

PHYTON

ANNALES REI BOTANICAE

VOL. 18. FASC. 1—2

PAG. 1—106

10. VI. 1977

Phyton (Austria)	Vol. 18	Fasc. 1—2	1—8	10. 6. 1977
------------------	---------	-----------	-----	-------------

Zum Phosphat-Haushalt von *Phaseolus vulgaris* L. unter dem Einfluß von Atrazin

Von

Georg A. JANAUER *)

Mit 1 Figur

Eingelangt am 18. 3. 1976

Summary

Bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* „Sabo“) grown in the field and in a growth chamber were sprayed with 2000 ppm Atrazine (2-chloro-4-ethylamino-6-isopropylamino-s-triazine) in water. Stems, primary leaves, and the following four more highly inserted leaves — in ascending order — were collected as separate fractions three days after treatment.

1. Controls grown in the growth chamber had a higher phosphate-content than the plants grown in the field. This can be explained by higher soil moisture and higher average temperature in the growth chamber.

2. Younger parts of the plants showed higher phosphate-levels.

3. Treated plants had raised phosphate-levels, with the maximum increase appearing in the youngest leaves (+158% growth chamber, +100% field conditions).

4. An explanation for the increased phosphate-contents can be based on an overall stimulation of energy-consuming reactions and syntheses

*) Dr. G. A. JANAUER, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Wien, Dr. Karl Lueger Ring 1, A-1010 Wien, Austria.

which has been demonstrated by the author to appear in the metabolism of carbohydrates (*Zea mays*) and nitrogen-compounds (*Zea*, *Phaseolus*) after treatment with Atrazine.

Zusammenfassung

Im Freien und in einer Klimakammer herangezogene Bohnenpflanzen (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus* „Sabo“) wurden mit einer wäßrigen Lösung von 2000 ppm Atrazin (2-chloro-4-äthylamino-6-isopropylamino-s-triazin) besprüht. Sprosse, Primärblätter und die höher inserierten Folgeblätter wurden 3 Tage nach dem Besprühen getrennt geerntet.

1. Kontrollpflanzen aus dem Klimaschrank wiesen einen höheren Phosphatgehalt auf als die Pflanzen aus dem Freiland. Dies kann mit dem höheren Bodenwassergehalt und der höheren Durchschnittstemperatur in der Klimakammer erklärt werden.

2. Jüngere Pflanzenteile hatten höhere Phosphatgehalte.

3. Behandelte Pflanzen erhöhten ihre Phosphatgehalte, am stärksten in den jüngsten Blättern (+158% in der Klimakammer, +100% unter Freilandbedingungen).

4. Die erhöhten Phosphatgehalte können mit einer allgemeinen Stimulation energieverbrauchender Reaktionen und Synthesen erklärt werden; der Autor konnte zeigen, daß eine Stimulation des Kohlenhydrat- und Stickstoffwechsels nach Behandlung mit Atrazin auftritt.

1. Einleitung

Eingriffe in den Stoffwechsel wie etwa eine Herbizidbehandlung hinterlassen auch in nicht direkt betroffenen Bereichen deutlich nachweisbare Spuren (JANAUER & KINZEL 1975, 1976 a, b) und so überrascht es nicht, auch im Phosphat-Gehalt einer Pflanze solche Auswirkungen feststellen zu können.

Für den Phosphor ist seit einiger Zeit bekannt, daß ausschließlich H_2PO_4 -Ionen von den Aufnahmemechanismen akzeptiert werden (EDWARDS 1970, NISSEN 1973), wobei Energie in Form von ATP zugeführt werden muß (LIN & HANSON 1974). Dies weist darauf hin, daß die Phosphataufnahme — zumindest in bestimmten Konzentrationsbereichen — ein aktiver Vorgang ist; nur so läßt sich ja die Phosphat-Akkumulation von manchen, der in einem phosphatarmen Milieu lebenden Wasserpflanzen erklären. Diese aktive Aufnahme geht bei Landpflanzen zumindest in zwei (EDWARDS 1970, EPSTEIN 1972), wenn nicht sogar in mehreren, diskreten Stufen vor sich (JESCHKE & SIMONIS 1965, NISSEN 1973).

