

## ZUR WIRKUNGSWEISE VON WUCHS- UND HEMMSTOFFEN

I. WACHSTUMSWIRKUNGEN VON INDOL-3-ESSIGSÄURE  
UND EOSIN SOWIE PFLANZLICHER WUCHS- UND HEMMSTOFFE  
IM GEMISCH AN DER *AVENA-KOLEOPTILE*

von

HANS LINSER

*Biologisches Laboratorium, Österreichische Stickstoffwerke  
Aktiengesellschaft, Linz (Österreich)*

## I. EINLEITUNG

Einige Jahre nach der Entdeckung und der Aufklärung der chemischen Natur pflanzlicher, zellstreckender Wuchsstoffe durch WENT UND KÖGL ergab sich durch Arbeiten von KORNMANN<sup>1</sup>, LAIBACH UND LOTZ<sup>2</sup>, LARSEN<sup>3, 4</sup>, GOODWIN<sup>5</sup>, STEWART, BERGREN UND REDEMANN<sup>6</sup>, VOSS<sup>7</sup>, LINSER<sup>8</sup> und anderen<sup>9-12</sup>, dass neben den zellstreckenden Wuchsstoffen in der Pflanze antagonistisch wirkende Stoffe, sogenannte Hemmstoffe vorliegen, welche das Streckungswachstum in allen Konzentrationen nur zu hemmen imstande sind, während die Zellstreckungswuchsstoffe dieses zwar in höheren Konzentrationen ebenfalls hemmen, in geringeren Konzentrationen jedoch beträchtlich fördern. Bereits 1940 stellte LINSER<sup>8</sup> Versuche mit alkoholischen Extrakten aus Fliederblättern an, welche starke Hemmstoffwirkung aufwiesen und mischte diese mit verschiedenen Mengen von Indol-3-essigsäure, wobei er Konzentrations/Wirkungskurven erhielt, welche verschiedenartigen Verlauf zeigten und in vieler Hinsicht jenen Kurven glichen, welche bei der Testung verschiedener Verdünnungsgrade von wuchsstoffwirksamen Pflanzenextrakten gewonnen worden waren. Während diese Versuche mit der Pastenmethode<sup>1</sup> und an Hand der Krümmungswinkel durchgeführt worden waren, stellte LARSEN 1947<sup>13</sup> Versuche mit Gemischen von Wuchs- und Hemmstoffen an, wobei er Indol-3-essigsäure als Wuchsstoff mit hemmstoffwirksamem Tomatenfruchtextrakt oder aber mit Anemonin als Hemmstoff vermischt und die Krümmungswinkel an Hand der WENT'schen Testmethode beobachtete. Er fand hierbei ebenfalls Übereinstimmung zwischen den Konzentrations/Wirkungskurven der Gemische mit jenen wuchsstoffwirksamer Pflanzenextrakte und kam daher, wie bereits LINSER<sup>12</sup> zu dem Schluss, dass man es bei den in pflanzlichen Extrakten vorliegenden Wirkstoffen mit Gemischen von Wuchs- und Hemmstoffen zu tun hat.

Um einen tieferen Einblick in das Zusammenwirken von Wuchs- und Hemmstoffen während des Streckungswachstums zu erhalten, sind jedoch jene Methoden, welche den

Krümmungswinkel allein als Kriterium der Wuchsstoffwirkung benützen, nicht geeignet, weil dieser nicht nur von der Wuchs- und Hemmstoffwirkung allein, sondern auch von der Quertransportgeschwindigkeit der beiden Wirkstoffe mitbestimmt wird. Er stellt somit ein weitaus komplexeres Kriterium dar, als der Längenzuwachs und es sind daher die Methoden, welche die Längenzuwachsmessung als Mass benützen, vorzuziehen. Die quantitative Pastenmethode (LINSER<sup>12)</sup>) benützt sowohl den Krümmungswinkel als auch den Längenzuwachs als Kriterien der Wirkung, wobei der Winkelwert nicht als solcher herangezogen wird, sondern mehr als eine unzweideutige Kontrolle der gemessenen Zuwachswerte dient und erscheint daher besonders geeignet, Aufschluss über das Zusammenwirken von Wuchs- und Hemmstoffen in Bezug auf das Streckungswachstum zu geben.

