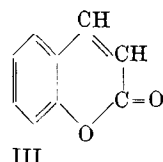
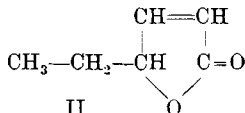
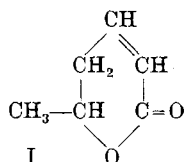


## 141. Notiz über keimungshemmende Stoffe

von H. Schmid.

(29. VI. 44.)

In einer vor einiger Zeit erschienenen Mitteilung haben *R. Kuhn*, *D. Jerchel*, *F. Moewus* und *E. F. Möller*<sup>1)</sup> über die Einwirkung von ungesättigten Lactonen, wie Parasorbinsäure (I), Hexen-4-olid-5,1 (II) und Cumarin (III) auf die Samen von Kresse (*Lepidium sativum*) berichtet. Diese Autoren konnten dabei zeigen, dass I und II in einer Verdünnung von 1 : 1000, Cumarin in einer solchen von 1 : 10 000 die Keimung der Kressesamen unterdrückt. Derartige Stoffe werden nach einem Vorschlag von *A. Köckemann*<sup>2)</sup> als Blastokoline bezeichnet. *H. Veldstra* und *E. Havinga*<sup>3)</sup> haben kürzlich die Angaben von *R. Kuhn* und Mitarbeitern bestätigen und für einige weitere ungesättigte Lactone die gleiche Wirkung auf Kressesamen feststellen können. Sie sprechen dabei die Vermutung aus, dass der ungesättigte Lactonring für diese Hemmwirkung verantwortlich ist.



Über die Beeinflussung der Samenkeimung durch pflanzliche Inhaltsstoffe liegen aber bereits die vor mehreren Jahren ausgeführten, ausführlichen Arbeiten von *W. Sigmund*<sup>4)</sup> vor, die bisher offenbar übersehen worden sind. Dieser Autor hat bei der Prüfung von Alkaloiden, Glucosiden und ihren Spaltprodukten, Gerbstoffen, ätherischen Ölen, Terpenen, Harzen u.a.m. gefunden, dass es unter diesen Stoffen zahlreiche Vertreter gibt, die, obwohl sie ihrer chemischen Natur nach ganz verschiedenen Körperklassen angehören, die Keimung der als Testobjekte benützten Samen von Saatwicke, Erbsen, Weizen, Raps und Senf teilweise stark hemmen können. Ferner hat sich ergeben, dass die einzelnen Samenarten verschieden stark ansprechen können. Ein direkter Vergleich der von *Sigmund* untersuchten Verbindungen im Bezug auf ihre Wirkung bei Kresse-

<sup>1)</sup> Naturwiss. **31**, 468 (1943).

<sup>2)</sup> Ber. dtsh. bot. Ges. **52**, 523 (1934); Beih. bot. Zbl. **55**, 191 (1936).

<sup>3)</sup> R. **62**, 841 (1943).

<sup>4)</sup> Bioch. Z. **62**, 299, 339 (1914); **146**, 389 (1924); **154**, 399 (1924). Vgl. auch *J. A. Anderson*, C. **1935**, I, 2387; *A. P. Lima*, C. r. Soc. Biol. **105**, 493 (1930); *M. Eisler* und *L. Porthelm* C. **1927**, II, 1157.

samen ist nicht ohne weiteres möglich, da dieser Autor bei seinen Arbeiten etwas andere Versuchsbedingungen angewendet hat, als sie bei den von *R. Kuhn* und Mitarb. bzw. von *H. Veldstra* und *E. Havinga* benützten Testverfahren zur Anwendung gekommen sind. Es sei noch angeführt, dass das bei Kresse bisher aktivste Blastokolin, nämlich das Cumarin, bereits von *Sigmund* untersucht worden ist, die Samenkeimung von Wicke, Gerste und Raps offenbar aber weniger stark hemmt, als dies bei Kressesamen der Fall ist.

