Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la

Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 57 (1947)

Artikel: Antibiotica als pflanzliche Plasmagifte II

Autor: Gäumann, Ernst / Arx, Adolf von

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-40553

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

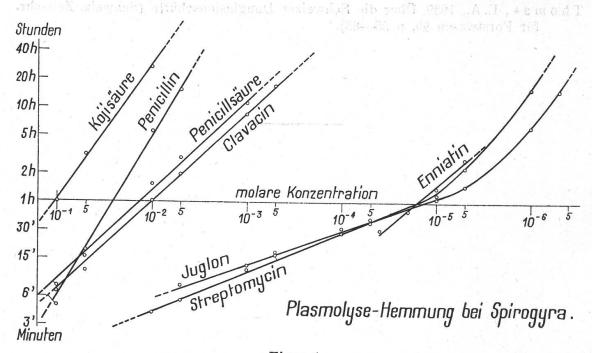
Antibiotica als pflanzliche Plasmagifte II.

Von Ernst Gäumann und Adolf von Arx.

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich.)

Eingegangen am 28. Mai 1947.

In einer ersten Arbeit (Gäumann, Jaag und Braun, 1947) teilten wir einige Versuche mit, die vielleicht einen kleinen Beitrag zur Aufklärung des Wirkungsmechanismus der Antibiotica leisten können; sie befassen sich hauptsächlich mit der Vergiftung des Plasmas und mit der Störung der Semipermeabilität der Plasmagrenzschichten (Gäu-



Figur 1. Die Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra durch verschiedene Antibiotica.

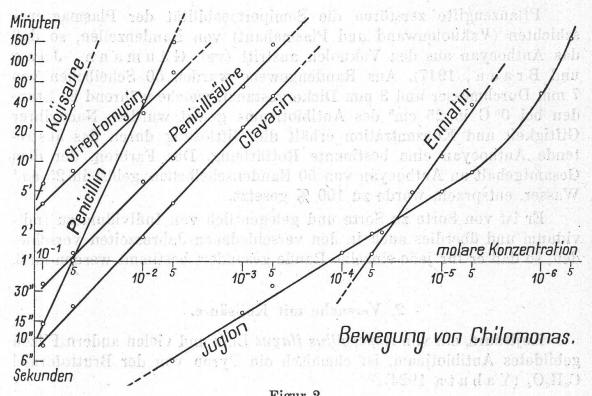
m ann und Jaag, 1946, 1947). Andere Laboratorien suchen den Wirkungscharakter der Antibiotica zum Beispiel durch das Studium der Atmungskurven von sensibeln Bakterienkulturen zu ergründen (z.B. Schuler, 1947; daselbst weitere Literatur).

In der vorliegenden Arbeit haben wir einige weitere Antibiotica hinsichtlich ihrer Einwirkung auf das pflanzliche Plasma geprüft. Eine vergleichende Betrachtung wird erst möglich sein, wenn wir über weit mehr Erfahrungen verfügen.

21231 Danner Delia A. 1. Versuchsmethoden. White Dans All Medical Company of the Company of the

a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

Zu diesen Versuchen wurden $130-140~\mu$ dicke Fäden einer vielbänderigen Spirogyra verwendet. Die Algen wurden vor den Versuchen einige Stunden im Dunkeln aufbewahrt. $3-5~\mathrm{cm}$ lange Fadenstücke wurden in die Lösung des Antibioticums gelegt und hierauf periodisch auf ihre Plasmolyse in $0.8~\mathrm{molar}$ Saccharose untersucht. Die normal



Figur 2.

Die Lähmung der Beweglichkeit von *Chilomonas Paramaecium* durch verschiedene Antibiotica.

plasmolysierenden Zellen zeigten, nachdem das Gift eine gewisse Zeit gewirkt hatte, eine verkrampfte Plasmolyse; bald waren aber die Plasmagrenzschichten soweit gestört, daß die Plasmolyse überhaupt ausblieb. Ausführung der Versuche bei einer konstanten Temperatur von 24° C.

