

# COMMUNICATIONS

DE LA FACULTÉ DES SCIENCES  
DE L'UNIVERSITÉ D'ANKARA

Série C. Sciences naturelles

Tome V

Separatum

1955

---

**Einige Versuche über den gegenseitigen Einfluss  
der Spitzen- und Seitenknospen und ihrer Triebe  
in Bezug auf ihre Auxin-Konzentrationen**

von

Haydar BAĞDA

*(Botanisches Institut der Universität Ankara)*

ŞİRKETİ MORETTİBİYE BASIMEVİ

İSTANBUL — 1955

# Einige Versuche über den gegenseitigen Einfluss der Spitzen- und Seitenknospen und ihren Trieben in Bezug auf ihre Auxin-Konzentrationen.

von

Haydar BAĞDA

(*Botanisches Institut der Universität Ankara*)

**Özet :** Serde, normal ışık şartları altında yetiştirilen bezelye bitkilerine sentetik Auxin tatbik edilerek yapılan araştırmalarda :

a — Auxin'in bitki gövdeleri içerisinde sade basipetal değil, açık bir şekilde akropetal hareketi de görülmektedir.

b — Bütün dal sisteminde, görünüşe bakılırsa hakim olarak büyümekte olan sürgüne doğru umumi bir Auxin akışı vardır. Yani, hakim olarak büyümekte olan sürgün, bütün dal sisteminde, mevcut Auxinin büyük bir kısmını kendine doğru çekmektedir. Şu halde, büyük bir ihtimalle gerek yan tomurcuk ve gerek yan sürgünlerin ve hatta mücavir sürgünlerin fazla büyümemesine sebep, tepe tomurcuğu bölgesinde meydana gelip alt kısımlara gönderilen Auxin fazlalığı dolayısıyla değil, bilakis dal sisteminde mevcut Auxinin büyük bir kısmını ana sürgün tepesi tarafından sarfedilip, alt kısımlarda konsantrasyonunun düşmesinden ileri gelmektedir.

c — Yukarıdaki sebeplerden dolayı, sürgünün üst kısımlarına doğru çıkıldıkça, Auxin kesafeti fazlalaşmaktadır. Bu itibarla bütün dal sistemindeki tomurcuk ve sürgünlerin, optimal büyümeleri için ihtiyaçları olan Auxin kesafeti, bu tomurcuk veya sürgünlerin buldukları mahalle göre değişir.

## **Vorwort :**

Schon laengst ist es Landwirten und Pflanzenzüchtern bekannt, dass die Spitzenknospen der Pflanzen auf die Entwicklung der unteren Knospentriebe deselben Pflanzen einen hemmenden Einfluss ausüben. Snow (8) hat das erste Mal darauf hingewiesen, dass dieser hemmende Einfluss auf einen innerhalb der Pflanze entstehenden Hemmstoff zurückzuführen ist. Acht Jahre spaeter haben Thimann und Skoog (13) diese Entdeckung bestaetigt.

Es wurden einen Reihe von Versuchen über den hemmenden Einfluss der Knospen untereinander angestellt, wobei besonders

danach geforscht wurde, ob das Auxin bei der Knospenhemmung einen direkten (Thimann 11) oder einen indirekten Einfluss (Snow 9) ausübt. Ausführliche Literatur über die korrelative Knospenhemmung ist bei Libbert (5, 6), Söding (10) und Thimann (12) zu finden.

Trotz der zahlreichen und verschiedenen Forschungsarbeiten konnte der hemmende Einfluss der Spitzenknospen auf die anderen Knospen der selben Pflanze noch nicht in befriedigender Weise aufgeklärt werden.

Die vorliegende Arbeit wurde durchgeführt, um einen weiteren Schritt in der Erforschung des gegenseitigen Einflusses der Spitzen- und Seitenknospen zu machen, wobei synthetisches Auxin verschiedener Konzentrationen verwendet wurde. Gleichzeitig wurde versucht, Aufklärung über die Richtung der hemmenden Wirkung zu finden.

Der experimentelle Teil der Arbeit wurde im Jahre 1954 in dem Treibhaus der Biologischen Laboratorien der Harvard Universität in Boston durchgeführt.

#### **Methode:**

Erbsen-Samen der Alaska-Sorte und *Pisum sativum* wurden im Treibhaus in Erde und Saegespäene ausgesät. An den Trieben der unter normalen Lichtbedingungen entstandenen jungen Pflanzen wurden folgende Beobachtungen gemacht:

1 — Während das nach der Aussaat entstandene Epicotyl aufwärts weiter wächst, entstehen an den unteren Teilen Seitenknospen. Falls die Spitzenknospe nicht abgeschnitten wird, können die unter der Spitze befindlichen Seitenknospen längere Zeit nicht treiben.

2 — Falls das Epicotyl gleich nach Austritt aus der Erde geköpft wird, entwickeln sich ein oder zwei der in den Achseln der Cotyledonen entstandenen Knospen in folgenden Formen:

a — Nur eine der Achselknospen treibt und es entsteht eine Pflanze mit einem einzigen Trieb.

b — Eine der Achselknospen entwickelt einen starken Trieb, während der aus der zweiten Achselknospe entstandene Trieb nur einige Millimeter lang wird und sein weiteres Wachstum durch den stärkeren Trieb gehemmt wird.

c — Eine der Achselknospen entwickelt einen starken Trieb, waehrend der aus der zweiten Achselknospe entstandene schwächere Trieb nur sehr viel langsamer waechst.

d — Beide Achseltriebe wachsen kraeftig und in gleicher Weise. Obwohl beide Triebe sich gleich stark entwickeln, ist doch der eine Trieb, wenn auch in geringem Maasse, staerker.

Der Prozentsatz der den Formen a, b und c entsprechend treibenden Pflanzen ist relativ hoch (20 — 35 %), waehrend die unter d erwahnten Pflanzen mit zwei Trieben relativ selten sind (5 %).