Aus den Arbeiten von *W. Sigmund* geht hervor, dass die Blastokolinwirkung keineswegs an das Vorhandensein eines ungesättigten Lactonringes in der Molekel des Wirkstoffes gebunden ist. Dies war allerdings von vorneherein zu erwarten, da die zur Erzielung einer eindeutigen Wirkung angewendeten Konzentrationen der Hemmstoffe für physiologische Verhältnisse sehr hoch liegen (0,01–0,001-molar). Aus dieser Erwägung heraus haben wir, vorerst ohne Kenntnis der Arbeiten *Sigmund's*, einige andere Stoffgruppen auf ihre Wirkung gegenüber Kressesamen untersucht. Während Flavon und  $\gamma$ -Pyron-abkömmlinge in einer Verdünnung von 1 : 1000 keine oder nur eine sehr geringe Wirkung aufwiesen, besaßen  $\alpha$ -Crotonsäure (IV), Dihydro-zimtsäure (V), p-Chinon (VI) und Piperonal (VII) etwa eine ähnliche Aktivität wie die Parasorbinsäure (I), während zimtsaures Natrium (VIII) eine etwas schwächere Wirkung aufwies (in einer 0,01-molaren Lösung). Bei einer Konzentration von 0,001 Mol pro Liter war die Entwicklung der Keimlinge noch deutlich gehemmt. Die keimungshemmende Wirkung kann bei den beiden Säuren IV und V nicht etwa durch ihre Acidität verursacht sein, denn Buttersäure, Malein- und Fumarsäure, sowie Dihydro-muconsäure waren praktisch inaktiv<sup>1</sup>).

Bei allen keimungshemmenden Stoffen ist noch besonders zu prüfen, inwieweit ihre Wirkung eine irreversibel toxische ist. *H. Veldstra* und *E. Havinga*<sup>2</sup>) haben nämlich festgestellt, dass die mit Parasorbinsäure (I) behandelten Kressesamen durch Waschen und nachfolgendes Überführen auf mit Wasser befeuchtetes Filtrierpapier nicht mehr zur Keimung gebracht werden können, im Gegensatz zu den mit Cumarin (III) behandelten Samen. Bei unseren Stoffen haben wir erst die  $\alpha$ -Crotonsäure (IV), die Dihydro-zimtsäure (V), sowie das zimtsaure Natrium (VIII) auf ein derartiges Verhalten untersucht. Die mit V und VIII gehemmten Samen konnten nach dem Auswaschen zu 80–90 % wieder zur Keimung gebracht werden. IV wirkt dagegen toxisch.

<sup>1</sup>) Fumarsäure und einige andere einfache aliphatische Carbonsäuren können in höheren Konzentrationen die Entwicklung von Weizenkeimlingen hemmen: *E. Gal*, *Nature* (Lond.) **142**, 1119 (1938); vgl. auch *J. Gillis*, **59**, 526 (1940); *S. Windisch*, *Arch. Mikrobiolog.* **8**, 321 (1937).

<sup>2</sup>) *R.* **62**, 841 (1943).

Zusammenfassend sei festgestellt, dass nicht nur ungesättigte Lactone, sondern auch zahlreiche andere chemische Verbindungen, wie gewisse Säuren, Aldehyde, Alkaloide u.a.m. die Keimung von Pflanzensamen weitgehend hemmen können, wobei zunächst die Frage, ob es sich um eine irreversibel toxische Wirkung handelt oder nicht, bei einigen dieser Stoffe noch offen bleibt. Auch die schon lange bekannte Tatsache, dass manche Wuchsstoffe, wenn sie in grösserer Konzentration angewendet werden, die Keimung von Samen hemmen können (von 100 Kressesamen keimen z. B. in einer 0,01-molaren Lösung von Heteroauxin nur 70—80) scheint in der nur geringen Konstitutionsspezifität der Blastokoline ihre Erklärung zu finden.

Die Keimversuche wurden in Petrischalen von 14 cm Durchmesser, die mit Filtrierpapier ausgelegt waren, durchgeführt. Das Filtrierpapier wurde dabei mit Wasser bzw. mit der zu prüfenden wässrigen Lösung befeuchtet. Die Versuche mit den Verbindungen, die sich als unwirksam oder nur schwach wirksam erwiesen haben, sind hier nicht angeführt.

Substanz 0,01 Mol/l	nach 2 Tagen keimen von 100 Samen	nach 1 Woche keimen von 100 Samen	Wurzellänge in mm
$\alpha$ -Crotonsäure . . . . .	0	1	—
Zimtsaures Natrium . . . . .	19 (Wurzellänge 2,8 mm)	68	4,4
Dihydro-zimtsäure . . . . .	0	26	1,0
Piperonal . . . . .	0	0	—
Chinon . . . . .	0	0	—
$\beta$ -Indoyl-essigsäure . . . . .	72	—	—
Wasser . . . . .	98	100	41,5

Substanz 0,001 Mol/l	von 100 Samen keimen	Wurzellänge in mm
Zimtsaures Natrium . . . . .	90	7,6
Dihydro-zimtsäure . . . . .	93	1,8
Crotonsäure . . . . .	87	2,6
Wasser . . . . .	95	19,2
Piperonal . . . . .	90	37,6
Chinon . . . . .	99	30,0
Wasser . . . . .	98	53,2

Zürich, Chemisches Institut der Universität.