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas Paramaecium Ehrenb.

Chilomonas Paramaecium ist ein zu den Cryptomonaden gehörender Flagellat von 25—35 μ Länge, den man häufig in stehenden Gewässern mit viel verwesenden Substanzen findet. Die Versuchsobjekte wurden mit einer Pipette in einem kleinen Tropfen Wasser auf einen ausgehöhlten Objektträger gebracht. Dazu wurden einige Normaltropfen des Antibioticums gegeben. Beobachtung der Bewegung der Chilomonaden unter dem Mikroskop in einem Raum mit konstanter Temperatur von 24° C.

c) Wirkung auf die Plasmaströmung von Elodea canadensis.

Elodea-Pflanzen wurden in einem Glasgefäß mit Wasser, das mit einem Kupferspan versehen war, unter einer starken Lampe bei konstanter Temperatur von 24° C gehalten. Einzelne Blättchen wurden weggeschnitten, abgetrocknet, auf einem hohlgeschliffenen Objektträger in die Versuchslösung gebracht und mikroskopiert.

d) Randentest.

Pflanzengifte zerstören die Semipermeabilität der Plasmagrenzschichten (Vakuolenwand und Plasmahaut) von Randenzellen, so daß das Anthocyan aus den Vakuolen austritt (vgl. Gäumann, Jaag und Braun, 1947). Aus Randengewebe wurden 50 Scheibchen von 7 mm Durchmesser und 3 mm Dicke gestanzt, welche während 24 Stunden bei 0°C in 25 cm³ des Antibioticums gelegt wurden. Nach ihrer Giftigkeit und Konzentration erhält die Giftlösung durch das austretende Anthocyan eine bestimmte Rotfärbung. Der Farbton, der dem Gesamtgehalt an Anthocyan von 50 Randenscheibchen, gelöst in 25 cm³ Wasser, entsprach, wurde zu 100 % gesetzt.

Er ist von Sorte zu Sorte und gelegentlich von Individum zu Individum und überdies auch in den verschiedenen Jahreszeiten verschieden, so daß er für jede einzelne Rande gesondert bestimmt werden muß.

2. Versuche mit Kojisäure.

Kojisäure, ein von Aspergillus flavus Link und vielen andern Pilzen gebildetes Antibioticum, ist chemisch ein Pyron von der Bruttoformel $C_6H_6O_4$ (Y a b u t a 1924).

a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

Spirogyra	plasmo	olysiert	nicht mehr nach:	Mittel
Kojisäure	10-1	molar	60', 70', 60', 55'	61'
	5.10^{-2}	molar	3 h. 20', 3 h., 3 h. 30'	3 h. 17'
	10-2	molar	22 h., 25 h., 30 h.	26 h.
			40 h., 34 h., 36 h.	37 h.
	10^{-3}	molar	keine Wirkung mehr, nach	5 h. noch
			normale Plasmolyse.	

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewegung hört auf nach:

Kojisäure	10-1	molar	5', 8', 6', 6'		6'
	5.10^{-2}	molar	37', 40', 32', 35'		36'
tradition is	10-2	molar	4 h., 3 h. 30′, 8 h.	5 h.	10'
	5.10^{-3}	molar	leben noch nach 24 h.		

c) Wirkung auf die Plasmaströmung von Elodea.

Die Plasmaströmun	ng hört auf nach		Mittel
Kojisäure 10 ⁻¹ m	nolar 30', 25', 4	0', 30', 34'	32'
$5.10^{-2} m$	nolar 70', 55', 6	0', 105'	72'
$10^{-2} m$	nolar Plasmastri	ömung hält nach 10 h	noch an.