Die vorliegenden Versuche wurden an Pflanzen dieser vier verschiedenen Typen durchgeföhrt. Bei den verschiedenartig beschnittenen Versuchspflanzen wurde die Schnittflaeche mit Auxin-Salben von bestimmten Konzentrationen bestrichen, waehrend die Schnittflaechen der Kontroll-Pflanzen nur mit auxinlosen Salben behandelt wurden. Jeden Tag wurde die am vorhergehenden Tag aufgetragene Auxin-Salbe durch Abschneiden der Spitze um 1 — 2mm entfernt und frische Auxin-Salbe aufgetragen. Da somit die mit Auxin behandelte Flaeche jeden Tag abgeschnitten wurde, konnte gleichzeitig eine staerkere Vermehrung der Zellen an der Schnittflaeche und dadurch eine Diffusionsverringerng verhindert werden.

Die bei saemtlichen Versuchen angewandte Auxin-Salbe wurde aus einem Gemisch von gleicher Menge Lanolin und Wasser und zu jedem Gramm dieses Gemisches verschiedene Mengen Auxin (B-Indolylessigsaeure) (0,1; 0,3; 1; 3; 10; 10,1; 10,3 mg) hergestellt. Die auxinlose Salbe bestand nur aus Lanolin und Wasser.

### Versuch 1:

Sobald die im Treibhaus in Erde ausgesaeten Erbsensamen aufgegangen und sich an dem schnell wachsenden Epicotyl zwei Seitenknospen entwickelt hatten, wurde die Spitzenknospe abgeschnitten, woraufhin die Seitenknospen sofort zu treiben und zu wachsen begannen. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, ist der aus der oberen Knospe a, welche der Spitzenknospe nahe gelegen ist, entstandene Trieb schnell gewachsen, waehrend die darunter gelegene Knospe b sehr wenig gewachsen ist. Z. B. bei der ersten Pflanze der Tabelle hat nach ihrer Enthauptung der

Tabelle 1.

| Auxin(I.E.S.)<br>mgr. pro gr.<br>Lanolinsalbe | 19. Februar Laenge der<br>Triebe in mm.          |   | 27. Februar nicht mit I.E.S.<br>behandelter kurzer Trieb b |  |   |
|---|--|---|--|--|---|
|   | Mit I.E.S. be-<br>handelter<br>langer Trieb<br>a | Nichtmit I.E.S.<br>behandelter<br>kurzer Trieb<br>b | Laenge<br>in mm.   | Zuwachs in<br>% der An-<br>fangslaenge | Durch-<br>schnitts-<br>wachstum<br>in % |
| 10  | 80   | 4   | 6  | 50                                     | 150                                     |
|   | 70   | 4   | 15   | 275                                    |   |
|   | 25   | 2   | 2  | 0                                      |   |
|   | 45   | 4   | 15   | 275                                    |   |
| 3   | 60   | 3   | 15   | 400                                    | 381                                     |
|   | 50   | 2   | 19   | 850                                    |   |
|   | 50   | 4   | 9  | 125                                    |   |
|   | 60   | 4   | 10   | 150                                    |   |
| 1   | 45   | 2   | 2  | 0                                      | 666                                     |
|   | 35   | 2   | 40   | 1900                                   |   |
|   | 55   | 15  | 30   | 100                                    |   |
| 0,3   | 45   | 3   | 16   | 433                                    | 1053                                    |
|   | 45   | 1   | 33   | 3200                                   |   |
|   | 40   | 2   | 13   | 550                                    |   |
|   | 45   | 20  | 26   | 30                                     |   |
| 0,1   | 40   | 1   | 12   | 1100                                   | 1962                                    |
|   | 40   | 1   | 45   | 4400                                   |   |
|   | 45   | 2   | 45   | 2150                                   |   |
|   | 25   | 5   | 15   | 200                                    |   |
| Kontrolle                                     | 40   | 18  | 28   | 56                                     | 1420                                    |
|   | 35   | 1   | 35   | 3400                                   |   |
|   | 52   | 3   | 34   | 1133                                   |   |
|   | 45   | 3   | 16   | 433                                    |   |
|   | 70   | 2   | 49   | 2350                                   |   |
|   | 52   | 2   | 25   | 1150                                   |   |

aus der Spitze nahe liegenden oberen Knospe a entstandene Trieb innerhalb weniger Tage eine Laenge von 80 mm erreicht, waehrend die Knospe b in der selben Zeitspanne einen Trieb von nur 4 mm Laenge hervorbringen konnte. Bei der zweiten Pflanze der Liste hat die obere Seitenknospe einen 70 mm langen Trieb entwickelt, waehrend der untere Trieb wieder nur 4

mm erreichte. Am 19. Februar, als mit dem vorliegenden Versuch begonnen wurde, besaßen die Pflanzen je zwei Triebe, von denen der eine - wie in der Liste angegeben - sehr lang, der andere hingegen sehr kurz war. Um bei diesen Pflanzen den Einfluss des oberen stärkeren Triebes auf den unteren kurzen Trieb zu untersuchen, wurde nur der stärkere Trieb enthauptet und die Schnittfläche jeden Tag mit Auxin-Salbe von bestimmter Konzentration bestrichen, während die Kontrollpflanzen mit auxinloser Salbe behandelt wurden.

Vom 19. bis 27. Februar wurden die Schnittflächen mit Auxin-Salbe behandelt. Am 27. Februar wurde die Länge der kurzen Triebe gemessen und die Längenunterschiede im Vergleich zu den Anfangslängen in Prozenten ausgedrückt. Die bei den mit Auxin-Salben von gleicher Konzentration behandelten Pflanzen festgestellten durchschnittlichen Wachstumsprozentwerte wurden in einer graphischen Darstellung zusammengefasst.