## II. ANSATZ UND ERGEBNISSE DER VERSUCHE

Als Wuchsstoffe wurden in den vorliegenden Versuchen einerseits reine Indol-3-essigsäure, andererseits der Trockenrückstand eines alkoholischen Extraktes aus Sprossenkohl (marktreifer Zustand) verwendet, welcher sich als ausserordentlich stark wuchsstoffwirksam erwiesen hatte. Die Extraktion des frischen Pflanzenmaterials erfolgt mit 96%igem Alkohol zunächst in der Kälte, wobei den Pflanzen das Wasser entzogen wurde und ein etwa 83%iger alkoholischer Extrakt abgesaugt wurde. Anschliessend wurde mit 96%igem Alkohol nochmals heiss (am Rückflusskühler) extrahiert. Die vereinigten Extrakte wurden abfiltriert, zur Trockne verdampft und in Lanolinpaste aufgenommen, wobei jenes Mischungsverhältnis mit  $n$  bezeichnet wurde, bei welchem die extrahierte Substanz in der Paste in derselben Konzentration vorlag, wie in der frischen Pflanze, so dass die Wuchsstoffe der Pflanze in der  $10n$ -Paste in zehnfacher Konzentration vorliegen wie in der Pflanzenfrischsubstanz.

Als Hemmstoffe dienten reines Eosin und andererseits ein in gleicher Weise wie eben angegeben hergestellter Extrakt aus Fliederblättern, welcher im Pastentest keine Wuchsstoffwirkung erkennen liess, sondern eine deutliche Hemmwirkung ausübte. Diese Hemmungswirkung ist allerdings bei  $n$  und bei  $5n$  noch wesentlich geringer als bei reinem Eosin, sodass bei der Mischung von Wuchsstoffen mit Fliederblätterextrakt von vornherein keine so deutlichen Ergebnisse zu erwarten waren wie bei der Verwendung des reinen Eosins als Hemmstoff.

Die Pasten wurden nach Vorschrift in 1 cm langen Streifen einseitig auf intakte *Avena*-Koleoptilen aufgetragen\* und der Versuch nach 24 Stunden Verweilzeit im Dunkeln durch Herstellung einer Photokopie abgebrochen.

Eine Übersicht über die Ergebnisse geben die folgenden Tabellen I, III, V, und VII aus welchen die Längenzuwachswerte  $Z$  (Längenzuwachs der behandelten Koleoptilen während der Versuchsdauer in % des während der gleichen Zeitspanne erzielten Längenzuwachses unbehandelter bzw. mit "leeren" Pasten behandelter Koleoptilen) für die einzelnen Wuchsstoff-Hemmstoff-Gemische zu entnehmen sind. Die Tabellen II, IV, VI, und VIII dagegen bieten eine Übersicht über die gemessenen Winkelwerte.

Die Sicherheit der einzelnen Werte betreffend ist zu sagen, dass jeder einzelne Wert, welcher sich in den Tabellen findet, einen Mittelwert aus mindestens 25 Einzel-Testpflanzen darstellt, bei den Indol-3-essigsäure-Eosin-Gemischen jedoch noch aus einem Mehrfachen davon.

TABELLE I  
MISCHUNG VON INDOL-3-ESSIGSÄURE UND EOSIN

Werte für  $Z\%$

Indol-3-essigsäure %:			0	$10^{-4}$		$10^{-3}$		$10^{-2}$		$10^{-1}$		$10^0$	
Eosin %:	0	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$	0	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$	
	0	— 11 — 11 — 11	—	— 11 — 11 — 11	—	+ 11.0 + 6.0	+ 8.5	+ 39.5 + 36.6 + 32.7	+ 36.2	+ 39.3 + 37.0 + 55.6	+ 44.0	+ 33.9 + 28.4 + 26.3	+ 29.6
	$10^{-4}$	— 13.7 — 22.4 — 3.8	— 13.3	— 10.3 — 11.3 + 1.2	— 6.8	+ 17.8 + 13.3 + 6.5	+ 12.5	+ 42.8 + 48.5 + 39.0	+ 43.5	+ 70.5 + 37.9	+ 54.2	+ 29.0 + 35.5	+ 32.3
	$10^{-3}$	— 35.1 — 52.0 — 44.3 — 35.0	— 41.6	— 46.0 — 41.0	— 43.5	— 23.2 — 25.0 — 10.6	— 19.6	— 8.2 — 2.3 + 6.1	— 1.5	+ 18.3 + 6.9	+ 12.6	+ 21.4 + 16.4	+ 18.9
	$10^{-2}$	— 76.6 — 77.2 — 61.6	— 71.8	— 66.0	— 66.0	— 70.0	— 70.0	— 48.6 — 46.3	— 47.5	— 24.1 — 37.0	— 30.6	+ 8.9 — 3.7	+ 2.6
	$10^{-1}$	— 88.7 — 84.5 — 82.0	— 85.1	— 85.6	— 85.6	— 85.1	— 85.1	— 76.6	— 76.6	— 75.4 — 64.2	— 68.8	— 29.0 — 30.1	— 29.6
	$10^0$	— 92.0 — 82.0 — 78.2	— 84.1	— 94.7	— 94.7	— 93.0	— 93.0	— 87.0	— 87.0	— 84.8	— 84.8	— 70.5 — 66.5	— 68.5

