

Einige Versuche über den Einfluss verschiedener Auxin Konzentrationen auf Erbsen-Stengel, welche im Dunkeln gezogen wurden.

von Haydar BAĞDA

(*Botanisches Institut der Universitaet Ankara*)

Özet : Karanlıkta yetiştirilmiş bitkilere tatbik edilen Auxin'in yukarıdan aşağıya doğru olduğu gibi, aşağıdan yukarıya doğru yayılışı da müşahede edilmiştir.

Işıktta yetiştirilmiş bitkilerde olduğu gibi, karanlıkta yetiştirilmiş bitkilerde de, sürgünlerin meydana geliş yerlerine göre, sahip oldukları Auxin konsentrasyonları çeşitli olduğundan, tatbik edilen Auxin macunlarına karşı gösterdikleri büyüme reaksiyonları da çeşitlidir.

Işıktta yetiştirilmiş bitkilerde olduğu gibi, karanlıkta yetiştirilmiş bitkilerde de, büyümekte olan tepe sürgünlerine doğru Auxin yayılışı vardır. Bu itibarla tepe sürgünleri, alt kısımlardaki organları, hususile tomurcukları, meydana getirdikleri fazla Auxin konsentrasyonu ile değil, bilakis alt bölgede mevcut Auxin'in büyük bir kısmını kendilerine çekerek alt kısımlarda optimal büyüme için lüzumlu Auxin konsentrasyonunu azaltmak suretiyle baskı altında tutarlar.

Vorwort :

In zwei vorherigen Arbeiten haben wir die basipetale Ausbreitung des Auxins und den gegenseitigen Einfluss der Spitzen- und Seiten- Knospen bezüglich ihres Wachstums untersucht. In der vorliegenden Arbeit wurden die selben Versuche unter Ausschluss des Lichtes angestellt.

Der experimentelle Teil der Arbeit wurde in den Biologischen Laboratorien der Harvard Universitaet in Cambridge (USA) im Jahre 1954 durchgeführt.

Methode :

Erbsen-Samen der Sorte Laxton canadensis wurden in feuchte Saee spaene gesaet und in der Dunkelkammer stehen gelassen, wo an den entstehenden jungen Pflanzen die Versuche angestellt wurden. Waehrend der Versuche wurden die Pflanzen staen-

dig in der Dunkelkammer gehalten und auch waehrend der Auxinbehandlung wurde nur rotes Licht verwendet.

Ebenso wie bei unseren fruheren Versuchen wurden zu je 1 gr. einer aus gleicher Menge Lanolin und Wasser bestehenden Salbe verschiedene Mengen Auxin hinzugefugt, (10; 3; 1; 0,3; 0,1 mg.) und auf diese Weise Salben von verschiedener Auxin-Konzentration hergestellt, welche auf die Versuchspflanzen aufgetragen wurden. Die Kontroll-Pflanzen wurden nur mit auxinloser Salbe behandelt.

Versuch 1 :

Sobald auf dem Epicotyl der im Dunkeln in feuchter Saegspaene gezogenen Erbsen-Samen zwei Augen auftraten, wurde das Epicotyl enthauptet. Aus den zwei Seitenaugen entstanden zwei Seitentriebe, deren oberer enthauptet wurde, waehrend der untere unberuehrt blieb. Manche Pflanzchen entwickelten nur einen oberen Seitentrieb, waehrend das untere Auge nicht aufging. Auch die Einzeltriebe wurden enthauptet. Die Schnittflaeche des oberen Seitentriebes wurde jeden Tag mit Auxin-Salbe von gleicher Konzentration bestrichen, die Schnittflaechen der Kontroll-Pflanzen wurden mit auxinloser Salbe behandelt. Dieser Versuch wurde vom 23. Februar bis 3. Maerz fortgesetzt.

