

Die Einrollung der Zierwindenblüte als Wachstumsbewegung

Autor(en): **Richner, R. / Matile, Ph.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **87 (1977)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-61655>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Einrollung der Zierwindenblüte als Wachstumsbewegung

von R. Richner und Ph. Matile

Institut für allgemeine Botanik
der Eidg. Technischen Hochschule Zürich

Manuskript eingegangen am 1. April 1977

Die ephemere Blüte von *Ipomoea tricolor* rollt sich beim Verblühen, am Trichter-
rand beginnend, in wenigen Stunden zu einem kleinen Knäuel zusammen. Die aktiven
Elemente sind dabei offensichtlich die Leisten (Fig. 1); in der Tat rollen sich isolierte
Leistensegmente genau gleich ein, wie die intakten Blüten (Hanson und Kende, 1975).
Dasselbe gilt für Segmente der Rippen, welche die Leisten seitlich begrenzen.

Mechanistische Überlegungen führen zur Ansicht, dass die Krümmung der Rippe
mit dem Auftreten eines Längenunterschiedes zwischen dorsaler und ventraler Seite
des Gewebes verbunden ist. Solche Längenänderungen können grundsätzlich auf
zweierlei Weise entstehen: Entweder schrumpft die dorsale Seite oder der ventrale
Teil der Rippe wächst im Verlauf der Alterung. Das Schrumpfen des dorsalen
Rippenteils, etwa als Folge der Autolyse alternder Zellen, würde die Einrollung
als einen passiven Prozess erscheinen lassen, wogegen das Streckungswachstum des
ventralen Teils der Rippe ein aktives Einrollen der Blüten bedeuten würde.
Da während des Einrollens der Blüte der Abbau von Biopolymeren und der Rück-
transport von Mikromolekülen aus den Korollen in die Pflanze einsetzt (Matile
und Winkenbach, 1971; Wiemken et al., 1974) wurde zunächst eine passive
Einrollung angenommen. Die Hypothese von Winkenbach (1970) beruhte auf
der Annahme, dass die Zellen der Rippeninnenseite durch alterungsbedingten
Turgorverlust die Längendifferenz und damit die zur Biegung erforderliche
Spannung innerhalb der Rippe erzeugen würden. Später wurde gezeigt, dass durch
osmotische Belastung die Einrollung von abgeschnittenen Blüten (Wiemken et al.,
1976) und von isolierten Leisten (Baumgartner et al., 1975) unterdrückt werden
kann. Die Einrollung schien damit eher auf Zellstreckung zu beruhen.

In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, dass die erstaunliche Einrollung der
Korollen von *Ipomoea tricolor* tatsächlich als eine Wachstumsbewegung aufgefasst
werden muss.

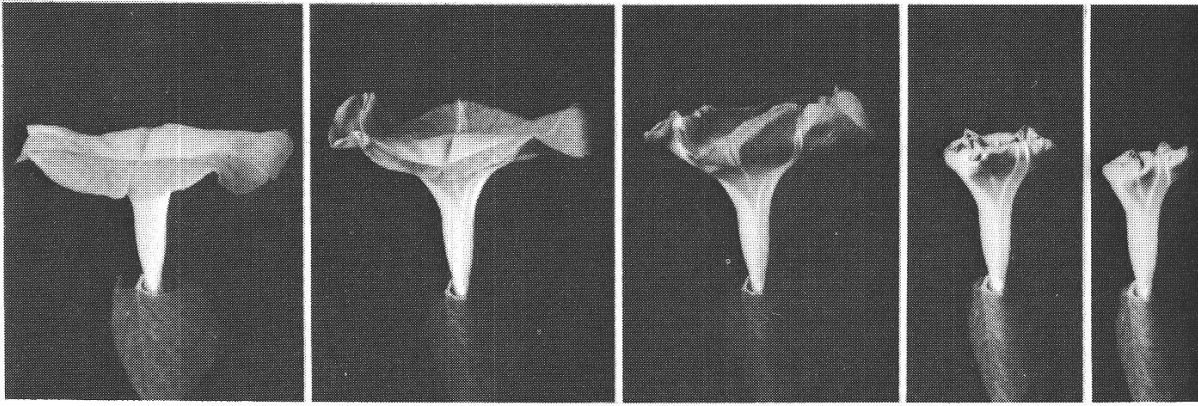


Fig. 1:

Einrollung der alternden Blüte von *Ipomoea tricolor*. Die Bewegung der Leisten ist deutlich zu erkennen.