**TABELLE II**  
**MISCHUNG VON INDOL-3-ESSIGSÄURE UND EOSIN**

Werte für  $\alpha^\circ$

Indol-3-essigsäure %:			0	$10^{-4}$			$10^{-3}$			$10^{-2}$			$10^{-1}$			$10^0$											
Eosin %:	0	—	—	—	35.2	—	22.1	—	160.0	—	110.0	—	132.0	—	52.9	—	65.3	—	30.5	—	32.9	—	339.0	—	114.0	—	208.3
	$10^{-4}$	+ 22.9	+ 25.2	+ 45.0	+ 31.0	+ 16.5	+ 46.0	+ 9.4	+ 23.9	+ 108.0	+ 92.1	+ 58.2	+ 86.1	+ 64.8	+ 84.2	+ 110.0	+ 86.3	+ 52.4	+ 16.8	+ 34.6	+ 246.0	+ 195.2	+ 220.6				
	$10^{-3}$	+ 90.8	+ 108.0	+ 105.4	+ 101.4	+ 68.1	+ 118.0	+ 93.0	+ 44.2	+ 58.8	+ 34.1	+ 34.6	+ 41.7	+ 58.9	+ 16.6	+ 39.1	+ 190.0	+ 159.6	+ 217.0	+ 188.8	+ 278.0	+ 333.7	+ 305.9				
	$10^{-2}$	+ 86.1	+ 81.5	+ 83.8	+ 92.1	+ 92.1	+ 87.5	+ 87.5	+ 101.0	+ 136.2	+ 118.6	+ 118.6	+ 366.0	+ 220.0	+ 293.0	+ 499.0	+ 435.0	+ 467.0									
	$10^{-1}$	+ 99.5	+ 72.2	+ 85.9	+ 105.0	+ 105.0	+ 96.6	+ 96.6	+ 120.0	+ 120.0	+ 120.0	+ 120.0	+ 259.0	+ 147.1	+ 203.0	+ 450.0	+ 444.0	+ 447.0									
	$10^0$	+ 78.7	+ 63.0	+ 70.9	+ 84.0	+ 84.0	+ 76.8	+ 76.8	+ 83.2	+ 83.2	+ 182.5	+ 182.5	+ 277.0	+ 213.7	+ 245.3												

TABELLE III

MISCHUNG VON SPROSSENKOHLEXTRAKT UND EOSIN

Werte für  $Z\%$ 

Sprossenkohlextrakt: o		$n \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-1}$	$n \cdot 10^0$	$n \cdot 10^1$
Eosin %	o	—	+ 10.2	+ 16.9	+ 33.8	+ 80.0
	$10^{-5}$	— 1.5				
	$10^{-4}$	— 6.7	—	+ 13.3	+ 54.8	+ 59.0
	$10^{-3}$	— 43.0	—	— 15.9	— 7.7	+ 35.4
	$10^{-2}$	— 72.2	—	— 72.8	— 60.5	— 18.4
	$10^{-1}$	— 87.6	—	— 92.2	— 78.0	— 56.4
	$10^0$	— 92.6	—	— 86.1	— 79.0	— 73.9

TABELLE IV

MISCHUNG VON SPROSSENKOHLEXTRAKT UND EOSIN

Werte für  $\alpha^\circ$ 

Sprossenkohlextrakt: o		$n \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-1}$	$n \cdot 10^0$	$n \cdot 10^1$
Eosin %	o	—	— 8.8	— 23.5	— 60.0	+ 29.5
	$10^{-5}$	—	—	—	—	—
	$10^{-4}$	+ 23.4	—	+ 4.7	— 18.2	+ 51.0
	$10^{-3}$	+ 83.4	—	+ 45.9	+ 74.0	+ 426.0
	$10^{-2}$	+ 96.0	—	+ 72.2	+ 121.0	+ 719.0
	$10^{-1}$	+ 59.0	—	+ 61.8	+ 154.0	+ 397.0
	$10^0$	+ 53.4	—	+ 55.5	+ 117.0	+ 188.5