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass z. B. bei der ersten Pflanze, welche mit einer Salbe mit 10 mg. Auxin behandelt wurde, zu Beginn des Versuches die Laenge des enthaupteten und mit Auxin-Salbe bestrichenen Triebes 35 mm, die Laenge des nicht enthaupteten unteren Triebes 58 mm betrug. Nach 8 Tagen, d.h. bei Abschluss des Versuches, betrug die Laenge des unteren Triebes 85 mm, es war also ein Wachstum von 46,5 % zu verzeichnen. Bei einer anderen Pflanze, die mit der selben Auxin-Konzentration behandelt wurde, betrug die Laenge des behandelten oberen Triebes 35 mm, da das untere Auge keinen Trieb entwickelt hatte, wurde seine Laenge als 0 mm gezeigt und sein Wachstum wurde in der Tabelle immer mit 0 bezeichnet. Bei den durchschnittlichen Prozentwerten wurde diese Pflanze nicht in Betracht gezogen, die Durchschnittszahlen beziehen sich also nur auf Pflanzen, deren untere Triebe ein Wachstum aufwiesen.

Beobachtung :

Die Betrachtung der Tabelle 1 und der graphischen Darstellung (Abb. 1.) ergibt, dass fast alle Auxin-Konzentrationen im

Tabelle 1

Auxin (I.E.S.) mgr.pro gr.Lano- linsalbe	23. Februar Laenge der Triebe in mm		3. Maerz (8 Tage spaeter) nicht mit I.E.S. behandelter kurzer Trieb b		
	mit I.E.S. be- handelter langer Trieb a	nicht mit I.E.S. behan- delter kur- zer Trieb b	Laenge in mm	Zuwachs in % der An- fangslaenge	Durch- schnitts- wachstum in %
10	85	58	85	46,5	131
	30	35	111	217,0	
	35	0	0	0,0	
	55	0	0	0,0	
3	45	55	95	72,5	136
	45	25	75	200,0	
	35	5	5	0,0	
1	50	45	115	155	132
	45	55	115	109	
	45	0	0	0	
	50	0	0	0	
	40	0	0	0	
0,3	45	10	12	20	302
	30	6	27	350	
	30	20	45	125	
	73	19	60	215	
	20	1	6	500	
0,1	50	60	118	93,5	205
	25	15	20	33,5	
	50	50	95	90,0	
	15	3	25	600,0	
	30	0	0	0	
Kontrolle	30	0	0	0	99
	80	0	0	0	
	50	70	125	78,5	
	45	50	135	170,0	
Kontrolle	45	8	12	50,0	99
	40	40	80	100,0	
	40	40	80	100,0	

Vergleich zu den Kontroll-Pflanzen auf das Wachstum des unteren Triebes einen günstigen Einfluss ausübten. Die Konzentrationen von 0,1 und 0,3 mg haben einen besonders günstigen Einfluss ausgeübt. Bei den garnicht entwickelten unteren Knospen hingegen haben saemtliche Auxin-Konzentrationen einen hemmenden Einfluss gezeigt. Wenn wir den Einfluss der verwendeten verschiedenen Auxin-Konzentrationen auf das Wachstum des unteren Seitentriebes in Betracht ziehen,

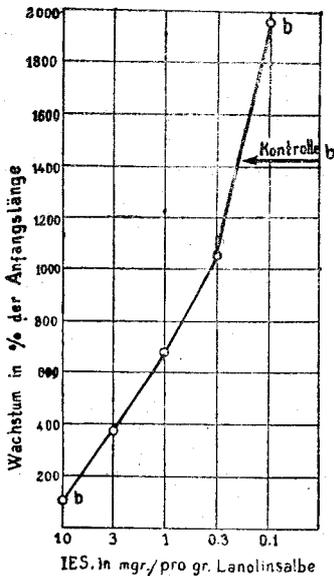
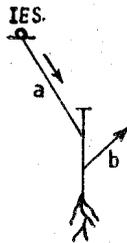


Abb. 1

kommen wir zu dem Ergebnis, dass das auf den enthaupteten Trieb aufgetragene Auxin sich zuerst in dem behandelten Zweig von oben nach unten, also basipetal, in dem unteren Seitentrieb hingegen von unten nach oben, also akropetal, ausbreitet und das Wachstum der unteren Triebspitze dem jeweiligen Grad der Auxin-Konzentration entsprechend staerker oder schwaecher wird.