Material und Methoden

Objekt und Kultur: *Ipomoea tricolor* Cav. (Samen-Mausier, Zürich) wurde im Glashaus unter Langtagbedingungen (14 h) bei 75–80% Luftfeuchtigkeit gezogen.

Präparation von Leisten- und Rippensegmenten: Frisch entfaltete Blüten wurden nach dem Pflücken um 8 h zunächst in Leitungswasser eingestellt. Die Präparation von Leisten- und Rippensegmenten ist in Fig. 2 dargestellt. Die Segmente wurden bis zum Beginn des Experiments bei Zimmertemperatur in Leitungswasser eingelegt.

Messung der Einrollung: Der Grad der Einrollung von isolierten Leisten- bzw. Rippensegmenten wurde nach Hanson und Kende (1975) bestimmt. Die Bedeutung des Einrollwinkels α geht aus Fig. 5 hervor; gestreckte Segmente weisen einen Winkel $\alpha = 180^\circ$ auf, vollständig eingerollte einen Winkel von $\alpha = 360^\circ$.

Längenmessung an isolierten Rippen: Zur Bestimmung der Streckung wurden die Rippensegmente einzeln in kleinen Gefässen über Netzchen inkubiert. Zum Ausmessen wurden sie in regelmässigen Zeitabständen auf dem Netzchen immobilisiert und mit einer Lupe (Zeiss Tessovar) photographiert. Die Kleinbildnegative wurden auf eine Platte projiziert. Dort erfolgte die Längenmessung bei einer Gesamtvergrösserung von 100 x mit einem Messrad.

Resultate und Diskussion

Isolierte Segmente von Leisten der *Ipomoea*-Korolle sind ideale Objekte für die Untersuchung der Alterungsphysiologie (Hanson und Kende, 1975; Baumgartner et al., 1975). Zur Messung eines allfälligen Streckungswachstums waren die Leisten indessen ungeeignet; dagegen erwiesen sich die Rippensegmente, welche sich *in vitro* wie die Leisten, bzw. die intakten Blüten verhielten, als für diesen Zweck brauchbar.

Fig. 3 zeigt Rippensegmente in verschiedenen Stadien der Einrollung. Leicht messbar war die Länge der ventralen Kante der Rippe (Aussenseite der Korolle),