### Beobachtung und Ergebnis:

Die Betrachtung der Tabelle 1 und der graphischen Darstellung Abb. 1 ergibt, dass Auxin-Salben von hoher Auxin-Konzentration (0,3—10 mg) das Wachstum der unteren Triebe hemmen (im Vergleich zu den Kontrollpflanzen), während die geringe Konzentration von 0,1 mg einen günstigen Einfluss ausübt, d.h. sie verursacht stärkeres Wachstum der unteren Triebe. Daraus geht hervor, dass der Spitzentrieb mit einer Auxin-Konzentration von etwas mehr als 0,1 mg, aber weniger als 0,3 mg, die Entwicklung des unteren Triebes hemmen kann. Wenn

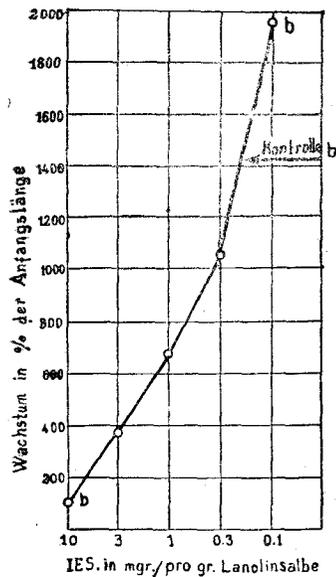
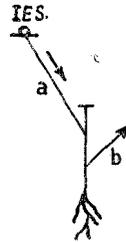


Abb. 1

man bedenkt, dass die Auxin-Konzentration nach unten zu abnimmt (3), kann man annehmen, dass die bei dem parallelen Trieb einen hemmenden Einfluss ausübende Auxin-Konzentration vielleicht noch unter 0,2 mg sinkt. Aber in Anbetracht dessen, dass eine Auxin-Konzentration von 0,1 mg im Vergleich zu den Kontrollpflanzen einen sehr günstigen Einfluss auf das Wachstum ausübt, kann angenommen werden, dass eine Ursache für die Wachstumshemmung des unteren Seitentriebes darin liegen kann, dass an der Spitze des Triebes keine genügende optimale Auxin-Konzentration vorhanden ist.

Kurzum, bei den zwei Seitentrieben desselben Triebes kann mit einer sehr geringen Auxin-Konzentration (0,2 mg) das Wachstum des unteren Triebes gehemmt werden. Aber der untere Trieb besitzt nicht die genügende, d.h. optimale Auxin-Konzentration, welche für eine optimale Entwicklung erforderlich ist. Denn, wenn der untere Seitentrieb unter dem Einfluss der von der Seitenspitzenknospe verursachten hohen Auxin-Konzentration gehemmt wäre, müsste bei den Kontrollpflanzen, deren obere Seitentriebknospen abgeschnitten wurden, in kurzer Zeit die optimale Auxin-Konzentration erreicht werden und ein starkes Wachstum zu beobachten sein. Hingegen wird das Wachstum durch einen Zusatz von 0,1 mg Auxin gefördert.

### Versuch 2:

Bei diesem Versuch wurden die Erbsen-Epicotyle gleich nach ihrem Erscheinen abgeschnitten und jene Pflanzen ausgewählt, deren Cotyledon-Achselknospen nur einen Trieb entwickelt hatten. Sobald auf diesem einzelnen Trieb im Allgemeinen 2 — 3 Augen entstanden waren, wurde von allen diesen Versuchspflanzen die Spitzenknospe abgeschnitten, die Blätter blieben aber unberührt. Die Schnittfläche jeder Pflanze wurde täglich mit Auxin-Salbe von gleicher Konzentration bestrichen. Die Schnittflächen der Kontrollpflanzen wurden mit Salbe ohne Auxin bestrichen. Die Versuche begannen am 6. März. Am Anfang hatte sich noch keine der Seitenknospen entwickelt. Am 14. März, da diese Versuche abgeschlossen wurden, wurde die Länge der aus den Seitenknospen der enthaupteten Triebe entstandenen Seitentriebe gemessen und die Durchschnittswerte graphisch dargestellt.

Z.B. die Laenge des enthaupteten Triebes der ersten Pflanze aus der mit 10,3 mg Auxin-Konzentration behandelten Gruppe betrug 75 mm. Auf diesem Trieb befanden sich 4 noch unentwickelte Knospen, die von unten ausgehend mit *a, b, c, d*, bezeichnet wurden. Am 14. Maerz wies diese Pflanze einen 15 mm langen Trieb auf, der aus der untersten Knospe *a* in der untersten Blattachsel entstanden war, waehrend die darüber befindlichen Knospen *b, c* und *d* gar keine Entwicklung aufwiesen. Die zweite Pflanze, welche mit gleicher Auxin-Konzentration behandelt wurde, hatte eine Trieb-laenge von 30 mm. und besass nur die zwei Augen *a* und *b*. Am 14. Maerz hatte nur das untere Auge *a* einen kleinen Trieb von 2 mm entwickelt, das obere Auge hatte sich garnicht entwickelt. Dem Befund vom 14. Maerz entsprechend wurden die Knospentriebe in Tabelle 2 zusammengestellt, die Durchschnittszahl jeder Konzentrations-Gruppe genommen und diesen Durchschnittswerten entsprechend die Trieb-laenge der Knospen *a, b* und *c* graphisch dargestellt.

Beim Abschluss des Versuches und auch bis zum 22. Maerz, obwohl viele Pflanzen bereits abgestorben waren, hatte keine einzige der Versuchs- oder Kontrolle-Pflanzen aus der zweiten Cotyledonen-Knospe einen Trieb entwickelt.

#### Beobachtung und Ergebnis :

Die Betrachtung der Tabelle 2 und der graphischen Darstellung Abb. 2 zeigt, dass Auxin-Salben von hoher Konzentration (10,3; 10,1; 10; 3; 1; 0,3), im Vergleich zu der Kontrollpflanze saemtliche Knospen des behandelten Triebes hemmen, waehrend die niedrige Konzentration von 0,1 mg die untere Knospe *a* und die darüber befindliche Knospe *b* günstig beeinflusst.

