©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Austria)	Vol. 19	Fasc. 3—4	253—258	10. 9. 1979

Die Wirkung von 3-Indolylessigsäure auf die Spaltöffnungsweite

Von

Karl UMRATH, Irmtraud THALER [1]) und Gudrun STEINER

Eingegangen am 10. Dezember 1978

Summary

The Effect of 3-Indolylacetic Acid on the Width of Stomata

1. IAA widens the stomata by its own action. If leaves are floating on 0,4 mM IAA this widening own action is clear. 2.8 mM solutions may act stronger, sometimes they act weaker and in some cases they even narrow the stomata, obviously because IAA, as many other indols do, liberates the excitatory substance which narrows the stomata (UMRATH, THALER & STEINER 1978). The widening of the stomata is better to be seen in *Lycopersicon esculentum* than in the leguminosae investigated by us.

2. Virus infection in *Lycopersicon esculentum* causes greater widening of the stomata by 0.4 mM IAA and more narrowing by substances liberating the excitatory substance, 2.8 mM IAA because of its double action widened in virus infected *Lycopersicon esculentum* the stomata less as did 0.4 mM IAA.

Zusammenfassung

1. 3-Indolylessigsäure (IES) erweitert durch ihre Eigenwirkung die Spaltöffnungen. Wenn Blätter auf 0,4 mM IES schwimmen ist diese erweiternde Eigenwirkung meist deutlich. 2,8 mM Lösungen können stärker wirken, mitunter wirken sie schwächer und sie führen in manchen Fällen sogar zu einer Verengung der Spalten, offenbar weil IES, wie viele andere Indole, Erregungssubstanz freisetzt, welche die Spalten verengt (UMRATH, THALER & STEINER 1978). Die Erweiterung der Spaltöffnungen ist bei *Lycopersicon esculentum* besser zu beobachten als bei den von uns untersuchten Leguminosen.

2. Viruserkrankung bei *Lycopersicon esculentum* bedingte stärkere Erweiterung der Spalten durch 0,4 mM IES und stärkere Verengung durch Substanzen die Erregungssubstanz freisetzen. 2,8 mM IES hat wegen seiner Doppelwirkung bei viruskrankem *Lycopersicon* die Spalten weniger erweitert als 0,4 mM.

---

[1]) Anschrift der Verfasser: p. adr. Prof. Dr. Irmtraud THALER, Institut für Pflanzenphysiologie, Universität Graz, A-8010 Graz, Schubertstraße 51.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Einleitung

Jüngst konnten UMRATH, THALER & STEINER 1978 zeigen, daß Substanzen, die bei Tieren nervöse Überträgersubstanzen freisetzen, bei *Mimosa pudica* Bewegungsreaktionen auslösen und zur Verengung der Spaltöffnungen auch bei nicht sensitiven Pflanzen führen; als Ursache hiefür wird Freisetzung von Erregungssubstanz durch solche Stoffe angenommen. Eine Sonderstellung hat 3-Indolylessigsäure, Auxin. Es hatte den Anschein, daß Auxin zwar die Spaltenweite durch Freisetzung von Erregungssubstanz verengt, worin es anderen untersuchten Indolen gleicht, daß es aber auch durch unmittelbares Einwirken die Spalten zu erweitern vermag. Diese Eigenwirkung des Auxins trat besonders bei viruskrankem *Astragalus* auf und man konnte daran denken, daß der verminderte Auxingehalt viruskranker Pflanzen (KÖHLER 1964) die Eigenwirkung von Auxin besser hervortreten läßt. Wir haben daher die Reaktionen der Spaltöffnungen auf Auxin bei gesund aussehenden und bei viruskranken Exemplaren von *Lycopersicon esculentum* untersucht und mit den Wirkungen einiger anderer Substanzen verglichen.