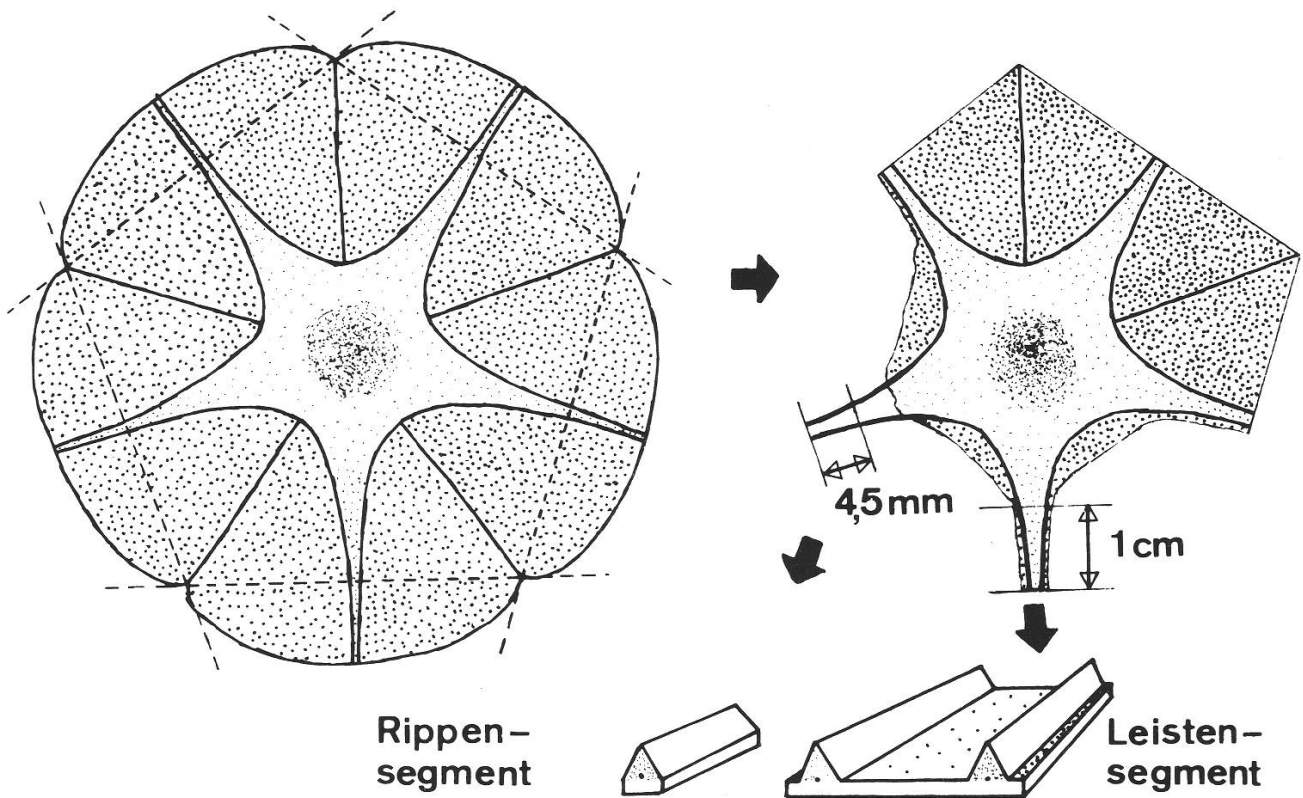


Fig. 2: Präparation von Leisten- und Rippensegmenten.

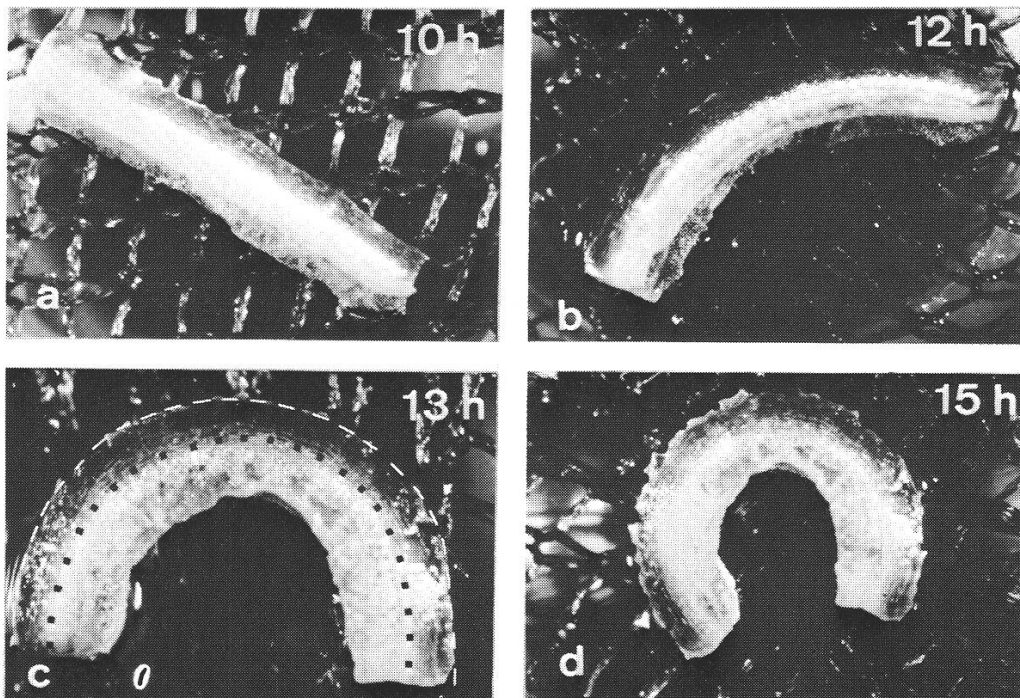


Fig. 3:

Biegung eines Rippensegments im Verlauf von 5 h. In der Fig. 3c sind die ausgemessenen Strecken eingetragen, gestrichelt die ventrale Kante der Rippe, punktiert die Grenzschicht zwischen ventralem Kollenchym und dorsalem Mesophyll.