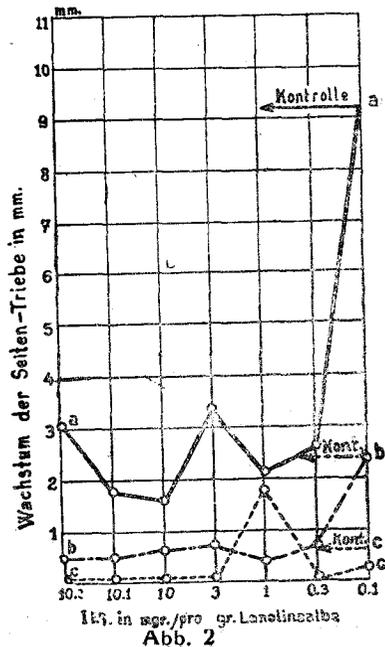
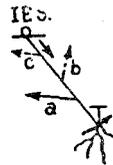


Tabelle 2.

| Auxin(I.E.S.)<br>mgr. pro gr.<br>Lanolinsalbe | 6. Maerz<br>Laenge des<br>mit I.E.S.be-<br>handelten<br>Triebes in<br>mm. | 14. Maerz Laenge der<br>Seitentriebe in mm. |    |    |   | 14. Maerz<br>Durchschnittswachs-<br>tum der Seitentriebe<br>in mm. |     |     |   |
|---|---|---|----|----|---|--|-----|-----|---|
|   |   | a   | b  | c  | d | a  | b   | c   | d |
| 10,3  | 75  | 15  | 0  | 0  | 0 | 3,1  | 0,5 | 0   | 0 |
|   | 30  | 2   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 65  | 0   | 0  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 40  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 50  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
| 38  | 2   | 3   |    |    |   |  |     |     |   |
| 10,1  | 55  | 1   | 0  |    |   | 1,8  | 0,5 | 0   |   |
|   | 85  | 3   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 30  | 3   | 2  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 25  | 2   | 1  |    |   |  |     |     |   |
|   | 35  | 2   | 0  |    |   |  |     |     |   |
| 60  | 0   | 0   |    |    |   |  |     |     |   |
| 10  | 60  | 5   | 2  | 0  |   | 1,6  | 0,6 | 0   |   |
|   | 50  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 65  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 60  | 3   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 55  | 0   | 1  |    |   |  |     |     |   |
| 3   | 65  | 8   | 1  |    |   | 3,3  | 0,7 | 0   |   |
|   | 48  | 8   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 55  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 64  | 2   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 60  | 3   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 65  | 1   | 3  |    |   |  |     |     |   |
| 55  | 1   | 1   |    |    |   |  |     |     |   |
| 1   | 72  | 2   | 2  |    |   | 2,1  | 0,4 | 1,8 |   |
|   | 33  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 42  | 0   | 0  | 13 |   |  |     |     |   |
|   | 92  | 10  | 1  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 45  | 2   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 60  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
| 55  | 1   | 0   |    |    |   |  |     |     |   |
| 0,3   | 40  | 0   | 0  | 0  |   | 2,6  | 0,7 | 0   |   |
|   | 55  | 1   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 65  | 12  | 0  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 60  | 2   | 1  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 35  | 0   | 3  |    |   |  |     |     |   |
| 55  | 1   | 0   |    |    |   |  |     |     |   |
| 0,1   | 58  | 12  | 0  | 0  |   | 9,3  | 2,4 | 0,2 | 0 |
|   | 60  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 55  | 14  | 0  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 85  | 21  | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 42  | 0   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 70  | 13  | 0  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 55  | 0   | 8  | 0  | 0 |  |     |     |   |
| 75  | 15  | 11  | 2  |    |   |  |     |     |   |
| Kontrolle                                     | 70  | 12  | 1  |    |   | 9,2  | 2,4 | 0,6 |   |
|   | 80  | 18  | 0  | 3  |   |  |     |     |   |
|   | 75  | 8   | 10 | 2  |   |  |     |     |   |
|   | 25  | 8   |    |    |   |  |     |     |   |
|   | 35  | 6   | 0  |    |   |  |     |     |   |
|   | 41  | 11  |    |    |   |  |     |     |   |
|   | 55  | 12  |    |    |   |  |     |     |   |
|   | 72  | 17  | 0  | 0  | 0 |  |     |     |   |
|   | 65  | 2   | 1  |    |   |  |     |     |   |
|   | 50  | 5   | 3  | 0  |   |  |     |     |   |
|   | 55  | 0   | 8  |    |   |  |     |     |   |
|   | 85  | 20  | 0  | 4  |   |  |     |     |   |
| 40  | 10  |   |    |    |   |  |     |     |   |
| 52  | 0   | 11  |    |    |   |  |     |     |   |

Dieser günstige Einfluss wirkt sich bei der unteren Knospe *a* staerker aus, als bei der oberen Knospe *b*. Die Beobachtung, dass ebenfalls die hohen Auxin - Konzentrationen von allen Knospen des behandelten Triebes die oberen Knospen *c* und *b* staerker hemmen, als die untere Knospe *a*, führt zu folgendem Ergebnis:

Waehrend das auf die Triebspitze aufgetragene Auxin nach unten zu diffundiert, ist die Auxin - Konzentration an den oberen Teilen des Triebes so stark, dass es die oberen Knospen, besonders die oberste Knospe, stark hemmt; da aber die Konzentration bis zum Vordringen des Auxins zu der unteren Knospe *a* abnimmt, ist der hemmende Einfluss auf dieselbe geringer. Daraus, dass eine geringe Konzentration wie 0,1 die oberen Knospen staerker als die unteren hemmt, aber auf die unterste und darüber befindliche Knospe im Vergleich zu der Kontroll - Pflanze einen günstigen Einfluss ausübt, können wir schliessen, dass selbst eine geringe Auxin - Konzentration wie 0,3 mg die Entwicklung der unteren Knospe hemmen kann.