Ein Vergleich dieser Versuche mit den unter normalen Lichtverhaeltnissen angestellten gleichen Versuchen (Bağda 2) zeigt, dass-mit Ausnahme der sehr geringen Auxin-Konzentration von 0,1 mg-das aufgetragene Auxin im Allgemeinen unter normalen Lichtverhaeltnissen das Wachstum des unteren Triebes hemmt, waehrend es bei im Dunkeln gezogenen Pflanzen keinen hemmenden Einfluss ausübt, ja sogar das Wachstum des unteren Triebes fördert. Daraus können wir schliessen, dass unter normalen Lichtverhaeltnissen der untere

Trieb eine bestimmte, für sein Wachstum notwendige Menge Auxin beschaffen kann, waehrend die im Dunkeln gezogene Pflanze nur das bereits in den Cotyledonen des Samens vorhandene Auxin verwenden kann. Diese vorhandene Auxin-Menge

wird von den zwei Trieben während ihres Wachstums verbraucht und sinkt während des Wachsens im Dunkeln unter die für das Wachstum notwendige optimale Auxin-Konzentration. Aus diesem Grunde fördert eine von aussen aufgetragene Auxin-Konzentration das Wachstum des unteren Triebes.

Versuch 2 :

Das Epicotyl wurde sofort nach seinem Erscheinen abgeschnitten und auf diese Weise Pflanzen mit je zwei aus den Cotyledon-Achselknospen entstandenen Trieben gezogen. (53 % der ausgesaeten Samen entwickelten sich in dieser gewünschten Weise). Der stärker entwickelte Trieb wurde enthauptet, der zweite Trieb blieb unberührt. Die Schnittfläche wurde mit einer Auxin-Salbe von bestimmter Konzentration, die Kontroll-Pflanze mit einer auxinlosen Salbe bestrichen.

Der Versuch wurde vom 1. Juni bis 9. Juni fortgesetzt. Am Ende des Versuches wurde das Laengenwachstum des nicht abgeschnittenen Triebes und das Laengenwachstum der untersten Blattstiele an den beiden Trieben festgestellt.

Wie in Tabelle 2 angegeben ist, betrug die Laenge des enthaupteten Triebes an der mit einer Auxin-Konzentration von 10 mg. behandelten ersten Pflanze am 1. Juni 90 mm, die Laenge des unberührten Triebes 73 mm. Am 9. Juni betrug die Laenge des 2. Triebes 76 mm, war also innerhalb von 8 Tagen um 4 % gewachsen. Auf Grund der auf diese Weise festgestellten Durchschnittswerte wurde die graphische Darstellung 2 aufgezeichnet.

An der selben Pflanze (Tabelle 3) besass sowohl der mit Auxin behandelte 90 mm lange Trieb, als auch der unberührte 73 mm lange zweite Trieb je ein Blatt. Zu Beginn des Versuches am 1. Juni besass keines dieser Blätter einen Stiel, die Stiellaenge wurde also mit 0 bezeichnet. Am Ende des Versuches, d.h. am 9. Juni, war der Blattstiel an dem mit Auxin behandelten Trieb um 4 mm, der Blattstiel an dem zweiten Trieb um 5 mm gewachsen. Die durchschnittlichen Wachstumslaengen der Blattstiele an den je mit gleicher Auxin-Konzentration behandelten Trieben wurden in der graphischen Darstellung 3 zusammengestellt.

Beobachtung :

Die Betrachtung der Tabelle 2 und der graphischen Darstellung (Abb. 2.) ergibt, dass fast alle Auxin-Konzentrationen

Tabelle 2

Auxin (I.E.S.) mgr.pro gr.Lano- linsalbe	1. Juni Laenge der Triebe in mm.		9. Juni nicht mit I.E.S. behandelter Trieb b		
	mit I.E.S. be- handelter Trieb a	nicht mit I.E.S. behan- delter Trieb b	Laenge in mm	Zuwachs in	Durch- schnitts- wachstum in %
				% der An- fangslaenge	
10	90	73	76	4,0	8,0
	72	30	26	13,0	
3	100	50	57	14,0	15,0
	100	35	41	17,0	
1	70	38	48	26,3	13,0
	108	45	45	0,0	
0,3	85	70	72	2,8	10,0
	111	80	94	17,5	
0,1	92	31	34	9,6	17,0
	95	45	66	24,4	
Kontrolle	100	80	120	50,0	53,0
	80	82	95	15,0	
	55	85	68	94,0	