Wie eine Reihe anderer Stoffwechselforgänge kann auch die Phosphataufnahme durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. BOUMA & DARLING (1969) berichteten von Steigerungen der Phosphataufnahme

durch Temperaturerhöhung, aber auch Ca und Mg-Ionen ließen einen fördernden Einfluß erkennen (EDWARDS 1968). Ammonium-Gaben — in Form des Sulfates und Chlorides — steigerten die Phosphataufnahme bei *Zea* (LEONCE & MILLER 1966); eine mögliche Erklärung dafür wäre, daß das Phosphat an Stelle der Sulfat- oder Chlorid-Ionen bevorzugt als Gegenion zu den aufgenommenen Kationen in die Pflanze transportiert wurde. Noch ungeklärt ist, auf welche Weise Natriumnitrat den Phosphatgehalt von Roten Rüben erhöhte (WYBENGA & LEHR 1958) oder Bor-Mangel (ROBERTSON & LOUGHMAN 1974) und der Phenolsäure-Gehalt einer Pflanze (GLASS 1973) die Aufnahme von Phosphat entscheidend stimulieren konnten. Welchen Einfluß das Herbizid Atrazin auf den Phosphat-Haushalt hat soll in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden.

2. Material und Methoden

Buschbohnen, *Phaeolus vulgaris* L. var. *nanus* („Sabo“) wurden im Alter von 7 Wochen um 17 Uhr im Freiland geerntet. Die Pflanzen hatten zur Zeit der Ernte noch grüne Primärblätter, drei voll entwickelte Folgeblätter und ein noch nicht zur vollen Größe entwickeltes viertes Folgeblatt auf der Hauptachse. In den Achseln der Blattstiele der ersten bis dritten Folgeblätter entsprangen bereits Seitensprosse mit weiteren, sehr jungen Folgeblättern. Diese wurden mit dem vierten Folgeblatt der Hauptachse vereinigt. Es wurden also die Fraktionen Sproßachse, Primärblätter, 1., 2., 3. und 4. Folgeblatt unterschieden.

Austreibende Knospen wurden während der Versuchsdauer mit einer Schere abgeschnitten. So wurde eine Verschiebung von Inhaltsstoffen in die Blüten verhindert.

Eine Suspension von 2000 ppm Atrazin (2-chloro-4-äthylamino-6-isopropylamino-s-Triazin) wurde drei Tage vor der Ernte um 8 Uhr morgens auf die Pflanzen bis zur Tropfnässe gesprüht.

Die in einer Klimakammer „Ecophyt“ (Vötsch, 15 Fluoreszenzröhren TL 33, 6 Kryptonlampen 60 W, $0,123 \text{ cal. cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$, Belichtung 6–20 Uhr, Lichtphase 26° C , 40% rel. Luftfeuchte; Dunkelphase 15° C , 80% rel. Luftfeuchte) herangezogenen Bohnenpflanzen mußten schon in einem Alter von vier Wochen geerntet werden, da sie bereits zu diesem Zeitpunkt die Entwicklungsstufe der Freilandpflanzen erreicht hatten und begannen, die Blüten zu schieben. Erntezeit war ebenfalls 17 Uhr. Die Applikation des Herbizids erfolgte wie bei den Freilandpflanzen.

Bei der Ernte wurden von zumindest je 50 Pflanzen die Blätter entsprechend ihrer Insertionshöhe gesammelt, wobei die Blattstiele bei den Sproßachsen verblieben, die unterirdischen Teile aber entfernt wurden. Anschließend wurde das Frischgewicht der so gewonnenen Fraktionen bestimmt, das Material tiefgefroren und gefriergetrocknet. Dann wurde

das Trockengewicht bestimmt und die Proben in einer Pulvermühle feinst zermahlen.

10 ml Heißwasserextrakt (1 g Pflanzenpulver auf 50 ml Aqua dest.) wurden mittels Ionenaustausch in die Fraktionen der Zucker, der Aminosäuren und der Organischen Säuren getrennt. Näheres zur Methodik ist bei JANAUER & KINZEL (1975) und bei JANAUER & KINZEL (1976a) zu finden.

Die organischen Säuren und das Phosphat wurden aus dem Anionenaustauscher mit 12 N Ameisensäure eluiert, auf einem Vakuum-Rotationsverdampfer zur Trockene eingengt, für 24 Stunden in einem Exsiccator belassen und danach der Rückstand in 1 ml Aqua dest. gelöst.