TABELLE V  
MISCHUNG VON INDOL-3-ESSIGSÄURE UND SYRINGA-EXTRAKT

Werte für  $Z\%$

Indol-3-essigsäure % : 0		$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$
Syringa-Extrakt	0	—	+ 15.0	+ 94.0	+ 117.2
	$n \cdot 10^{-3}$	— 2.2	—	—	—
	$n \cdot 10^{-2}$	— 3.9	—	—	—
	$n \cdot 10^{-1}$	— 7.8	+ 40.8	+ 71.5	+ 86.4
	$n \cdot 10^0$	— 13.4	+ 10.0	+ 54.8	+ 57.5
	$5n \cdot 10^0$	— 36.9	— 27.9	+ 4.7	+ 11.2
					+ 2.2

TABELLE VI  
MISCHUNG INDOL-3-ESSIGSÄURE UND SYRINGA-EXTRAKT

Werte für  $\alpha^\circ$

Indol-3-essigsäure % : 0		$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$
Syringa-Extrakt	0	—	— 106.0	— 68.8	— 7.5
	$n \cdot 10^{-1}$	—	— 249.0	— 63.3	+ 42.4
	$n \cdot 10^0$	+ 5.8	— 105.0	+ 13.2	+ 230.0
	$5n \cdot 10^0$	+ 15.3	— 3.3	+ 90.5	+ 284.0
					+ 421.0

Die Einzelversuche zu jeder einzelnen der vier verschiedenen Mischungsreihen:

1. Indol-3-essigsäure + Eosin
2. Sprossenkohlextrakt + Eosin
3. Indol-3-essigsäure + Fliederextrakt
4. Sprossenkohlextrakt + Fliederextrakt

wurden jeweils gleichzeitig angesetzt, so dass die Unsicherheit ungleichzeitiger Bestimmung ausgeschaltet war. Alle vier Mischungsreihen wurden zudem in kurzen Abständen hintereinander in jahreszeitlich günstiger Zeit angesetzt und durchgeführt, so dass der Fehler der Einzelbestimmung so klein wie möglich gehalten werden konnte. (Vergleiche dazu die Arbeit von K. KAINDL<sup>15</sup>).

Literatur S. 394.

TABELLE VII

MISCHUNG VON SPROSSENKOHLEXTRAKT UND FLIEDEREXTRAKT

Werte für  $Z\%$ 

Sprossenkohlextrakt: o		$n \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-1}$	$n \cdot 10^0$	$5n \cdot 10^0$
Fliederextrakt:	o	—	+ 8.6	+ 21.9	+ 50.0	+ 28.6
	$n \cdot 10^{-2}$	+ 5.2	—	+ 0.4	+ 39.0	+ 19.0
	$n \cdot 10^{-1}$	— 4.3	—	+ 11.4	+ 55.6	+ 16.1
	$n \cdot 10^0$	— 9.5	—	+ 3.8	+ 21.9	+ 1.4
	$5n \cdot 10^0$	— 39.5	—	— 34.7	— 30.9	— 23.2

TABELLE VIII

MISCHUNG SPROSSENKOHLEXTRAKT — FLIEDEREXTRAKT

Werte für  $\alpha^\circ$ 

Sprossenkohlextrakt: o		$n \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-1}$	$n \cdot 10^0$	$5n \cdot 10^0$
Fliederextrakt:	o	—	— 8.0	— 32.4	— 37.6	+ 267.0
	$n \cdot 10^{-2}$	—	—	— 36.6	— 36.0	+ 213.0
	$n \cdot 10^{-1}$	—	—	— 51.6	— 13.4	+ 245.0
	$n \cdot 10^0$	+ 0.3	—	— 26.3	+ 55.7	+ 355.0
	$5n \cdot 10^0$	+ 7.8	—	— 0.4	+ 189.0	+ 446.0