Methodik

Zu den Versuchen wurden Blattstücke von zwei Exemplaren von *Lycopersicon esculentum*, die im Freien nahe nebeneinander wuchsen, verwendet. Die eine Pflanze sah gesund aus, die andere zeigte deutliche Symptome einer Viruserkrankung. Die Versuche wurden in der Zeit vom 18. bis 26. Juli 1978 in der gleichen Weise wie bei UMRATH, THALER & STEINER 1978 beschrieben durchgeführt.

Alle Spaltöffnungsweiten im Text und in den Tabellen sind in Mikrometereinheiten angegeben; ein Teilstrich (Tstr.) des Okularmikrometers entspricht 2,8 μm.

Ergebnisse

Zu Beginn der Versuche hatten die auf Wasser schwimmenden Blattstücke der viruskranken Pflanze meist weniger weit geöffnete Spaltöffnungen als die Blattproben der gesund aussehenden Pflanze.

Auxin wurde in Konzentrationen von 0,4 mM und 2,8 mM angewandt. In vier von fünf Versuchen hat Auxin die Spaltöffnungen erweitert, in einem führte es zu einer Verengung der Spaltenweite.

Bei drei von den vier Versuchen, in denen Auxin die Stomataapertur vergrößerte, war die Erweiterung der Spaltöffnungen bei der viruskranken Pflanze größer als bei der gesunden. Tabelle 1 gibt hiefür ein Beispiel. Die Veränderungen sind statistisch signifikant bis hochsignifikant.

In einem Versuch, in dem Auxin zu einer Verengung der Spalten führte, fiel diese bei der viruskranken Pflanze schwächer aus als bei der gesunden; die Auxinwirkungen auf die beiden Pflanzen unterscheiden sich auch in diesem Falle im gleichen Sinne wie in dem in Tabelle 1 angeführten Beispiel.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Zwei Versuche, in denen Auxin in zwei verschiedenen Konzentrationen (0,4 und 2,8 mM) angewandt wurde, sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Im ersten der beiden Versuche (a) war die Spaltenerweiterung bei der gesund aussehenden Pflanze stärker als bei der viruskranken, und zwar in beiden

Tabelle 1

Spaltöffnungsweite von *Lycopersicon esculentum* bei Einwirkung von 0,4 mM Auxin. (Angaben in Mikrometereinheiten: 1 Tstr. = 2,8 μm)

	gesunde Pflanze	viruskranke Pflanze
auf Wasser	0,83±0,09	0,42±0,10
auf 0,4 mM Auxin	1,58±0,10	1,75±0,06
Unterschied gegen Wasser	+0,75±0,29	+1,33±0,27
P des Unterschieds	0,026	<0,0002

Tabelle 2

Spaltöffnungsweite von *Lycopersicon esculentum* bei Einwirkung von 0,4 mM und 2,8 mM Auxin (vgl. Legende zu Tabelle 1)

	gesunde Pflanze	P	viruskranke Pflanze	P
Versuch a)				
auf Wasser	0,92±0,16		0,75±0,14	
auf 0,4 mM Auxin				
Unterschied gegen Wasser	+0,79±0,19	0,0004	+0,46±0,18	0,018
auf 2,8 mM Auxin				
Unterschied gegen Wasser	+1,04±0,18	<0,0002	+0,42±0,19	0,040
Versuch b)				
auf Wasser	0,33±0,17		0,58±0,24	
auf 0,4 mM Auxin				
Unterschied gegen Wasser	+0,42±0,27	0,45	+0,92±0,31	0,014
auf 2,8 mM Auxin				
Unterschied gegen Wasser	+0,67±0,31	0,06	+0,34±0,34	0,34

Konzentrationen. Die Unterschiede sind statistisch gut gesichert. In beiden Versuchen hat die stärkere Auxinlösung die Spalten der viruskranken Pflanze weniger erweitert als die schwächere; bei der gesunden hingegen hat, gleichfalls in beiden Versuchen, 2,8 mM Auxin die Spalten stärker erweitert als 0,4 mM. Wie Tabelle 2 zeigt, sind beim Versuch b) die Unterschiede der Öffnungsweiten auf Auxinlösung gegenüber denen auf Wasser nur zum Teil

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

gesichert. Bei der viruskranken Pflanze ist im Versuch b) die geringere Wirkung der höheren Auxinkonzentration, also die Differenz der Öffnungsweite auf 2,8 mM minus Öffnungsweite auf 0,4 mM Auxin = $-0{,}58 \pm 0{,}31$ mit P = 0,09 gesichert.