3. Versuche mit Clavacin.

Clavacin (Patulin, Expansin) wird von Aspergillus clavatus Desm. Penicillium patulum Bainier, Penicillium expansum Link usw. gebildet. Es ist ein Lacton mit der Bruttoformel $C_7H_6O_4$ (Birkinshaw, Bracker, Michael und Raistrick 1943) und dem Molekulargewicht 154,1; in Wasser ist es leicht löslich und ziemlich stabil.

a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

Die Zellen der Spirogyra plasmolysieren nicht mehr nach:

				Mittel
Clavacin	10-1	molar	4' 30", 5', 4' 30", 4', 4' 20"	4' 28"
	5.10^{-2}	molar	12', 10' 30", 10', 12'	11' 8"
	10-2	molar	55', 60', 60', 60'	59'
	5.10^{-3}	molar	120', 115', 110', 130'	119'
	10-3	molar	8 h. 40′, 8 h., 8 h. 15′	8 h. 18'
	5.10^{-4}	molar	16 h., 15 h., 16 h.	15 h. 40'
	10-4	molar	Nach 24 h. tritt immer noch ein, die oft verkrampft, mei	
			normal ist.	

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewe	gung hö	rt auf	nach:	Mittel
Clavacin	10-1	molar	sofort (nach 5—10")	8"
	5.10^{-2}	molar	18", 26", 20", 15", 30"	22"
	10^{-2}	molar	1' 30", 1' 50", 2', 1' 20"	1' 40"
	5.10^{-3}	molar	3' 50", 4', 3' 50", 3' 30"	3' 48"
	10^{-3}	molar	22', 24', 22', 20'	22'
	5.10^{-4}	molar	40', 45', 45'	43'
	10-4	molar	leben noch nach 5 h., 6 h.	

c) Plasmaströmung bei Elodea d) Randentest siehe Gäumann, Jaag und Braun 1947.

4. Versuche mit Penicillsäure.

Dieses Antibioticum wird vor allem aus dem Mycel von *Penicillium cyclopium* Westl. und *P. puberulum* Bain. gewonnen. Chemisch ist es eine dem Clavacin ähnliche Verbindung mit der Bruttoformel $C_8H_{10}O_4$

und dem Molekulargewicht 170 (Birkinshaw, Oxford und Raistrick, 1936). In Wasser ist es zu 2 % löslich.

a) Plasmolyse-Hemmung bei Spirogyra.

Spirogyra	plasmo	olysiert	nicht mehr nach:	Mittel	
Penicillsäure	10-1	molar	6', 6', 5', 8', 5'		6'
	5.10^{-2}	molar	13', 16', 16', 15'	1	5'
	10^{-2}	molar	105', 90', 90', 100'	9	96'
	5.10^{-3}	molar	160', 150', 160', 180'	16	32'
	10^{-3}	molar	10—12 (—13) h.	12 h.	
	5.10^{-4}	molar	meist nach 24 h.	24 h.	
	10-4	molar	nach 32 h. noch normale	Plasmolyse.	

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewegung hört auf nach:

Penicillsäure	10^{-1}	molar	35", 28", 30", 40"	33"
	5.10^{-2}	molar	1' 50", 50", 1' 20", 45"	1' 11"
	10^{-2}	molar	5' 20", 7', 6' 40", 6' 10"	6' 18"
	5.10^{-3}	molar	11' 30", 11' 10", 9' 40", 11'	10' 50"
	10^{-3}	molar	62', 50', 60', 56'	57'
	5.10^{-4}	molar	2′ 30″—3 h.	160'
	10-4	molar	leben noch nach 16 h.	

c) Wirkung auf die Plasmaströmung von Elodea canadensis.

Die Plasma	aströmung hör	rt auf nach:		Mittel
$Penicills \"{a}ure$	10^{-1} molar	2' 30", 3' 20", 3'		2' 57"
	$10^{-2} \ molar$	6', 7' 50", 8'		7' 17"
	$10^{-3} \ molar$	14', 18', 10' 30"		14' 10"
	10^{-4} molar	Strömung hält nach	2 h. noch	an.

d) Randentest.