Aus dem selben Versuch laesst sich ferner der Schluss ziehen, dass die Auxin - Konzentration der Knospen auf ein und demselben Zweig von oben nach unten abnimmt. Das aufgestrichene Auxin kann also mit Leichtigkeit die bereits hohe Konzentration der oberen Knospen so weit erhöhen, dass die Entwicklung dieser Knospen gehemmt wird, waehrend die Konzentration der unteren Knospen nicht so stark erhöht werden kann. Demnach ist also die für die Knospenentwicklung günstigste Auxin - Konzentration in der untersten Knospe des am staerksten wachsenden einzelnen Cotyledonen-Triebes vorhanden, waehrend die Auxin - Konzentration in den oberen Knospen das Optimum übertrifft, d.h. grösser ist. Die Tatsache, dass bei Enthauptung der Spitzenknospe der oben genannten Cotyledonentriebe nicht die direkt darunter befindlichen Seitenknospen, sondern die untere Knospe staerker waechst, scheint darauf zurückzuführen zu sein, dass die unteren Knospen im Vergleich zu den oberen eine schwachere, für das Wachstum günstigere Auxin - Konzentration besitzen. Daraus geht hervor, dass bei diesen Trieben die Spitzenknospe waehrend ihres Wachtums nicht Auxin von oben nach unten schickt und dabei die unteren Teile hemmt, sondern dass sie das in dem ganzen Zweigsystem vorhandene Auxin zu sich nach oben zieht und dabei die Auxin - Konzentration der oberen Teile steigt, die der unteren Teile sinkt. Wenn

die bisher angenommene umgekehrte Theorie richtig waere, würden nach Enthauptung der Spitzenknospe sich die oberen Knospen entwickeln und die unteren infolge zu hoher Auxin-Konzentration in ihrer Entwicklung zurückbleiben.

**Versuch 3.**

Dieser Versuch wurde an aus Samen gezogenen Erbsen-

Tabelle 3.

| Auxin(I.E.S.)<br>mgr. pro gr.<br>Lonolinsalbe | 6. Maerz Länge der<br>Triebe in mm,  |  | 16 Maerz nicht mit I.E.S.<br>behandelter Trieb |               |                                   |
|---|--------------------------------------|--|--|---------------|-----------------------------------|
|   | Mit I.E.S. be-<br>handelter<br>Trieb | nicht mit I.E.S.<br>behandelter<br>Trieb | Laenge<br>in mm.                               | Wachstum<br>% | Durch-<br>schnitts-<br>wachstum % |
| 10,3  | 60                                   | 20                                       | 35   | 75            | 43,5                              |
|   | 60                                   | 24                                       | 28   | 12            |                                   |
| 10,1  | 50                                   | 27                                       | 41   | 52            | 51,8                              |
|   | 65                                   | 31                                       | 47   | 51,6          |                                   |
|   | 65                                   | 15                                       | 15   | 0             |                                   |
| 10  | 60                                   | 25                                       | 45   | 8             | 47,2                              |
|   | 45                                   | 33                                       | 42   | 27,5          |                                   |
|   | 65                                   | 22                                       | 51   | 131           |                                   |
|   | 65                                   | 35                                       | 43   | 22,8          |                                   |
| 3   | 60                                   | 30                                       | 55   | 83            | 39,4                              |
|   | 75                                   | 26                                       | 28   | 7,7           |                                   |
|   | 70                                   | 40                                       | 55   | 37,5          |                                   |
|   | 40                                   | 17                                       | 22   | 29,4          |                                   |
| 1   | 55                                   | 8  | 14   | 75            | 53,5                              |
|   | 40                                   | 28                                       | 45   | 60,7          |                                   |
|   | 75                                   | 20                                       | 25   | 25            |                                   |
| 0,3   | 60                                   | 30                                       | 45   | 50            | 80,2                              |
|   | 56                                   | 32                                       | 61   | 90,6          |                                   |
|   | 50                                   | 10                                       | 20   | 100           |                                   |
| 0,1   | 50                                   | 12                                       | 22   | 83            | 83                                |
|   | 70                                   | 18                                       | tot  |               |                                   |
| Kontrolle                                     | 75                                   | 28                                       | 45   | 60,7          | 152                               |
|   | 80                                   | 38                                       | 80   | 110,5         |                                   |
|   | 65                                   | 8  | 35   | 337,5         |                                   |
|   | 55                                   | 15                                       | 30   | 100           |                                   |

Pflanzchen angestellt, deren Epitcotyl gleich nach Erscheinen abgeschnitten wurde und welche einen schwächeren und einen stärkeren Trieb besaßen. Die Spitzenknospe des längeren und stärkeren Triebes wurde abgeschnitten und die Schnittfläche jeden Tag mit einer Salbe von gleicher Auxin-Konzentration bestrichen. Die Länge des nicht enthaupteten parallelen Triebes wurde zu Beginn und am Ende des Versuches gemessen und der Längenunterschied in Prozenten ausgedrückt und verglichen. Die Schnittfläche der Kontroll-Pflanze wurde mit auxinloser Salbe bestrichen.

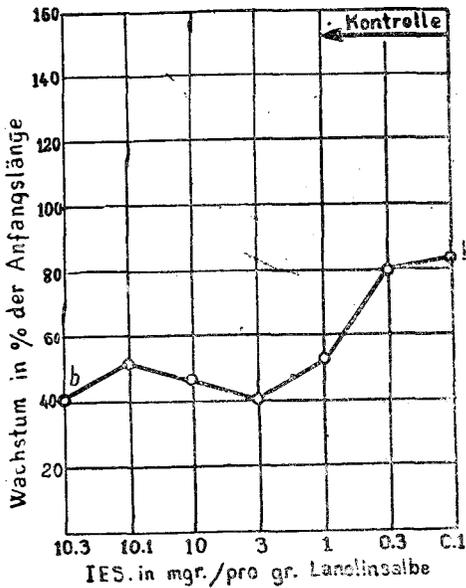
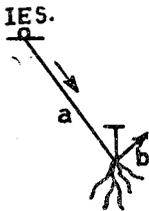


Abb. 8

Z. B. die Länge des ersten enthaupteten und mit einer Salbe von 10,3 mg Auxin-Konzentration bestrichenen Triebes betrug 60 mm, die Länge des parallelen Triebes betrug der selben Zeit nur 20 mm. Am 16. März war der selbe parallele Trieb 35 mm lang, war also um 75% seiner anfänglichen Länge gewachsen. Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, sind die Längenunterschiede jeder Pflanze in Prozenten angegeben. Die durchschnittlichen Wachstums-Prozentwerte jeder Konzentration wurden in einer graphischen Darstellung zusammengestellt.