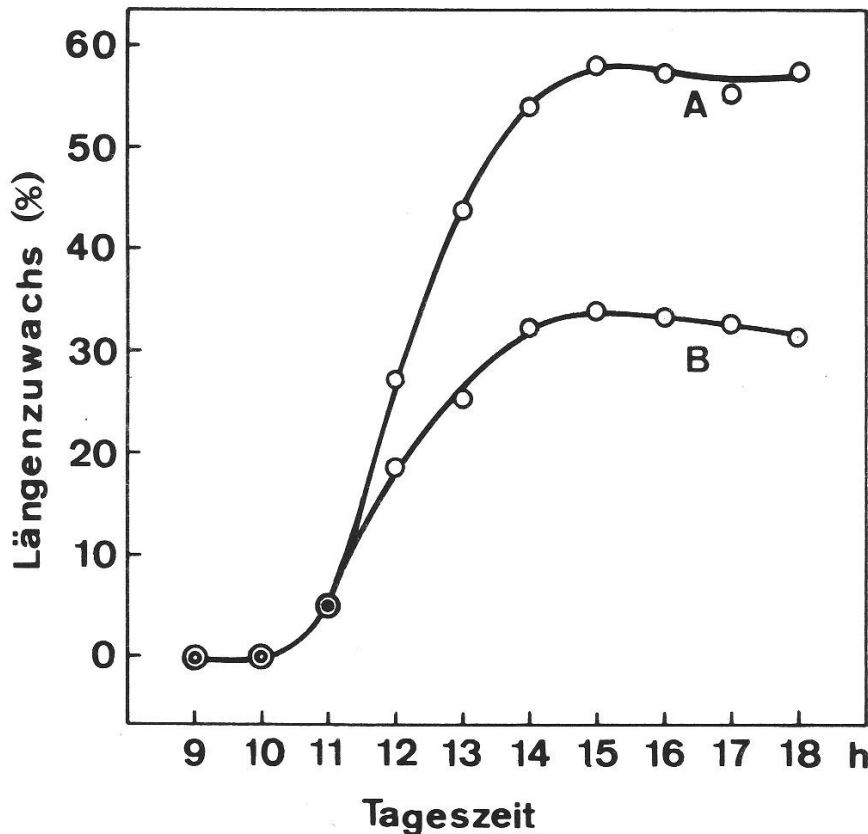


Fig. 4:

Streckungswachstum eines Rippensegments, gemessen an der ventralen Kante (A) und an der Grenzschrift (B). Beginn der Inkubation (27°): 8.40. Messwerte von einer einzelnen Rippe; abgesehen von geringen zeitlichen Verschiebungen gegenüber anderen Rippen desselben Experiments ist der Kurvenverlauf repräsentativ.

wogegen die Innenseite im Lauf der Einrollung offensichtlich gestaucht und gefaltet wird. Sehr gut messen liess sich überdies die Länge der Gewebegrenze – im folgenden Grenzschrift genannt –, die das lockere Parenchym der Blüteninnenseite vom kompakten, kollenchymatischen Gewebe der Rippe trennt (Fig. 3).

Die in Fig. 4 wiedergegebenen Messresultate zeigen, dass sich die Rippenaussenseite in überraschendem Ausmass streckt. Sie erfährt in der Zeit von 10 bis 14 Uhr eine Längenzunahme von rund 50%. In der gleichen Zeit streckt sich indessen auch die Grenzschrift, jedoch nur um etwa 35%. Die entstehende Differenz genügt zur vollkommenen Einrollung der Rippe.