Von dieser Lösung wurden 50 oder 100 μ l in einem Proberöhrchen getrocknet und mit einem Silylierungsreagens aus 100 μ l wasserfreiem Pyridin, 0,5% an Diphenyl und 100 μ l BSA (Bis-trimethylsilyl-acetamid) zur Reaktion gebracht.

Die Bestimmung erfolgte gaschromatographisch nach der Methode von HORII *et al.* (1965), wie sie in veränderter Weise NIERHAUS (1970) und NIERHAUS & KINZEL (1971) beschrieben haben. Die Auswertung erfolgte nach der Quotientenmethode mittels des zugefügten inneren Standards (Diphenyl).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Phosphatbestimmungen sind in Fig. 1 für das Freiland und für die Klimakammer dargestellt.

Unter beiden Versuchsanordnungen ist der deutlich höhere Phosphatgehalt der jüngeren Blattstockwerke gegenüber den älteren erkennbar, wie dies ja auch schon für andere Pflanzen bekannt ist (VAN RIPER & SMITH 1959: 544, WHITEHEAD & JONES 1969: 545, FLEMING & MURPHY 1968: 545, alle *cf.* FLEMING 1973) und auch im Absinken des Phosphatpiegels in ganzen Pflanzen durch das Altern im Laufe der Vegetationsperiode (BAYLY & O'NEILL 1972) zum Ausdruck kommt. Im Gegensatz zu FLEMING (1963: 561, *cf.* FLEMING 1973) liegen die Phosphatgehalte der Sproßachsen leicht über dem Durchschnittswert der Blätter, dies scheint aber eine Eigenheit der Versuchspflanze zu sein.

Ganz besonders fällt ins Auge, daß die Klimakammerpflanzen meist höhere Phosphatwerte in den jeweiligen Fraktionen aufweisen als die Pflanzen aus dem Freiland. Dafür könnten nach KÜHNER *et al.* (1960: 532, *cf.* FLEMING 1973) die höhere Bodenfeuchtigkeit durch das regelmäßige Gießen und die über den Freilandwerten liegende höhere Durchschnittstemperatur in der Klimakammer (BOUMA & DARLING 1969) als Ursachen in Frage kommen.

Unter dem Einfluß von Atrazin wird der Phosphatgehalt in fast allen Blattstockwerken, im Freiland jedoch auch in der Sproßachse stark erhöht.