## III. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Auswertung der Längenzuwachswerte wurde der Auswertung nach Krümmungswinkelwerten vorgezogen, weil erstere die einfacheren Verhältnisse wiederspiegeln. Während das Längenwachstum die einfache Wirkung des aus Paste in die Koleoptile übertretenden Wuchsstoffes auf das sich streckende Gewebe wiedergibt und nur dadurch einige Unklarheit entsteht, dass auch Wuchsstoff nach abwärts diffundiert und die Empfindlichkeit der Gewebepartien in verschiedener Höhe der Koleoptile verschieden ist, liegen die Verhältnisse beim Krümmungswinkel komplizierter. Er ist in seiner Grösse nicht nur abhängig von den gleichen Faktoren, welche den Längenzuwachswert

bestimmen, sondern darüber hinaus auch noch von jener Wuchsstoff- und von jener Hemmstoffmenge, welche quer durch die Koleoptile auf die unbehandelte Seite hinüber diffundiert bzw. von der Reaktion der Gewebeteile dieser Seite auf die dorthin diffundierenden Stoffe. Hierdurch werden die Krümmungswinkel zu einem recht undurchsichtigen Phänomen, weshalb hier auf deren genauere Betrachtung vorläufig verzichtet sei.

Dagegen beanspruchen die Längenzwachswerte besonderes Interesse. Fig. 1 stellt jene Kurvenschar dar, welche man erhält, wenn Eosinpasten verschiedener Konzentrationen verschiedene Konzentrationen an Indol-3-essigsäure zugefügt werden und man

die Werte für gleiche Eosin- (aber verschiedene Indol-3-essigsäure-) Konzentrationen untereinander verbindet. Hierbei zeigt sich auf dem ersten Blick, dass es ohne Überschreitung des üblichen Fehlerbereiches der Bestimmung (von  $\pm 10\text{ Z\%}$ ) möglich ist, die für Indol-3-essigsäure (bzw. für Indol-3-essigsäure +  $10^{-4}\%$  Eosin, einer fast unwirksamen Hemmstoffmenge) erhaltene Wirkungskurve parallel zu sich selbst nach rechts und nach unten zu verschieben, sodass alle übrigen, erhaltenen Kurven sich gewissermassen als Teilstücke der reinen Wuchsstoffwirkungskurve deuten lassen. Der Fusspunkt der einzelnen Kurven liegt hierbei, wie ein Vergleich mit der ebenfalls eingezeichneten (strichlierten) Wirkungskurve des reinen Eosins zeigt, jeweils auf der Höhe der Hemmungswirkung des Eosins allein. Dies würde sich etwa so deuten lassen dass das Eosin seine Hemmung auf das Koleoptilwachstum ungemindert ausübt, dass daneben aber die Indol-3-essigsäure noch ihre fördernde Wirkung entfaltet. Die fördernde Wirkung der Indol-3-essigsäure erscheint jedoch ihrerseits abhängig von der Menge des vorhandenen Eosins. Je mehr Eosin vorhanden ist, desto grösser ist die durch das Eosin unwirksam

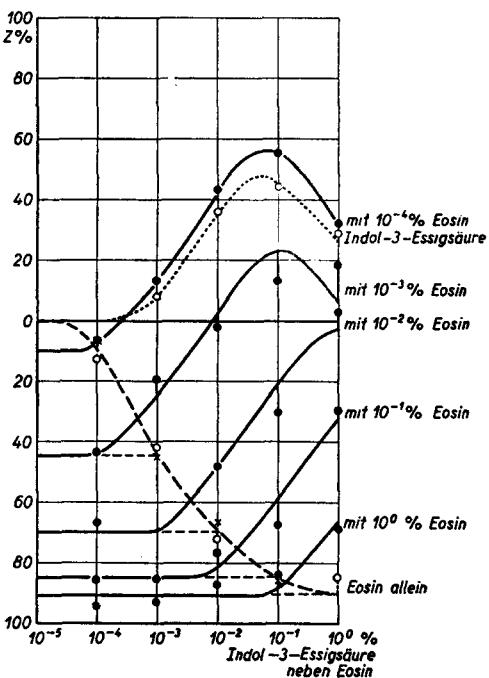


Fig. 1. Mischungsdiagramm Indol-3-Essigsäure und Eosin. Z-Werte. Die stark ausgezogenen Kurven geben die Indol-3-Essigsäure-Wirkungskurven in Gegenwart von für jede einzelne Kurve konstanten (angegebenen) Mengen Eosin an.

gemachte Menge an Indol-3-essigsäure, maximums der einzelnen Kurven umso mehr nach rechts ergibt, je mehr die Eosinkonzentration ansteigt.

Wir sind uns bewusst, hiermit eine etwas zu schematische Auslegung der Ergebnisse zu geben, doch dürfte sich diese für die Aufstellung eines Modellbildes für den Wirkungsmechanismus der Wuchs- und Hemmstoffmischungen rechtfertigen.

