

Kurzzeitwirkung von Adenosin-3':5'-monophosphorsäure (c-AMP) auf das Streckenwachstum von Mais-Koleoptilzylin dern

Short Time Effect of Adenosine-3':5'-monophosphoric Acid (c-AMP) on Corn (*Zea mays*) Coleoptile Growth

B. Janistyn

Z. Naturforsch. **33 c**, 801–802 (1978);
eingegangen am 3. April, 1978

Coleoptile Growth of Corn, Adenosine-3':5'-monophosphoric Acid, Short Time Effect, Corn (*Zea mays*)

c-AMP (10^{-4} M) has a stimulating effect on the growth of corn coleoptiles similar to that of IAA (10^{-5} M).

However this effect of c-AMP is more rapid and ceases after ca. 3 hours. In the presence of the phosphodiesterase-inhibitor theophylline the stimulating effect of c-AMP lasts for 3,5 hours only, and after this period, the coleoptiles shrink and diminish in length.

Einleitung

Obwohl die wichtige regulatorische Rolle von c-AMP in tierischen und bakteriellen Zellen bekannt ist, sind Vorkommen und mögliche Wirkungen von c-AMP auf bzw. in pflanzlichen Zellen noch nicht geklärt [1, 2].

Kürzlich konnten jedoch unsere Befunde zumindest hinsichtlich des Vorkommens von c-AMP in Pflanzen bestätigt werden [3, 4].

Die von uns seinerzeit beobachtete rasche c-AMP-Abgabe aus Mais-Koleoptilzylin dern [5] und die [^{14}C]Adenosintriphosphat-Umsetzung mit Mais-Koleoptilzylin der-homogenat zu [^{14}C]-c-AMP nach Indol-3-essigsäure (IES)-Zugabe [6], legte die Vermutung eines physiologischen Zusammenhangs von IES und c-AMP nahe.

Da IES neben anderen Effekten eine gut messbare Zunahme des Streckungswachstums von Koleoptilzylin dern bewirkt [7, 8], versuchten wir diese IES-Wirkung durch c-AMP zu ersetzen. Inzwischen wurden sowohl positive [9], als auch negative [10] Befunde hinsichtlich des Streckungswachstums von Hafer-Koleoptilzylin dern (*Avena sativa*) durch c-AMP veröffentlicht. Außerdem konnte ein IES-ähnlicher basipetaler c-AMP-Transport in Hafer- und Mais-Koleoptilzylin dern [11], die Aufnahme von

Sonderdruckanforderungen an Dr. B. Janistyn, Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität D-7800 Freiburg i. Brsg., Schänzlestr. 1.

exogen gegebenen c-AMP in das Zellinnere von Pflanzen und dessen schnelle Spaltung nachgewiesen werden [12]. Bekanntlich induziert IES erst nach einer lag-Phase von durchschnittlich 15 Min. das Streckungswachstum [8]. Daher erschien es sinnvoll, besonders diesen Zeitabschnitt auf eine mögliche c-AMP-Wirkung, als hypothetisches Folgeprodukt („second messenger“) der IES zu untersuchen. In der voranstehend genannten Arbeit [9], wurden die Messungen erst nach 20 h durchgeführt und aus [10] ließ sich nicht sicher entnehmen, ob nach [13] das Streckungswachstum gemessen wurde. Diese Methode ergab bei unseren Versuchen nicht gut reproduzierbare Ergebnisse.

Material und Methoden

Chemikalien, Maiskaryopsen, Anzucht der Keimlinge und Koleoptilzylin der-Gewinnung sind in [5] beschrieben. Die Messung des Streckungswachstums erfolgte nach [13, 14] mit jeweils 12 Mais-Koleoptilzylin dern (8 mm) in 10 ml Kaliumphosphatpuffer (3×10^{-3} M pH: 6,8) unter Belüftung.

Der pH-Wert wurde halbstündlich mit einer Glaselektrode (KCl) kontrolliert (Präzisions-pH-Meter, PHM 22, Fa. K. Hillekus/Krefeld). Abweichung: $\pm 0,1$.

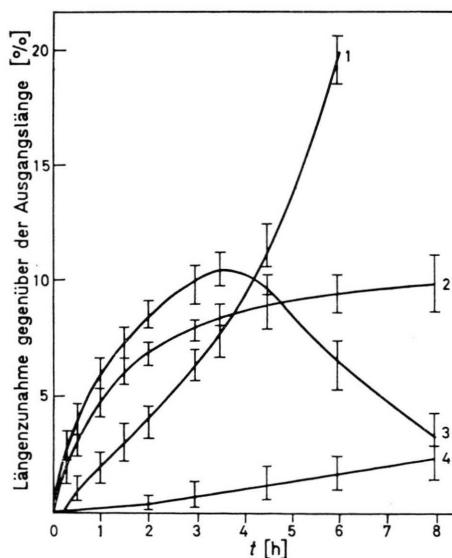


Abb. 1. ■ Unterschrift □ I, Größte Abweichung aus je 3×12 Koleoptilzylin der-Versuchen s. Text.
Kurven: 1, IES (10^{-5} M); 2, c-AMP (10^{-4} M); 3, c-AMP (10^{-3} M) u. Theophyllin (10^{-3} M); 4, Kontrolle.



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

Ergebnisse

Wie aus der Fig. 1 ersichtlich, bewirkt die Zugabe von c-AMP (10^{-4} M) zunächst einen schnelleren und stärkeren Anstieg des Koleoptilzstreckungswachstums gegenüber einer IES-Zugabe (10^{-5} M). Dieser Effekt ist bei einer c-AMP-Konzentration von 10^{-6} M nicht mehr nachweisbar.