Am 6. März wurden die Triebe enthauptet und mit der Auxin-Behandlung begonnen, am 16. März wurde der Versuch abgeschlossen.

### Beobachtung und Ergebnis :

Die Betrachtung der Tabelle 3 und der graphischen Darstellung Abb. 3 ergibt, dass im Vergleich zu den Trieben

der Kontroll-Pflanzen alle Auxin-Konzentrationen das Wachstum des parallelen Triebes stark gehemmt haben. Das Ausmass dieser Hemmung setzt sich wellenförmig von hoher bis zu niedriger Konzentration fort.

Dieser Versuch zeigt uns, dass waehrend des ersten Stadiums, in dem die 2 Cotyledonen-Triebe entstehen, die Auxin-Konzentration der beiden Triebe ungefaehr die gleiche ist. Schon, eine sehr schwache Konzentration wie 0,1 genügt, um den parallelen Trieb stark zu hemmen. Wenn man bedenkt, wie sehr die Auxin-Konzentration waehrend ihrer akropetalen Ausbreitung im dem behandelten Trieb und ihrer basipetalen Ausbreitung in dem kürzeren Trieb und überhaupt auf dem ganzen Weg bis zum Wachstumspunkt des zweiten kürzeren Triebes sinkt, so kann man eine Vorstellung von der geringen Konzentration bekommen, die im Stande ist, das Wachstum des kürzeren Triebes zu hemmen.

So kann also der staerkere Trieb einer zwei Triebe besitzenden Pflanze selbst mit einer sehr schwachen Auxin-Konzentration einen hemmenden Einfluss auf den anderen Trieb ausüben.

#### Versuch 4:

Dieser Versuch wurde an Erbsen-Pflanzchen angestellt, welche aus Samen in Saegespaene gezüchtet wurden. Auch diese wurden gleich nach Auftreten des Epicotyl abgeschnitten und Pflanzen mit je zwei Trieben, einem schwächeren und einem stärkeren, ausgewählt. Dieses Mal wurden die höheren Auxin-Konzentrationen (10; 10,1; 10,3) auf die Schnittflaeche der dekapitierten schwächeren Triebe aufgetragen und untersucht, ob Auxin auf den stärkeren Trieb einen basipetalen Einfluss ausübt oder nicht. Die Kontroll-Pflanze wurde wieder mit auxinloser Salbe behandelt.

Dieser Versuch dauerte vom 6. bis 19. Maerz. Zu Beginn des Versuches betrug die Laenge des kürzeren enthaupteten Triebes, welcher mit einer Auxinsalbe von der Konzentration 10,3 mg behandelt wurde, 15 mm; der garnicht berührte staerkere parallele Trieb hingegen war 45 mm lang. Dieser 45 mm lange Trieb war am 19. Maerz 65 mm lang geworden, also um 44,4 % gewachsen. Das Laengenwachstum aller dieser Triebe

wurde ebenfalls in Prozenten ausgedrückt und die Durchschnittswerte in einer graphischen Darstellung zusammengestellt.

### Beobachtung und Ergebnis:

Die Betrachtung der Tabelle 4 und der graphischen Darstellung Abb. 4 ergibt, dass die höchste Konzentration (10,3 mg) der verwendeten 3 Auxin-Konzentrationen das Wachstum des stärkeren Triebes (im Vergleich zu den Kontrollpflanzen) gehemmt hat. Die ebenfalls hohen Konzentrationen von 10,1 und 10 mg hingegen haben einen günstigen Einfluss auf

das Wachstum des stärkeren Triebes ausgeübt. Demnach benötigen die besonders stark wachsenden Achseltriebe für ihr optimales Wachstum eine bestimmte zusätzliche Menge Auxin und sind im Stande, von unten nach oben Auxin anzuziehen.

Auch dieser Versuch zeigt wieder, wie stark die Auxin-Konzentration auf ihrem Weg von unten nach oben zu abnimmt. Wenn nämlich die Auxin-Konzentration nur in geringem Maasse abnaehme, müssten auch die hohen Konzentrationen wie 10 und 10,1 mg einen hemmenden Einfluss auf das Wachstum des stärkeren Triebes ausüben. Eine andere Ursache dafür, dass hohe Auxin-Konzentrationen keinen hemmenden Einfluss auf das Wachstum des stärkeren Triebes ausüben, dürfte auch

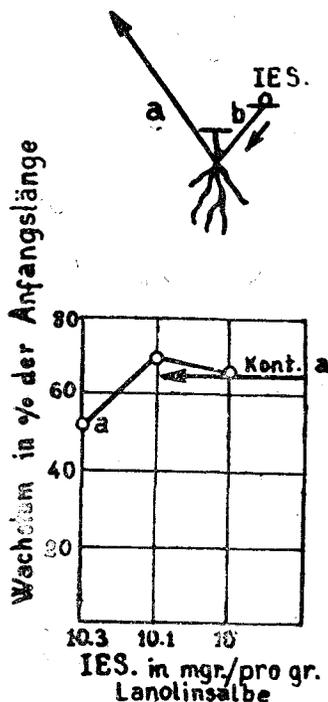


Abb. 4

darin liegen, dass der starke Trieb eine grosse Menge Auxin konsumiert.

