMANN, *Experientia* 30, 465 (1974).

⁹ W. W. KELLOG, R. D. CADILE, E. R. ALLEN, A. L. LAZARUS and E. A. MARTELL, *Science* 175, 587 (1972).

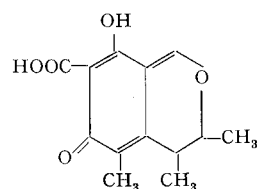
¹⁰ T. A. MANSFIELD und J. N. BULL, *The Environment This Month*, (MTP Environment Ltd., St. Leonardgate, Lancaster, England 1972).

¹¹ R. THUEMMLER, *Protoplasma* 36, 254 (1941).

¹² J. WEIGL und H. ZIEGLER, *Planta* 58, 435 (1962).

¹³ CH. BRUNOLD und K. H. ERISMANN, *Experientia*, im Druck.

¹⁴ Die Arbeit wurde unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds (Projekt Nr. 3.866.72).



In our studies pure citrinin crystals were isolated from cultures of *Penicillium citrinum* or *Aspergillus candidus*². Solutions were prepared by dissolving the crystals in alkaline, pH 8.5, and then adjusting to pH 7.0. Control