Während die IES-Kurve (1) nach der lag-Phase stetig steigt, fällt die c-AMP-Kurve (2) und schneidet die Kurve (1) nach etwa 3,75 h um schließlich nach 6 h fast keine Steigung mehr aufzuweisen. Zu diesem Zeitpunkt liegt die Kurve (1) bereits weit über der Kurve (2) die ihrem Verlauf nach eine Reaktion 2. Ordnung darstellt. Um einer nach (2) möglichen c-AMP-Spaltung durch Phosphodiesterasen entgegen zu wirken, haben wir den c-AMP-Ansätzen steigende Mengen an Theophyllin ($10^{-5} - 10^{-3}$ M) als Phosphodiesterase-Hemmer [15] zugesetzt. Wie sich aus der Kurve (3) ergibt, wird erst bei einer Konzentration von 10^{-3} M an Theophyllin das durch c-AMP ausgelöste Streckungswachstum schwach erhöht. Nach 3,5 h stellt sich eine Wachstumshemmung ein, die schließlich zu einer Koleoptilzylinderschrumpfung führt. Theophyllin allein zeigt kein deutlich gesteigertes Streckungswachstum gegenüber der Kontrolle (Kurve 4). Adenosinmonophosphorsäure (AMP) als ein mögliches Analogon zu c-AMP war ineffektiv.

Diskussion

Die von uns eingangs geäußerte Vermutung eines physiologischen Zusammenhangs zwischen IES und

c-AMP als deren „second messenger“ lässt sich mit Hilfe des verwendeten Streckungswachstums von Koleoptilzylindern aus den Kurven (1) und (2) nur insofern bedingt belegen, als c-AMP offensichtlich einer schnellen Spaltung unterliegt [12]. Die sofortige c-AMP-Wirkung auf das Streckungswachstum, ohne die bei der IES üblichen lag-Phase, deutet jedoch darauf hin, daß primäre Effekte der IES über c-AMP verlaufen könnten. Ein pH-Effekt auf das Zellstreckungswachstum bei c-AMP-Zugabe lässt sich durch die gepufferten Ansätze ausschließen.

Ähnlich schnelle, d. h. die lag-Phase der IES ausslassende Wachstumseffekte wurden für Fusicoccin, einem Toxin des Pilzes *Fusicoccum amygdali* gefunden [16].

Die Kurve (3) wurde nur erhalten, wenn c-AMP und Theophyllin in den angegebenen Konzentrationen gemeinsam gegeben wurden.

Ein ähnlicher Effekt konnte für IES und Hydrochinon schon früher mitgeteilt werden [17] und es scheint, daß sowohl IES als auch c-AMP die Permeation verschiedener Substanzen in das Zellinnere steigern kann. Auch die in ref. 14 geäußerte Ansicht, daß am Anfang des Streckungswachstums osmotische Kräfte wesentlich sind, sprechen für eine c-AMP-Beteiligung, da c-AMP bekanntlich in osmotische Prozesse regulierend eingreift [18].

Herrn E. Thoma danke ich für geschickte Mithilfe bei der Durchführung der Versuche.

- [1] C.-P. P. Lin, Adv. Cyclic Nucleotide Res. **4**, 439–461 (1974).
- [2] A. Trewartha, Annu. Rev. Plant Physiol. **27**, 349–374 (1976).
- [3] A. R. Ashton *et al.*, Biochem. I. **165**, 27–32 (1977).
- [4] A. R. Ashton *et al.* in press, (1978).
- [5] B. Janistyn, Indol-3-essigsäure induzierte Nukleotidabgabe bei gleichzeitig erhöhter Adenosin-3':5'-monophosphorsäure (c-AMP)-Synthese in Maiskoleoptilzylindern, Z. Naturforsch. **27 b**, 273–276 (1972).
- [6] B. Janistyn, IES-gesteigerte Adenylatcyclase-Aktivität im Homogenat der Maiskoleoptile, Z. Naturforsch. **27 b**, 872 (1972).
- [7] W. Ruhland, Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. **14**, Wachstum und Wuchsstoffe, Springer Verlag, Heidelberg 1961.
- [8] P. M. Ray, Recent Advances in Phytochemistry Vol. **7**, 93–122 (1974).
- [9] W. Hartung, Die Wirkung von cyclischem Adenosin-3':5'-monophosphat auf das Streckenwachstum von Avena-Coleoptilzylindern, Z. Pflanzenphysiol. **67**, 380 bis 382 (1972).
- [10] M. Edgerton *et al.*, Plant Physiol. **55**, 695–698 (1975).
- [11] S. A. Gordon *et al.*, Plant Physiol. **52**, 105–110 (1973).
- [12] J. Wiedmaier *et al.*, Naturwissenschaften **3**, 147 (1976).
- [13] L. M. Evans *et al.*, J. Gen. Physiol. **53**, 1 (1969).
- [14] R. Pohl, Zur Reaktionsweise des Wuchsstoffes (IES) bei der Zellstreckung, Z. Bot., **41**, 343–372 (1953).
- [15] R. W. Buchter *et al.*, J. Biol. Chem. **237**, 1244–1250 (1962).
- [16] E. Marre *et al.*, Plant Sci. Lett. **1**, 179–184 (1973).
- [17] E. W. Reuter, Untersuchungen über die IES-gesteigerte Hydrochinonaufnahme durch die Avena-Koleoptile, Dissertation, Freiburg i. Brsg. 1970.
- [18] I. P. Jost *et al.*, Annual Review of Biochemistry, Vol. **40**, 762–764 (1971).