Tabelle 4.

| Auxin(I.E.S.)<br>mgr. pro gr.<br>Lanolin salbe | 6. Maerz Laenge der<br>Triebe in mm.        |  | 19. Maerz Nicht mit I.E.S. behan-<br>delter <del>Laenger</del> Trieb |               |                                      |
|--|---|--|--|---------------|--------------------------------------|
|  | Mit I.E.S. be-<br>handelter<br>kurzer Trieb | Nicht mit<br>I.E.S. behan-<br>delter langer<br>Trieb | Laenge<br>in mm.   | Wachstum<br>% | Durch-<br>schnitts-<br>wachstum<br>% |
| 10,3   | 15  | 45   | 65   | 44,4          | 52                                   |
|  | 5   | 50   | 76   | 52,0          |                                      |
|  | 8   | 70   | 120  | 71,0          |                                      |
| 10,1   | 30  | 35   | 62   | 77,0          | 70                                   |
|  | 50  | 73   | 120  | 64,0          |                                      |
| 10   | 35  | 55   | 76   | 38            | 66                                   |
|  | 40  | 40   | 78   | 95            |                                      |
| Kontrolle                                      | 12  | 83   | 145  | 73            | 65                                   |
|  | 35  | 30   | 52   | 73            |                                      |
|  | 10  | 70   | 115  | 50            |                                      |

**Diskussion :**

1 — Die Versuche ergeben, dass die für das optimale Wachstum der Spitzen- und Seiten-Knospen notwendigen Auxin-Konzentrationen dem Bedarf nach wechseln.

2 — Die Tatsache, dass bei Pflanzen mit nur einem einzigen Trieb der obere Seitentrieb das Wachstum des unteren Seitentriebes beeinflusst, dürfte nicht darauf beruhen, dass der obere Trieb zu viel Auxin zu dem unteren Trieb sendet, sondern dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die terminalen Organe für ihre Entwicklung eine so grosse Menge Auxin benötigen, dass sie einen grossen Teil des in den Seitenknospen und -Trieben entstehenden Auxins an sich ziehen und die von letzteren benötigte optimale Auxin-Menge nicht mehr vorhanden ist. Die selbe Beobachtung konnten wir schon bei den früher an Pflanzen mit zwei Trieben angestellten Versuchen deutlich machen.

Bei den vorliegenden und auch bei früheren Versuchen konnten wir Folgendes beobachten: Wenn die auf die Schnittflaeche der enthaupteten Spitzenknospe aufgetragene Auxin-Konzentration derjenigen des optimalen Wachstumsbe-

darf es der unteren Seitenknospe (oder des jungen Triebes, Versuch 1) entspricht, so übt die Auxinsalbe einen günstigen Einfluss auf die untere Knospe aus. Falls untereinander angeordnet mehrere Seitenknospen vorhanden sind, so muss eine noch stärkere Auxin-Konzentration auf die Spitzenschnittfläche aufgetragen werden. (Bağda 1). Casten (3) hat in seiner Arbeit von den Ausnahmefällen berichtet, in denen eine auf die gesunde Spitzensknospe aufgetragene hohe Auxin-Konzentration den hemmenden Einfluss auf die unteren Seitenknospen verloren hat. Nach unserer Ansicht ergaenzt das aufgetragene Auxin hoher Konzentration den fehlenden Auxin-Bedarf der Seitenknospen. Es ist nicht anzunehmen, dass das aufgetragene Auxin die unteren Organe auf jeden Fall hemmen muss. Denn es scheint, dass bei stark wachsenden Trieben (Versuch 1) die unteren Seitentriebe und -Knospen nicht durch die grössere Menge Auxin der oberen Triebe unterdrückt und dadurch gehemmt werden, sondern dass - im Gegenteil - die oberen Triebe einen Teil des Auxins den unteren Teilen entreissen. Bei diesen starken Trieben waechst nach Enthauptung der Spitzensknospe der der Spitze am naechsten liegende Trieb, denn bei Trieben dieser Art besitzt die der Spitze am naechsten liegende Knospe die geeignetste Auxin-Konzentration, welche der für das Wachstums-Optimum notwendigen Auxin-Konzentration am naechsten ist.

3 — Bei manchen Trieben ist die Auxin-Konzentration in den untersten Seitenknospen am günstigsten. Nach Enthauptung von Trieben dieser Art waechst die unterste Seitenknospe sehr schnell, weil ihre Auxin-Konzentration der für das Wachstum günstigsten optimalen Auxin-Konzentration am naechsten ist (Versuch 2). Mit der Enthauptung hört die nach oben gerichtete Auxin-Ausbreitung und der Auxin-Verbrauch in der Spitzensknospe auf, die Auxin-Konzentration in den oberen Seitenknospen ist noch ziemlich hoch, sodass dieselben in der Entwicklung noch zurückbleiben, waehrend sich die untere Seitenknospe unter günstigen Auxin-Verhaeltnissen schnell entwickelt und dadurch das Wachstum der anderen Knospen hemmt.

4 — Obwohl bei Pflanzen mit zwei Trieben der hemmende Einfluss des stärkeren Triebes auf die Entwicklung des schwächeren Triebes mit einer sehr geringen Auxin-Konzentration möglich ist (Versuch 3), ist der hemmende Einfluss, den

der schwächere Trieb auf den stärkeren Trieb auszuüben vermag (Versuch 4), so gering, dass es vielleicht garnicht der Rede wert ist. Dieses dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die basipetale Ausbreitung geringer ist, besonders weil die Spitzenknospe des Triebes einen grossen Auxin-Konsum hat.

5 — Der gegenseitige Einfluss der zwei gleich stark entwickelten Triebe ein und der selben Pflanze ist sehr gering (Bağda 1) Dem Anschein nach wird das Wachstum der Seitenknospen nicht dadurch gehemmt, dass die Spitzenknospe einen Überfluss an Auxin nach unten schickt, sondern im Gegenteil, die Spitzenknospe zieht den grössten Teil des in dem Zweigsystem vorhandenen Auxins an und verbraucht es selber. Bei Enthauptung derartiger Triebe wächst die oberste Seitenknospe infolge ihrer hohen Auxin-Konzentration schneller, als die darunter befindliche Knospe.