Das Ausmass der Streckung muss als Leistung der isolierten Rippe gesehen werden; in der intakten Blüte dürfte sie wesentlich geringer sein. Anhaltspunkte dazu ergaben Versuche, in welchen an intakten Blüten die Kanten der Rippen am Morgen mit Tusche bemalt wurden. Im Verlaufe der Einrollung zeigten sich Brüche in der Tusche, die einen Längenzuwachs von ca. 10% anzeigten. In einem anderen Experiment wurden die Rippen mit Tuschepunkten im Abstand von 6 mm markiert; durch Ausmessen des Winkels und des Kreisradius wurde die Länge des markierten Stücks an der einrollten Blüte bestimmt. Dabei ergab sich ein Längenzuwachs von etwa 15%.

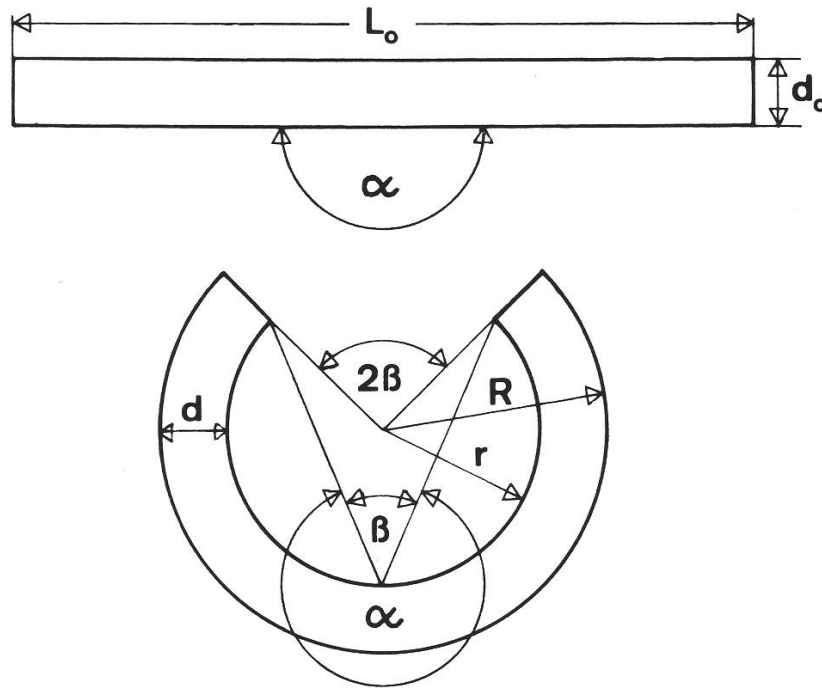


Fig. 5:
Modell zur Berechnung der theoretischen Dicke einer sich biegenden Rippe.

Die Beziehung zwischen Streckungswachstum und Einrollung bzw. Biegung regt zu einem Vergleich zwischen der Korollenrippe und dem in Fig. 5 dargestellten Modell (Bimetallstreifen) nahe. Die mathematische Ableitung ergibt für dieses Modell eine lineare Abhängigkeit zwischen Längenänderung und Einrollwinkel.

Unter der Annahme, dass die eine Seite des Modells ihre Länge ($L = L_0$) beibehalte, gilt folgendes:

$$L_0 = (2\pi - 2\beta) r$$

$$L_\alpha = (2\pi - 2\beta) R_\alpha = (r_\alpha + d_\alpha) (2\pi - 2\beta) = L_0 + d_\alpha (2\alpha - 2\pi)$$

$$\Delta L_\alpha = d_\alpha (2\alpha - 2\pi) \quad \alpha = \frac{\Delta L}{2d} + \pi$$

$$d = \frac{\Delta L}{2(\alpha - \pi)}$$

d ist die theoretische Dicke, das heisst, der Abstand bis zu jener Schicht, die nicht mehr wächst.