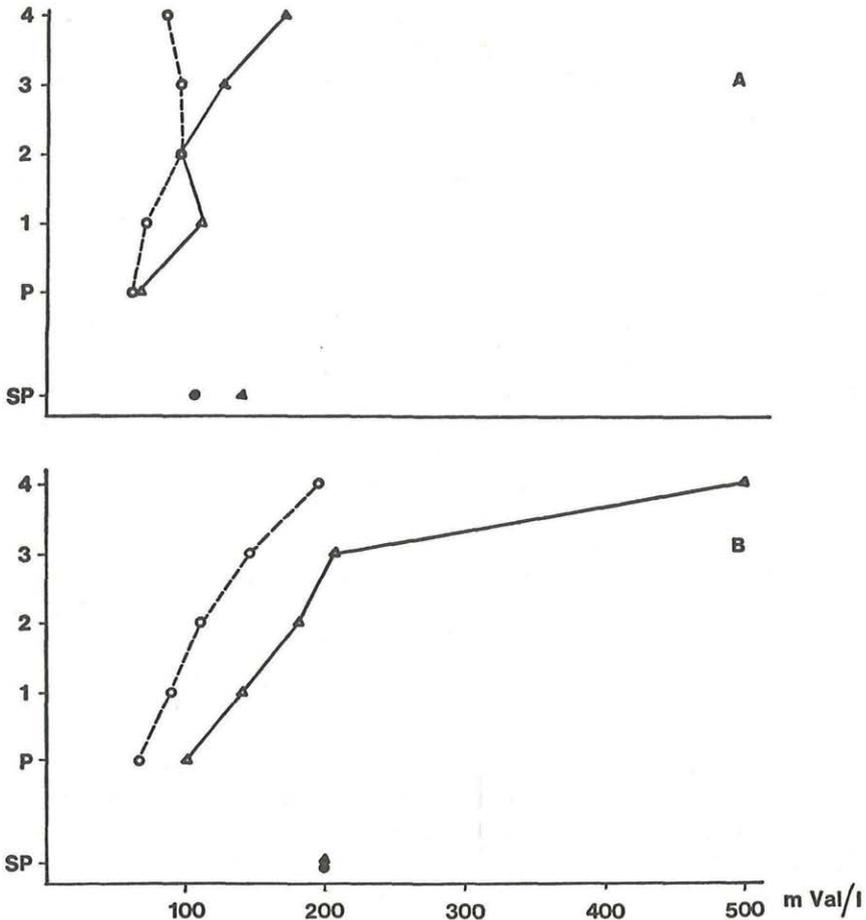


Fig. 1. Phosphatgehalte von Erbsenpflanzen. A = Feldversuch, B = Klimakammer. ○, ● = Kontrollen, △, ▲ = mit Atrazin behandelt. Sp = Sproß, P = Primärblätter, 1-4 = Folgeblätter, von unten nach oben gezählt

Tabelle 1

Phosphatgehalt nach Atrazin-Behandlung (Angaben in % der Kontrollen)

	Klimakammer	Freiland
4. Folgeblatt	+158	+100
3. Folgeblatt	+41	+32
2. Folgeblatt	+64	-5
1. Folgeblatt	+59	+57
Primärblätter	+54	+8
Sproßachsen	0	+33

Die prozentuelle Steigerung ist aus Tabelle 1 zu ersehen. Besonders ausgeprägt ist diese Erscheinung in den beiden obersten Stockwerken. Aber auch hier ist die Wirkung in der Klimakammer wesentlich stärker, was wohl auf die oben erwähnten Einflüsse der Temperatur und der Bodenfeuchtigkeit zurückgeführt werden kann.

Nach der Applikation von Atrazin und anderen Triazinderivaten konnten Stimulationen in mehreren Bereichen des pflanzlichen Stoffwechsels festgestellt werden: Die Nitrataufnahme (RIES *et al.* 1963, RIES & GAST 1965) und die Aktivität der Nitratreduktase (TWEEDY & RIES 1967) sind in allen untersuchten Pflanzen erhöht, der Aminosäure- und Proteingehalt steigen (FEDTKE 1972, 1974, JANAUER & KINZEL 1975, RIES *et al.* 1967, SINGH *et al.* 1972) und etwa in dem gegen Atrazin resistenten Mais, in dem die Kohlenhydrate nicht in die Atmung gelenkt werden, nehmen auch der Stärke- und Saccharosegehalt zu (JANAUER & KINZEL 1976b). In allen diesen Fällen kommt es offensichtlich zu einer Stimulation von energiebedürftigen Synthesevorgängen, die bevorzugt Makromoleküle aufbauen. Gerade diese Reaktionen sind aber über die rasche Erschöpfung der Energiereserven ein gewichtiger Grund für das rasche Absterben der für Atrazin empfindlichen Pflanzen. Es scheint daher gerechtfertigt zu sein, auch die energiebedürftige, aktive Phosphataufnahme in die Reihe jener stimulierten Aufnahme- und Speichervorgänge einzuordnen.

Eine weitere Folge der Atrazinbehandlung waren starke Einbußen im Malatgehalt der Versuchspflanzen (JANAUER & KINZEL 1976a), die nicht immer durch eine ebenfalls nachgewiesene Citratzunahme kompensiert wurden. Die Aufnahme des Phosphates könnte unter diesem Gesichtspunkt als eine einfache Möglichkeit zur Aufrechterhaltung des Ionengleichgewichtes interpretiert werden. Berechnungen zeigten aber, daß weit über das erforderliche Maß hinaus Phosphat aufgenommen wurde. Es wird daher die allgemeine Tendenz des Stoffwechsels, nach Atrazinbehandlung energiebedürftige Akkumulationen und Synthesen zu stimulieren, am ehesten mit den erhöhten Phosphatgehalten in Zusammenhang gebracht werden können.

Literatur

- BAYLY I. L. & O'NEILL T. A. 1972. Seasonal ionic fluctuations in a *Phragmites communis* community. — *Canad. J. Bot.* 50: 2103—2109.
- BOUMA D. & DARLING E. J. 1969. Effects of temperature on growth and nutrient uptake in subterranean clover during recovery from phosphorus stress. — *Aust. J. biol. Sci.* 22: 512—521.
- EDWARDS D. G. 1968. Cation effects on phosphate absorption from solution by *Trifolium subterreaneum*. — *Aust. J. biol. Sci.* 21: 1—11.
- 1970. Phosphate absorption and long-distance transport in wheat seedlings. — *Aust. J. biol. Sci.* 23: 255—264.