Versucht man, die einzelnen Teilstücke der gesamten Wirkungskurve der Indol-3-essigsäure, welche sich aus den Mischungen mit verschiedenen Mengen an Eosin ergeben, mit der Gesamtwirkungskurve zur Deckung zu bringen, wie dies in Fig. 2 versucht worden ist, so kann man daran ablesen, welche Indol-3-essigsäurekonzentrationen von den verschiedenen Eosinkonzentrationen noch wirksam belassen worden

sind. Diese in Fig. 2 angeführten Werte ergaben eine ganz ähnliche Kurve, wie die Wirkungskurve des reinen Eosins. Man ist versucht, daraus zu schliessen, dass ein der Eosinwirkung umgekehrt proportionaler Anteil der Indol-3-essigsäure erhalten bleibt.

Im Prinzip ganz ähnliche Wirkungskurven erhält man für die Gemische von Sprossenkohl und Eosin. Fig. 3 zeigt, dass hier eine ganz ähnliche Behandlung der gefundenen Daten als Teilstücke der ungehemmten Wirkungskurve möglich wäre, doch wurden im Bilde die Kurven so gelegt, wie sie sich aus den experimentellen Daten als am wahrscheinlichsten ergeben.

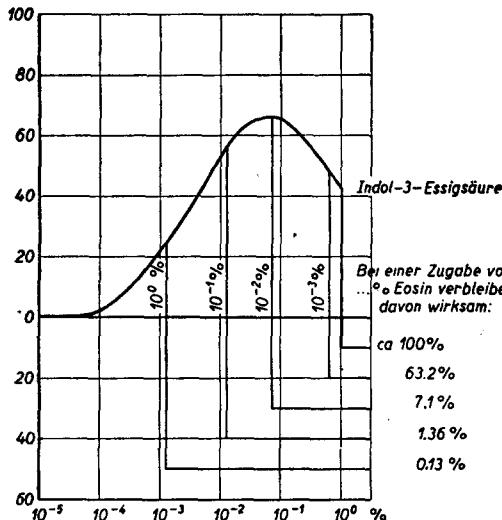


Fig. 2. Die in Fig. 1 dargestellten Kurven lassen sich als Abschnitte aus der Wirkungskurve der Indol-3-Essigsäure deuten welche auf verschiedenen durch die Hemmwirkung des Eosins gegebenen Stufen basieren. Die hier eingetragenen Linien bezeichnen die Beginn-Punkte der einzelnen (in ihrer Höhe parallel verschobenen) Kurven auf der Indol-3-Essigsäure-Wirkungskurve und geben an wieviel von der Indol-3-Essigsäure trotz der Eosineinwirkung wirksam geblieben ist.

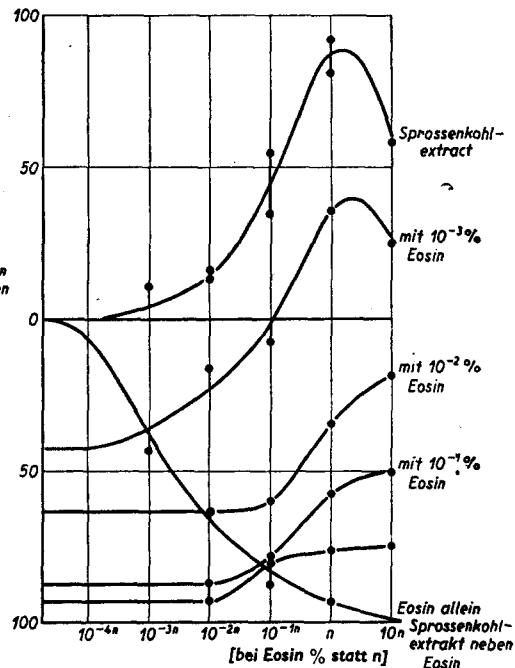


Fig. 3. Mischungsdiagramm Sprossenkohlextrakt und Eosin

Auch bei den Gemischen Indol-3-essigsäure + Fliederextrakt und Sprossenkohlextrakt + Fliederextrakt (Fig. 4 und Fig. 5) wurden analoge Ergebnisse erhalten, jedoch sind hier nur die Kurven für relativ hohe Konzentrationen an Fliederextrakt brauchbar, da nur bei diesen die Hemmstoffwirkung genügend stark zur Geltung kommen kann. Hierbei zeigt es sich, dass man die Mischungskurven nicht uneingeschränkt als Teilstücke der ursprünglichen, ungehemmten Wuchsstoffkurve betrachten darf, sondern dass die Verhältnisse beim Zustandekommen der Mischungskurve komplizierter liegen.