Tabelle 3

Auxin (I.E.S.) mgr.pro gr.Lano- linsalbe	9 taegiger Laengenzu- wachs der Blattstiele in mm.		Durchschnittswachstum der Blattstiele in mm.	
	Blattstiel an mit I.E.S. be- handeltem Trieb a	Blattstiel an nicht mit I.E.S. behandeltem Trieb b	an mit I.E.S. behandel- tem Trieb	an nicht mit I.E.S. behan- deltem Trieb b
10	4	5	5,0	3,0
	6	1		
3	12	6	11,0	4,5
	10	3		
1	10	1	8,5	1,0
	7	1		
0,3	10	3	10,0	5,0
	10	7		
0,1	6	1	10,5	5,5
	15	10		
Kontrolle	14	18	8,5	12,5
	10	10		
	1	10		

das Wachstum des zweiten Triebes, im Vergleich zu der Kontroll-Pflanze, stark hemmen. Die Tabelle 3 und die graphische Darstellung (Abb. 3) hingegen zeigen, dass die gleichen Auxin-Konzentrationen mit Ausnahme der höchsten Konzentration von 10 mg. auf das Wachstum des unteren Blattstieles an dem mit Auxin behandelten Trieb einen günstigen Einfluss ausüben, das

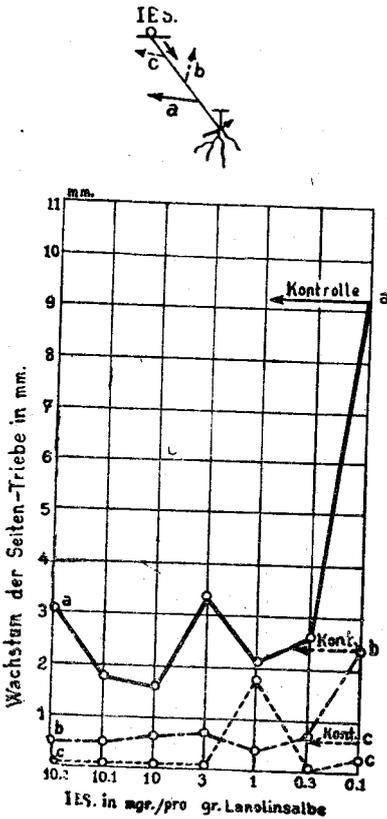


Abb. 2

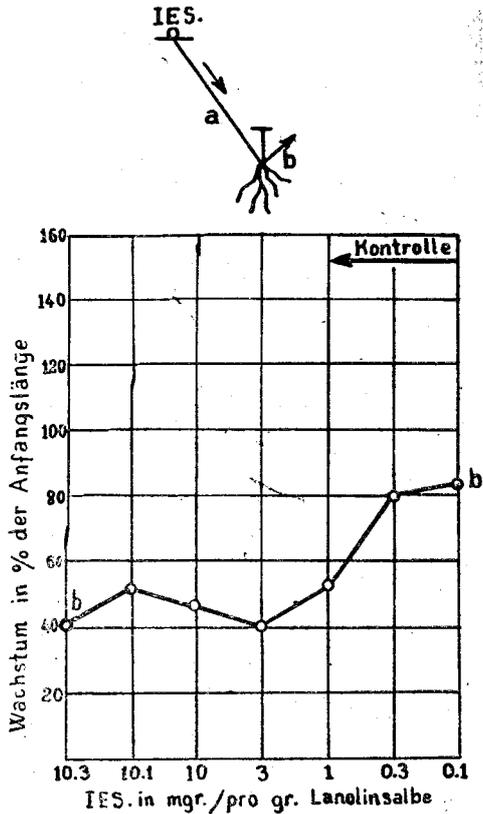


Abb. 3

Wachstum des an dem unberührten Trieb befindlichen Blattstieles hingegen, ebenso wie das Wachstum des Triebes selber, stark hemmen. Daraus geht hervor, dass sich das Auxin in dem behandelten Trieb basipetal, in dem unberührten Trieb hingegen akropetal ausbreitet. Würde sich das Auxin in dem zweiten Trieb nicht akropetal ausbreiten, so könnte weder das Wachstum des Triebes selber, noch das Wachstum des