Die Darstellung der entsprechenden Abhängigkeit bei isolierten Rippenstücken (Fig. 6) zeigt, dass eine lineare Beziehung nur bis zu einer Streckung von ca. 20% besteht; später weicht sie erheblich davon ab. Aus der Steigung der Geraden lässt sich die Dicke des wachsenden Gewebes errechnen; dabei zeigt es sich, dass in der frühen Phase der Längenzunahme der Rippenaussenseite (bis 20% Streckung) die berechnete Dicke wesentlich grösser ist als die Dicke der Rippe (Tab. 1), das heisst, dass die Zone, welche

Tabelle 1:

Vergleich von gemessener und theoretischer Dicke des sich biegender Rippensegments.
Vergleiche Fig. 5 und 6.

Tageszeit	Streckung der ventralen Kante (%)	Dicke der Rippe (mm)	
		berechnet	gemessen
Morgen	0 bis 20	1.25	0.9
Abend	40 bis 50	0.06	0.6

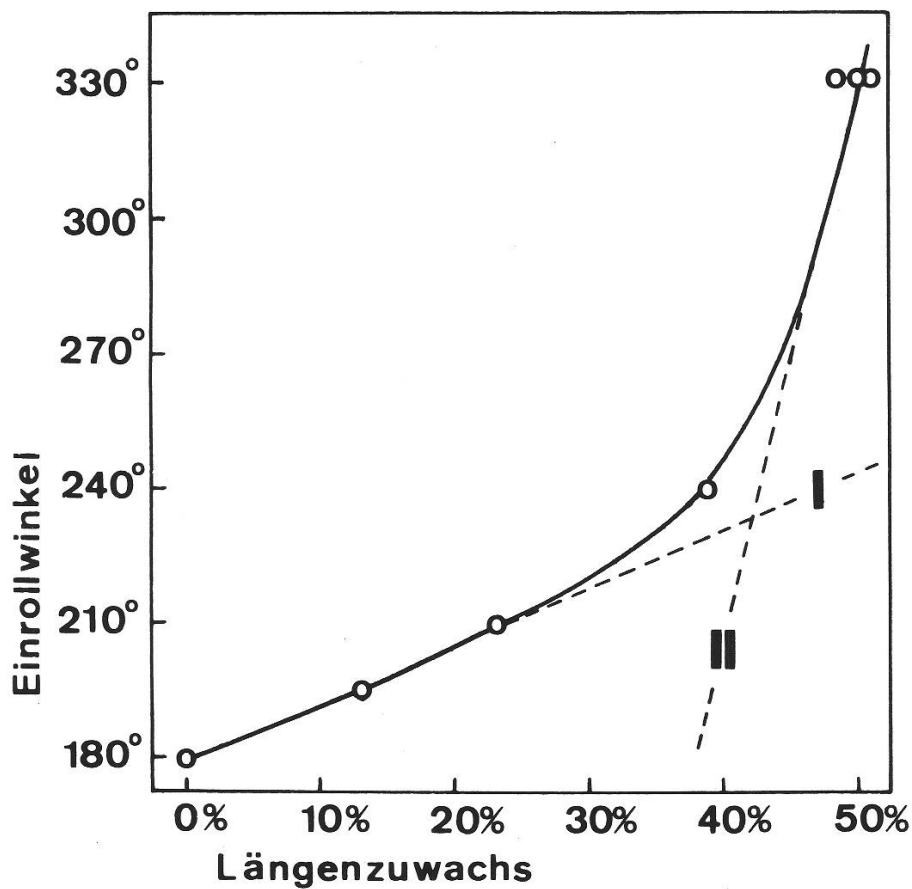


Fig. 6:

Korrelation zwischen Streckungswachstum und Einrollung eines Rippensegments. Die Steigungen der Kurve zu Beginn und am Ende der Biegung (I und II) wurden zur Berechnung der theoretischen Dicke der Rippe (Tab. 1) verwendet.

sich nicht streckt, ausserhalb der Rippe liegen muss. Daraus ergibt sich, dass auch die dorsale Seite der Rippe eine Längenzunahme erfährt. Biegung entpuppt sich damit als Folge eines differentiellen Streckungswachstums der gesamten Rippe.