- EPSTEIN E. 1972. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. — New York.
- FEDTKE C. 1972. Influence of photosynthesis-inhibiting herbicides on the regulation of crop plant metabolism. — Pest. Biochem. Physiol. 2: 312—323.
- 1974. Changed physiology in wheat plants treated with the herbicide Methabenzthiazuron. — Naturwissenschaften 61: 272.
- FLEMING G. A. 1973. Mineral composition of Herbage. In: BUTLER G. W. & BAILEY R. W. (eds.), Chemistry and Biochemistry of Herbage. Vol. 1: 529—566. — London
- GLASS A. D. M. 1973. Influence of phenolic acids on ion uptake. — Plant Physiol. 51: 1037—1041.
- HORI Z. I., MAKITA M. & TAMURA Y. 1965. Gas-liquid chromatographic separation of acids of the Krebs-Cycle as Trimethylsilyl derivatives. — Chem. & Industry, 1494.
- JANAUER G. A. & KINZEL H. 1975. Die Wirkung von Atrazin auf den Stoffwechsel von *Phaseolus vulgaris* L. I. Proteine und Aminosäuren. — Biochem. Physiol. Pflanzen 169: 45—53.
- — 1976a. Die Wirkung von Atrazin auf den Stoffwechsel von *Phaseolus vulgaris* L. II. Kohlenhydrate und Organische Säuren. — Z. Pflanzenphysiologie 74: 1—11.
- — 1976b. Der Einfluß von Atrazin auf den Stoffwechsel der Kohlenhydrate, Organischen Säuren und Stickstoffverbindungen von *Zea mays* L. — Z. Pflanzenphysiol. 78: 52—57.
- JESCHKE W. D. & SIMONIS W. 1965. Über die Aufnahme von Phosphat- und Sulfationen durch Blätter von *Elodea densa* und ihre Beeinflussung durch Licht, Temperatur und Außenkonzentration. — Planta (Berl.) 67: 6—32.
- LEONCE F. S. & MILLER M. H. 1966. A physiological effect of Nitrogen on Phosphorus absorption by Corn. — Agron. J. 58: 245—249.
- LIN W. & HANSON J. B. 1974. Phosphate absorption rates and Adenosine-5'-Triphosphate concentrations in Corn root tissue. — Plant Physiol. 54: 250—256.
- NIERHAUS D. 1970. Vergleichende Untersuchungen über die organischen Säuren in Zellsäften von Angiospermen. — Diss. Universität Wien.
- & KINZEL H. 1971. Vergleichende Untersuchungen über die organischen Säuren in Blättern höherer Pflanzen. — Z. Pflanzenphysiol. 64: 107—123.
- NISSEN P. 1973. Multiphasic uptake in Plants. I. Phosphate and Sulfate. — Physiol. Plantarum 28: 304—316.
- RIES S. K. & GAST A. 1965. The effect of Simazine on nitrogenous components of Corn. — Weeds 13: 272—274.
- LARSEN R. P. & KENWORTHY A. L. 1963. The apparent influence of Simazine on nitrogen nutrition of peach and apple trees. — Weeds 11: 270—273.
- ROBERTSON G. A. & LOUGHMAN B. C. 1974. Reversible effects of Boron on the absorption and incorporation of phosphate in *Vicia faba* L. — New Phytol. 73: 291—298.

- SINGH B., VADHWA D. P., WU M. T. & SALUNKHE D. K. 1972. Effects of foliar application of s-triazines on protein, aminoacids, carbohydrates and mineral composition of Pea and Sweet Corn seeds, Bush Ban pods and Spinach leaves. — *J. Agr. Food Chem.* 20: 1256—1259.
- TWEEDY J. A. & RIES S. K. 1967. Effect of Simazine on nitrate reductase activity in Corn. — *Plant Physiol.* 42: 280—285.
- WYBENGA J. M. & LEHR J. J. 1958. Exploeatory pot experiments on sensitiveness of different crops to sodium: E. Red Dable beet. — *Plant & Soil* 9: 385—393.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [18_1_2](#)

Autor(en)/Author(s): Janauer Georg A.

Artikel/Article: [Zum Phosphat-Haushalt von Phaseolus vulgaris L. unter dem Einfluß von Atrazin. 1-8](#)