Blattstieles stark gehemmt werden. Der selbe Versuch (3) unter normalen Lichtverhaeltnissen (Bağda 2) und der im Dunkeln durchgeführte Versuch führen beide zu dem selben Ergebnis. Das heisst, durch saemtliche der auf einen der aus den Cotyledonen entstandenen Triebe aufgetragenen Auxin-Konzentrationen wurde das Wachstum des zweiten Triebes stark gehemmt. Demnach scheint es, dass die beiden Cotyledon-Triebe ungefaehr die gleiche Auxin-Menge besitzen. Wenn also waehrend des Wachstums der beiden Triebe mit fast der selben naetürlichen Auxin-Konzentration einer der zwei Triebe mit einer geringen Menge Auxin behandelt wird, so wird das Wachstum des anderen Triebes stark gehemmt.

Versuch 3 :

Auch bei diesem Versuch wurde das Epicotyl sofort nach seinem Erscheinen abgeschnitten und auf diese Weise Pflanzen mit je zwei Trieben gezogen. Nach Auftreten der unteren Blaetter wurden beide Triebe enthauptet. Die Schnittflaeche des ersten Triebes wurde mit Auxin-Salbe, die Schnittflaeche des

Tabelle 4

Auxin (I.E.S.) mgr.pro gr.Lano- linsalbe	9 taegiger Laengenzu- wachs der Blattstiele in mm.		Durchschnittswachstum der Blattstiele in mm.	
	Blattstiel an mit I.E.S.be- handeltem Trieb a	Blattstiel an nicht mit I.E.S. behan- deltemTriebb	an mit I.E.S. behandeltem Trieb a	an nicht mit I.E.S. behan- deltem Trieb b
10	6	7	6	7
8	8	2	8	2
1	4	6	4	6
0,8	7 10	6 3	6,5	4,5
0,1	10 7	2 7	8,5 $\frac{1}{2}$	4
Kontrolle	10	10	10	10

zweiten Triebes mit auxinloser Salbe bestrichen. An beiden Trieben wurde das Wachstum der unteren Blattstiele beobachtet.

Der Versuch wurde vom 1. bis 10. Juni fortgesetzt. Bei keiner einzigen Pflanze, einschliesslich der Kontroll-Pflanzen, hat eine der in den Blattachseln befindlichen Knospen einen Trieb entwickelt.

Beobachtung:

Die Betrachtung der Tabelle 4 und der graphischen Darstellung (Abb. 4.) ergibt, dass saemtliche Auxin-Konzentrationen das Wachstum des an dem behandelten Trieb befindlichen Blattstieles stark hemmen. Bei Versuch 3 hingegen haben saemtliche Auxin-Konzentrationen - mit Ausnahme der hohen Konzentration von 10 mg. - das Wachstum des Blattstieles gefoerdert. Andererseits haben saemtliche Auxin-Konzentrationen, ebenso wie bei Versuch 2, das Wachstum des Blattstieles an dem nicht mit Auxin behandelten Trieb stark gehemmt.

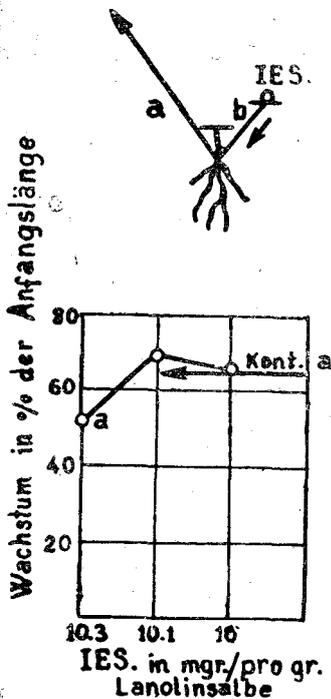


Fig. 4

Diskussion:

Der Einfluss des aufgetragenen Auxins zeigt in den drei Versuchen, dass, ebenso wie bei den unter normalen Lichtverhaeltnissen gehaltenen Pflanzen (Bağda 1 und 2), auch bei den im Dunkeln gehaltenen Pflanzen sich das auf die