Wir haben ein Verhalten, wie es hier viruskrankes *Lycopersicon esculentum* zeigt, schon bei gesundem *Astragalus glycyphyllos*, nur nicht so ausgeprägt, beobachtet (UMRATH, THALER & STEINER 1978) und es dahingehend gedeutet, daß die 3-Indolylessigsäure eine spaltöffnungserweiternde

Tabelle 3

Spaltöffnungsweite von *Lycopersicon esculentum* bei Einwirkung von Citronensäure, L-Mandelsäure und 5-Hydroxytryptamin-kreatininsulfat (vgl. Legende zu Tabelle 1)

	gesunde Pflanze	P	viruskranke Pflanze	P
auf Wasser	$1{,}06 \pm 0{,}10$		$1{,}25 \pm 0{,}10$	
1 mM Citronensäure				
Unterschied gegen Wasser	$-0{,}30 \pm 0{,}17$	0,08	$-0{,}46 \pm 0{,}12$	0,0015
3,3 mM Mandelsäure				
Unterschied gegen Wasser	$-0{,}48 \pm 0{,}12$	0,0004	$-1{,}14 \pm 0{,}10$	$<0{,}0002$
auf Wasser	$1{,}59 \pm 0{,}07$		$1{,}39 \pm 0{,}11$	
0,033 mM Mandelsäure				
Unterschied gegen Wasser	$-0{,}34 \pm 0{,}12$	0,007	$-0{,}83 \pm 0{,}18$	$<0{,}0002$
auf Wasser	$1{,}39 \pm 0{,}06$		$1{,}36 \pm 0{,}07$	
0,33 mM Mandelsäure	$-1{,}03 \pm 0{,}22$	$<0{,}0002$	$-1{,}00 \pm 0{,}15$	$<0{,}0002$
1 mM 5-Hydroxytryptamin-kreatininsulfat	$-0{,}19 \pm 0{,}12$	0,11	$-0{,}61 \pm 0{,}14$	0,0002
Unterschied gegen Wasser				

Eigenwirkung hat und in höheren Konzentrationen außerdem Erregungssubstanz freisetzt, welche die Spaltöffnungen verengt.

In Tabelle 3 sind entsprechende Versuche mit Citronensäure, L-Mandelsäure und 5-Hydroxytryptamin-kreatininsulfat angeführt. Diese Substanzen haben bei *Lycopersicon* die Spaltöffnungen der viruskranken Pflanze stärker verengt als die der gesund aussehenden. Die Unterschiede sind, mit Ausnahme von Citronensäure und 5-Hydroxytryptamin-kreatininsulfat bei der gesunden Pflanze, hochsignifikant.

An gesunden Pflanzen von *Mimosa pudica* haben wir einige Versuche im August 1978 ausgeführt. Die Spaltöffnungen der Blättchen auf 0,4 mM 3-Indolylessigsäure waren gegenüber denen auf Wasser erweitert. In einem Versuch mit 2,8 mM Auxin hat sich die Spaltöffnungsweite der Blättchen

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

auf Wasser durch längere Zeit nicht verändert. Sie war 1,4±0,09 Tstr., die der Blättchen auf 2,8 mM Auxin war 1,9±0,07 Tstr., der Unterschied 0,5±0,11 Tstr. ist mit P = 0,0003 sehr gut gesichert. Wenn die Kontroll-Blättchen auf Wasser eine Tendenz zur Verengung der Spaltöffnungen hatten, so hat 2,8 mM 3-Indolylessigsäure die Spalten oft verengt, offenbar überwog dann die verengende Wirkung der freigesetzten Erregungssubstanz die erweiternde Eigenwirkung der 3-Indolylessigsäure. Eine Reaktion der Spaltöffnungen auf zugeführtes Auxin war bei den stark viruskranken Mimosen nicht nachweisbar.