Um zu einem Modellbild zu gelangen, in welcher Weise Wuchs- und Hemmstoffe bei der Herstellung des Effektes zusammenwirken, scheint die Kurvenschar der Fig. 1 jedoch einen brauchbaren Anhaltspunkt zu bieten.

Nimmt man nämlich an, was durch die Form der Eosin-Wirkungskurve nahegelegt

wird, dass es sich bei der Wirkung des Hemmstoffes Eosin um einen *Adsorptionsvorgang* handelt, so erhebt sich die Frage, ob es sich nicht bei dem Zusammenwirken von Wuchs- und Hemmstoff um einen durch Adsorptionskonkurrenz gesteuerten Vorgang handelt, vielleicht ähnlich jenem, wie er zwischen der *p*-Aminobenzoësäure und den Sulfonamiden von R. KUHN<sup>14</sup> nachgewiesen wurde. In solchem Falle müsste sich jedoch auch die Wirkungskurve des reinen Wuchsstoffes, der Indol-3-essigsäure, als eine Adsorptionskurve entpuppen. In ihrer unmittelbaren Form stellt sie jedoch keine einfache Adsorptionskurve dar. Es wäre aber denkbar, dass ihre spezifische Form dadurch zustande-

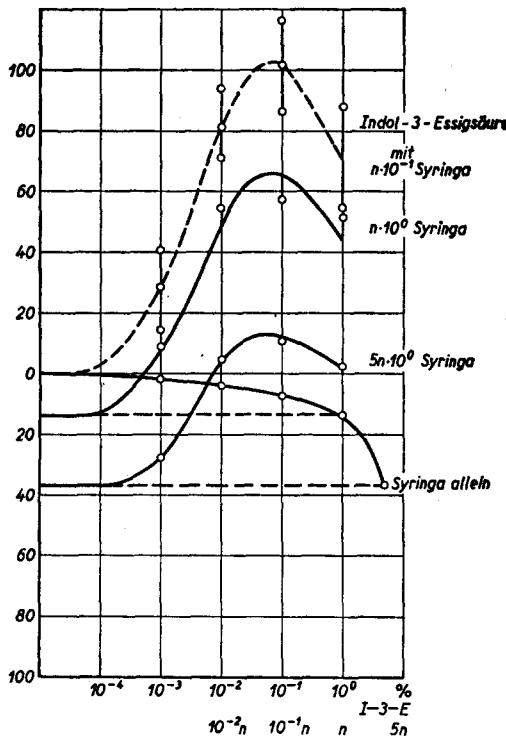


Fig. 4. Mischungsdiagramm Indol-3-Essigsäure und Fliederextrakt

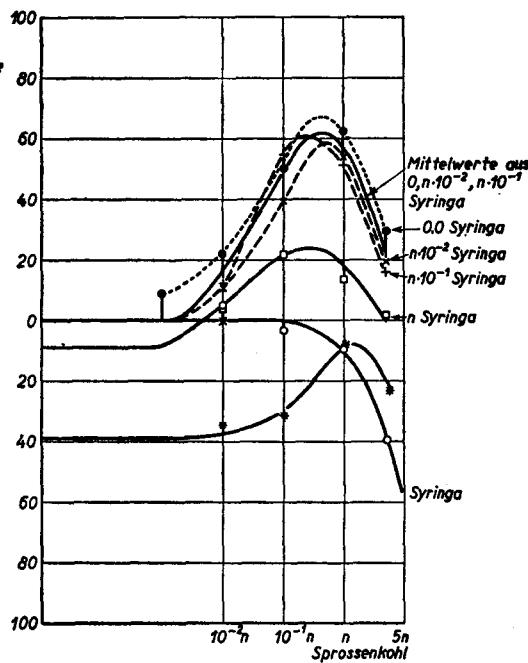


Fig. 5. Mischungsdiagramm Sprossenkohleextrakt und Fliederextrakt

kommt, dass das Wuchsstoffmolekül zweierlei verschiedener, den Zellstreckungsvorgang einerseits fördernder, andererseits ihn hemmender Adsorption fähig ist und dass seine Wirkungskurve als die Resultierende beider Adsorptionen aufzufassen ist.

Eine Klärung dieser Frage kann nur durch eine eingehendere mathematische Behandlung der vorliegenden Ergebnisse erbracht werden, wie sie von K. KAINDL<sup>15</sup> versucht worden ist.