Die aufgrund des Modells berechnete theoretische Dicke der Rippe wird im weiteren Verlauf der Einrollung immer kleiner und erreicht schliesslich einen Wert, der weit unter der tatsächlichen Dicke der Rippe liegt. Dies deutet darauf hin, dass

der dorsale Teil der Rippe schrumpft. Dies kommt auch in der Messung der Grenzschicht zum Ausdruck (Fig. 4). Sehr wahrscheinlich steht diese Schrumpfung mit dem von Hanson und Kende (1975) anhand des Efflux von Ionen und organischen Stoffen erfassten Turgorverlust in Zusammenhang.

Die Charakterisierung der Einrollung von alternden Zierwindenblüten als Wachstumsprozess liegt auf einer Linie mit der in anderen Zusammenhängen gewonnenen Ansicht, wonach das Verblühen keineswegs einen Zusammenbruch bestehender Ordnung, vielmehr die Fortsetzung einer regulierten Entwicklung darstellt, welche schliesslich zum Tod des Organs führt.

Interessanterweise wird die Einrollung in Gegenwart des Proteinsynthese-Hemmers Cycloheximid vollständig unterbunden (Baumgartner et al., 1975). Ein auslösender Faktor im zweifelsohne komplexen System der Einrollung ist das endogene Äthylen (Kende and Baumgartner, 1974). Durch Äthylen induziertes Streckungswachstum ist zwar ungewöhnlich, ist jedoch bei gewissen Objekten unter besonderen Umständen nachgewiesen worden (Musgrave et al., 1972). Es ist durchaus denkbar, dass das endogene Äthylen sowohl direkte Wirkungen auf die Permeabilität von Membranen (Hanson and Kende, 1975), als auch indirekte auf das Wachstum der Rippengewebe ausübt.

Herrn P. Frick danken wir für die Pflege der Zierwindenkulturen, Frau D. Furrer für die Unterstützung bei der Herstellung des Manuskriptes.

Zusammenfassung

Die rasche Einrollung der ephemeren Zierwindenblüte wird durch differentielles Wachstum der Rippengewebe verursacht.

Summary

The rolling up of morning glory flowers.

The rapid rolling up of the ephemeral morning glory flowers is the result of differential growth of tissues within the ribs.

Résumé

L'enroulement rapide des fleurs du liseron pourpre (*Ipomoea tricolor*) résulte d'une différence dans la vitesse de croissance des tissus de l'intérieur des côtes.

Literatur

- Baumgartner B., J. Hurter and Ph. Matile, 1975. On the fading of an ephemeral flower. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 168, 299–306.
- Hanson A.D. and H. Kende, 1975. Ethylene-enhanced ion and sucrose efflux in morning glory flower tissue. *Plant Physiol.* 55, 663–669.
- Kende H. and B. Baumgartner, 1974. Regulation of Aging in Flowers of *Ipomoea tricolor* by Ethylene. *Planta* 116, 279–289.
- Matile Ph. and F. Winkenbach, 1971. Function of lysosomes and lysosomal enzymes in the senescing corolla of the morning glory. *J. Exp. Bot.* 22, 759–771.
- Musgrave A., M.B. Jackson and E. Ling, 1972. *Callitriche* stem elongation is controlled by ethylene and gibberellin. *Nature New Biol.* 238, 93–96.
- Wiemken-Gehrig V., A. Wiemken and Ph. Matile, 1974. Mobilisation von Zellwandstoffen in der welkenden Blüte von *Ipomoea tricolor* Cav. *Planta* 115, 297–307.
- Wiemken V., A. Wiemken and Ph. Matile, 1976. Physiologie der Blüten von *Ipomoea tricolor* (Cav.): Untersuchungen an abgeschnittenen Blüten und Gewinnung eines Phloemexsudates. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 169, 363–376.
- Winkenbach F., 1970. Zum Stoffwechsel der aufblühenden und welkenden Korolle der Prunkwinde *Ipomoea purpurea*. I. Beziehungen zwischen Gestaltwechsel, Stofftransport, Atmung und Invertaseaktivität. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 80, 374–390.

Prof. Ph. Matile
Institut für allgemeine Botanik
der Eidg. Technischen Hochschule Zürich
ETH-Zentrum
CH-8092 Zürich