Besprechung der Ergebnisse

Der Nachweis der Erweiterung der Spaltöffnungen durch Auxin war dadurch möglich, daß diese Eigenwirkung des Auxins bei *Lycopersicon esculentum* besonders deutlich ist. Demnach liegt bei der Spaltöffnungsbewegung ein Antagonismus zwischen Auxin und Erregungssubstanz vor, wie er für das Streckungswachstum schon bekannt ist (Umrath 1932, Soltys, Umrath & Umrath 1938).

Viruskranke Pflanzen haben nach Köhler 1964 einen verringerten Gehalt an Auxin. Bei viruskrankem *Lycopersicon esculentum* spricht schon die geringere Spaltöffnungsweite zu Beginn des Versuches auf Wasser für einen geringeren Auxingehalt. Dieser kann eine größere Empfindlichkeit für zugeführtes Auxin bedingen.

In einer in diesem Band im Druck befindlichen Arbeit zeigen wir, daß die extrahierbare Erregungssubstanz bei viruskranker *Mimosa pudica* auf die Hälfte bis ein Viertel herabgesetzt ist (Umrath, Thaler & Steiner 1979). Die in Tabelle 3 angeführten Ergebnisse lassen sich in dem Sinn deuten, daß Blätter von viruskrankem *Lycopersicon* noch so viel gebundene Erregungssubstanz enthalten können, daß freisetzende Substanzen zu stärkeren Verengungen der Spaltöffnungen führen als bei gesunden Pflanzen. Dies könnte auf einer größeren Empfindlichkeit viruskranker Pflanzen für freigesetzte Erregungssubstanz beruhen oder auf einer lockereren Bindung der Erregungssubstanz in viruskranken Pflanzen.

Da die Spaltöffnungen der stark viruskranken Mimosen keine sichere Reaktion auf Auxin zeigten und auch auf freisetzende Substanzen nur schwach zu reagieren schienen, möchten wir die obigen Ausführungen auf schwach viruskranke Pflanzen beschränken. Wir hoffen stark erkrankte Mimosen noch eingehender untersuchen zu können und halten jetzt umfassende Erklärungsversuche für verfrüht.

Schließlich ist die gute Wirksamkeit von L-Mandelsäure bei *Lycopersicon esculentum* bemerkenswert. Tabelle 3 zeigt, daß noch 0,033 mM L-Mandelsäure eine signifikante Abnahme der Spaltenweite bewirkt. Auch bei *Mimosa* fanden Umrath, Thaler & Steiner 1978 0,03 mM L-Mandelsäure noch wirksam, bei *Astragalus* aber nur 3,3 mM einigermaßen wirksam.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Schrifttum

KÖHLER E. 1964. Allgemeine Viruspathologie der Pflanzen. — Paul Parey. Berlin, Hamburg.

SOLTYS A., UMRATH K. & UMRATH Ch. 1938. Über Erregungssubstanz, Wuchsstoff und Wachstum. — Protoplasma 31: 454—480.

UMRATH K. 1932. Erregungssubstanz und Wuchsform bei *Mimosa pudica*. — Jb. wiss. Bot. 74: 609—621.

— , THALER I. & STEINER G. 1978. Die Freisetzung von Erregungssubstanz bei Pflanzen durch Stoffe, die bei Tieren Überträgersubstanzen freisetzen. — Phyton (Austria) 19: 13—25.

— — — 1979. Verringerter Gehalt an Erregungssubstanz und morphologische Veränderungen bei viruskranker *Mimosa pudica*. — Phyton (Austria) 20: 247—251.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 19_3_4

Autor(en)/Author(s): Umrath Karl, Thaler Irmtraud, Steiner Gudrun

Artikel/Article: Die Wirkung von 3-Indolylessigsäureauf die Spaltöffnungsweite. 253-258