Die Funktion des Wuchsstoffes an seiner Wirkungsstelle wird man sich hierbei modellmäßig so vorstellen dürfen, dass der Wuchsstoff ein zur Selbstreproduktion der lebenden Strukturen notwendiger Bestandteil ist oder zur Bildung eines solchen führt, welcher dem wachsenden (sich selbst verdoppelnden) System eben noch fehlt. Durch die auf Grund zwischenmolekularer Anziehungskräfte erfolgende Adsorption des Wuchsstoffmoleküls an das lebende System würde somit eine "Lücke" geschlossen und das

fast fertig reduplizierte, aber noch nicht funktionsfähige, neugebildete System zu einem funktionsfähigen vervollständigt.

### ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden verschiedene Konzentrationen von Wuchsstoffen (Indol-3-essigsäure, Sprossenkohleextrakt) und von Hemmstoffen (Eosin, Fliederblätterextrakt) im Gemisch nebeneinander im Pastentest an der *Avena*-Koleoptile geprüft. Hierbei wurden Werte für den durch Zellstreckungswachstum herbeigeführten Längenzuwachs erhalten, welche durch eine gesonderte Messung der Krümmungswinkel ergänzt sind.

Die Ergebnisse erscheinen geeignet, die Deutung der Wuchs- und Hemmwirkung der verschiedenen Stoffe im Sinne einer Adsorptionskonkurrenz zu prüfen (vgl. K. KAINDL<sup>15</sup>).

### SUMMARY

Various concentrations of growth activators (indole-3-acetic acid, extract of Brussels sprouts) and of growth inhibitors (eosin, extract of lilac leaves) have been tested. Pastes were prepared of mixtures which were applied to *Avena* coleoptiles. Values have been obtained for the longitudinal growth caused by cell elongation, completed by separate measurement of the angle of curvature.

The results appear to justify an attempt to explain the activating and inhibitory action as to be caused by competitive adsorption, as undertaken by K. KAINDL<sup>15</sup>.

### RÉSUMÉ

Nous avons examiné des substances de croissance (acide indole-3-acétique, extrait de choux de Bruxelles) et des inhibiteurs de croissance (éosine, extrait de feuilles de lila) à diverses concentrations. A cet effet nous avons préparé des mélanges que nous avons ensuite appliqués sous forme de pâtes à des coléoptyles d'avoine. Nous avons obtenu ainsi des valeurs pour la croissance longitudinale causée par l'allongement des cellules, valeurs qui ont été complétées par la mesure indépendante de l'angle de courbure.

Les résultats ainsi obtenus semblent justifier l'essai entrepris par K. KAINDL<sup>15</sup> qui tend à expliquer les actions activante et inhibitrice par un concours d'adsorption.

### LITERATUR

- <sup>1</sup> P. KORNMANN, *Ber. deut. Botan. Ges.*, 53 (1935) 523.
- <sup>2</sup> F. LAIBACH UND R. LOTZ, *Biochem. J.*, 288 (1936) 258.
- <sup>3</sup> P. LARSEN, *Planta*, 25 (1936) 311.
- <sup>4</sup> P. LARSEN, *Planta*, 30 (1939) 160.
- <sup>5</sup> R. H. GOODWIN, *Amer. J. Bot.*, 26 (1939) 130.
- <sup>6</sup> W. S. STEWART, W. BERGREN UND C. E. REDEMANN, *Science*, 89 (1939) 185.
- <sup>7</sup> H. VOSS, *Planta*, 30 (1939) 252.
- <sup>8</sup> H. LINSER, *Planta*, 31 (1940) 32.
- <sup>9</sup> J. JUEL, *Dansk Bot. Arkiv*, 12 (4), 1, 1946.
- <sup>10</sup> T. HEMBERG, *Acta Hort. Bergiani*, 14, (5), 133, 1947.
- <sup>11</sup> CH. J. ENGARD UND H. NAKATA AYAKO, *Science*, 107 (1947) 577.
- <sup>12</sup> H. LINSER, I., *Planta*, 28 (1948) 227.
- <sup>13</sup> P. LARSEN, *Am. J. Bot.*, 34 (1947) 349.
- <sup>14</sup> R. KUHN, *Angew. Chem.*, 55 (1942) 1.
- <sup>15</sup> K. KAINDL, *Biochim. Biophys. Acta*, 6 (1951) 395.

Eingegangen den 24. Juni 1950