6 — Bei abgeschnittenen Coleus Stengeln wurde gezeigt, dass die basipetale Ausbreitung des Auxins stärker als die akropetale Ausbreitung ist (Leopold, Guernsey 4). Jedoch Versuche dieser Art an abgeschnittenen Stengeln sagen nichts über die normale Auxin-Ausbreitung bei nicht abgeschnittenen Stengeln aus. Wenn, der allgemeinen Ansicht entsprechend, die Spitze des stärker entwickelten Triebes grosse Mengen Auxin produzieren würde und die unteren Teile durch diesen hohen Auxin-Gehalt gehemmt würden, so müssten infolge der sehr schnellen Diffusion die unteren Teile des Triebes im Vergleich zu den oberen Teilen immer einen höheren Auxin-Gehalt besitzen und infolgedessen die der abgeschnittenen Spitze am nächsten liegenden Knospen sich stärker entwickeln. Unsere Versuche, hingegen, ergaben das Gegenteil.

Verschiedene Forscher haben gezeigt, dass gehemmte Knospen im Vergleich zu wachsenden Knospen weniger Auxin produzieren (Thimann und Skoog 14), dass in dem Extrakt gehemmter Knospen eine geringere Menge Auxin vorhanden ist (Ferman 3, Overbeek 7), dass die Auxin-Konzentration von der Pflanzenspitze angefangen nach unten zu abnimmt (Leopold und Guernsey 4). Ferner versuchte man, eine Erklärung für den Auxinmangel in den unteren Teilen der Triebe darin zu finden, dass das Auxin durch das von den Wurzeln angefangen aufwärts fliessende, ungesättigte Laktone gebunden werde (Libbert 6); es zeigt sich aber, dass diese Annahme nicht

allgemein gültig ist (Vardar 15). Eine andere Ansicht beruht darauf, dass die wachsende Knospe saemtliche Vorlaeuer des Auxins an sich zieht und dadurch den Seitenknospen keine Möglichkeit bleibt, Auxin zu produzieren (Ferman 3). Die vorliegende Arbeit aber bestaetigt den Standpunkt Goebel's und anderer aelterer Botaniker, dass die an der Spitze wachsende Knospe alle vorhandenen Naehrstoffe an sich zieht und dadurch seine vorherrschende Stellung bewahrt. Kurzum, die Auxin-Ausbreitung in dem gesamten Zweigsystem ist nicht basipetal, sondern akropetal gerichtet.

#### **Zusammenfassung :**

Versuche an Erbsen-Pflaenzchen, welche unter normalen Lichtverhaeltnissen im Treibhaus gezogen wurden, führten zu folgenden Ergebnissen :

a — Es wurde nicht nur eine basipetale Auxin-Ausbreitung im Pflanzenstengel, sondern auch deutlich eine akropetale Ausbreitung beobachtet.

b — Wir nehmen an, dass in dem ganzen Zweigsystem eine Auxin-Ausbreitung in der Richtung des am staerksten wachsenden Triebes besteht. In anderen Worten, der staerkste Trieb scheint einen grossen Teil des in dem gesamten Zweigsystem vorhandenen Auxins an sich zu ziehen. Infolgedessen liegt die Ursache für das schwachere Wachstum der Seitentriebe und -Knospen und auch des parallelen Triebes nicht darin, dass das in der Spitzenknospe entstandene Auxin in die unteren Teile fliesst, sondern darin, dass ein grosser Teil des vorhandenen Auxins an der Spitze des starken Triebes verbraucht wird und dadurch die Auxin-Konzentration der unteren Teile sinkt.

c — Aus den oben angegebenen Ursachen nimmt die Auxin-Konzentration in der Richtung der Zweigspitzen zu. Die für das optimale Wachstum der Knospen und Triebe jeweilig notwendige Auxin-Konzentration haengt davon ab, an welchem Ort des gesamten Zweigsystems sich diese befinden.

## Literatur

- 1) *Bağda H.* (1955): Ein Versuch über die Auxin-Ausbreitung im Pflanzenstengel. Com. Fac. Sc. Univ. Tome V, Série C, S. 29. d'Ank.
- 2) *Castan, R.* (1943): Compt. rend **216**, 576 (Nach Thimann siehe 12, Seite 87)
- 3) *Ferman J.H.G.* (1938): Inhibition of the development of lateral buds. Rev. trav. botan. Néerland **35**, 177.
- 4) *Leopold, A.C. and Guernsey, F.S.* (1954): Auxin polarity in the Coleus plant. (unveröffentlicht)
- 5) *Libbert, E.* (1954, a): Zur Frage nach der Natur der korrelativen Hemmung. Flora **141**, 269.
- 6) *Libbert, E.* (1954, b): Das Zusammenwirken von Wuchs- und Hemmstoffen bei der korrelativen Knospenhemmung. Planta **44**, 286.
- 7) *Van Overbeek J.* (1938): Auxin distribution on seedlings, etc. Bot. Gaz. **100**, 133.
- 8) *Snow, R.* (1925): The correlative inhibition of auxiliary buds. Ann. Botany **39**, 841.
- 9) *Snow, R.* (1937): On the nature of correlative inhibition. New Phytologist, **36**, 23.
- 10) *Söding, H.* (1952): Die Wuchsstofflehre.
- 11) *Thimann K. V.* (1937): On the nature of inhibitions caused by auxin. Amer. J. of Botany **24**, 407.
- 12) *Thimann K.V.* (1952): The action of hormones in plants and invertebrates.
- 13) *Thimann, K. V. and Skoog, F.* (1933): Studies on the growth hormone of plants. Proc. Natl. Acad. Sc. U.S. **19**, 714.
- 14) *Thimann K.V. and Skoog F.* (1934). On the inhibition of bud development, etc. Proc. Roy. Soc. London, B. 114, 317.
- 15) *Vardar, Y.* (1955): Tepe tomurcuğunun yan dalları üzerindeki ket vuruculuk tesiri etc. Biologi dergisi S.4 128. Der hemmende Einfluss der Spitzenknospe auf die Seitenzweige. (auf Türkisch erschienen.)

(Manuskript eingegangen am 26. November 1955).