Schnittflaeche des einen Triebes aufgetragene Auxin in dem selben Trieb basipetal und in dem parallelen Trieb akropetal ausbreitet. Die verschiedenen Auxin-Konzentrationen ueben auf das Wachstum des Triebes, je nach ihrer Lage, einen hemmenden oder foerdernden Einfluss aus. Da der oberste der Seitentriebe einen groesseren Teil des in der Pflanze natuerlich vorhandenen Auxins an sich zieht, ist er reicher an Auxin als der untere

Trieb, der aermere an dem für sein natürliches Wachstum nötigen Auxin ist. Daher breitet sich das auf die Schnittflaeche an der Spitze des oberen Triebes aufgetragene Auxin nach unten aus und ergaenzt den Auxin-Bedarf des zweiten Triebes (Versuch 1). Aber mit steigender Auxin-Konzentration geht das Wachstum zurück. Bei Trieben, hingegen, welche unter dem Einfluss der in den Cotyledonen natürlich vorhandenen Auxin-Konzentrationen stehen (Pelch 3), scheint die Auxin-Konzentration in beiden Trieben nahezu die gleiche zu sein, sodass jederlei Auxin-Konzentration, welche auf die Schnittflaeche irgend einer Triebspitze aufgetragen wird (selbst wenn sie sehr gering ist) das Wachstum des nicht behandelten Triebes stark hemmt. (Bağda 2) (Versuch 2).

Da der nicht enthauptete Cotyledon-Achseltrieb waehrend seines Wachtums das Auxin des anderen Triebes der selben Pflanze an sich zieht waechst der Blattstiel an dem enthaupteten Trieb infolge geringen Auxinmangels nur wenig, bei Behandlung dieses Triebes mit Auxin-Salbe -mit Ausnahme von sehr hohen Konzentrationen wie 10 mg.- wird das Wachstum des unteren Blattstieles gefördert (graphische Darstellung 3). Da aber bei den Pflanzen, deren beide Triebe enthauptet wurden (Versuch 3) kein Auxinfluss von dem einen zu dem anderen Trieb besteht, wurde durch die Auxin-Behandlung von jeder Konzentration mit Ausnahme von 0,1 mg.- das Wachstum des unteren Blattstieles der beiden Triebe stark gehemmt (graphische Darstellung 4).

Zusammenfassung :

Es wurde beobachtet, dass das auf im Dunkeln gezogene Pflanzen aufgetragene Auxin sich sowohl in der Richtung von oben nach unten, als auch von unten nach oben ausbreitet.

Ebenso wie bei unter normalen Lichtverhaeltnissen gezogenen Pflanzen, sind auch bei im Dunkeln gezogenen Pflanzen die natürlichen Auxin-Konzentrationen den jeweiligen Triebstellen entsprechend verschieden hoch. Infolgedessen zeigen sie den aufgetragenen verschiedenen Auxin-Salben gegenüber verschiedene Wachstumsreaktionen.

Ebenso wie bei unter normalen Lichtverhaeltnissen gezogenen Pflanzen, breitet sich das Auxin auch bei im Dunkeln gezogenen Pflanzen in der Richtung der wachsenden Spitzentriebe

aus. Infolgedessen hemmen diese das Wachstum der unterhalb der Spitzentriebe liegenden Organe, besonders der Knospe, nicht dadurch, dass sie eine zu hohe Auxin-Konzentration produzieren, sondern weil sie einen grossen Teil des in den unteren Regionen vorhandenen Auxins an sich ziehen und dadurch die für das optimale Wachstum der unteren Teile notwendige Auxin-Konzentration vermindern.

Literatur

- 1 — *Bağda H.* (1955) Ein Versuch über die Auxin-Ausbreitung im Pflanzenstengel. Com. Fac. Sc. de Univ. d'Ank. Tome V, Série C, S. 29.
- 2 — *Bağda H.* (1955) Einige Versuche über den gegenseitigen Einfluss der Spitzen- und Seitenknospen und ihren Trieben in Bezug auf ihre Auxin-Konzentrationen. Com. Fac. Sc. Uni. Ank. Tome V, Série C, S. 38.
- 3 — *Pelch B.* (1936) Über den Einfluss einiger Phytohormone auf die Korrelationswirkung der Keimblätter bei *Pisum sativum*. Beiheft zum Bot. Centralblatt. Bd. LV. Abt. A.

(Manuskript eingegangen am 10. Dezember 1955).