Innerhalb 24 Stunden wird an Anthocyan herausgelöst:

$Penicills \"{a}ure$	10^{-1} molar	26	%			
	5.10^{-2} molar	17	%			
	10^{-2} molar	6	%			
	$10^{-3} \ molar$	1,1	%			
	10^{-4} molar	nich	nt m	eßbar, i	fast f	arblos
	Wasser)	0	%	farblos	3	

5. Versuche mit Juglon.

Dieses Antibioticum kommt in den Blättern, vor allem aber in den Wurzeln, der Rinde und im Exocarp der Früchte von Juglans regia und nigra vor. Chemisch ist es ein Naphtochinon von der Bruttoformel

 $C_{10}H_8O_3$ und dem Molekulargewicht 176. Gries (1944) hat es auf seine fungizide Wirkung untersucht. Für unsere Versuche verwendeten wir nach der Methode von Bernthsen und Semper (1887) synthetisch hergestelltes Juglon.

a) Plasmolyse-Hemmung bei Spirogyra.

Spirogyra	plasmo	lysiert	nicht mehr nach:	Mittel
Juglon	5.10^{-3}	molar	7', 8', 6' 30", 9'	7' 38"
			11', 10', 14', 12'	11' 45"
			18', 16', 16', 20'	17′ 30″
			35', 38', 23', 32'	32'
			42', 40', 37', 41'	40'
		molar		63'
	5.10-6	molar	90', 85', 90-95'	90'
	10-6	molar	6 h, 6 h. 30'—7 h.	n. 30'
	5.10-7	molar	nach 15 h. waren die meis-	
			ten Zellen zerstört, nach	
			18 h. waren alle zerstört 15 l	n.
	10-7	molar	keine Einwirkung mehr, nach 2 noch normale Plasmolyse ein.	4 h. tritt
			마르 어디 아이에 하는 사람들이 가장 하는 것이 없는 것이 없는 것이 없는 것이 없다.	

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewegung hört auf 1	nach:	Mittel
Juglon 5.10^{-3} molar	sofort $(5-8")$	6"
$10^{-3} \ molar$	20", 12", 19", 16", 24"	18"
5.10^{-4} molar	34", 42", 30", 33"	35"
$10^{-4} \ molar$	60", 75", 80", 85", 62"	72"
$5.10^{-5} \ molar$	120", 105", 100", 130"	114"
$10^{-5} molar$	4' 50", 5' 30", 5' 10", 4' 30"	5' 00"
$5.10^{-6} \ molar$	8' 25", 7' 30", 8' 00", 11'	8' 44"
$10^{-6} \ molar$	40', 45', 57', 50'-60'	50'
$5.10^{-7} \ molar$	150', 210', 170'	zirka 3 h.
$10^{-7} \ molar$	leben noch nach 24 h.	

d) Randentest.

Innerhalb 24 Stunden wird an Anthocyan herausgelöst:

Juglon	10^{-3} 5.10^{-4}	molar molar	$\begin{cases} Versy \\ diese \\ entfä \end{cases}$	uch n rbt	nicht ausführba Konzentrationen	r, da Juglon in das Anthocyan
	10-4	molar	14	%	rot	
	10-5	molar	4,2	%	rosa	
		molar	0,7	%	schwach rötlich	
	10-7	molar	0,0	%	farblos	
	(Was	ser)	0,0	%	farblos	

6. Versuche mit Streptomycin.

Streptomycin (Schatz, Bugie und Waksman, 1944, Schatz 1945) wird durch den Strahlenpilz Streptomyces griseus gebildet. Chemisch ist es eine komplizierte Verbindung mit der Bruttoformel $C_{21}H_{39}O_{12}N_7$. Für unsere Versuche verwendeten wir Streptomycin (Sulphate) nach Pfizer.

a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

	•	2 00	
Spirogyra	plasmolysiert	nicht mehr nach:	Mittel
Streptomycin	10^{-2} molar	3', 6', 4', 4'	4' 15"
	$5.10^{-3} \ molar$	9', 5', 4', 5'	5' 45"
	10^{-3} molar	10', 9', 17', 12'	12' 00"
	$5.10^{-4} \ molar$	17', 14', 21', 16'	17' 00"
	10^{-4} molar	26', 28', 31'	28' 20"
	$5.10^{-5} \ molar$	40', 45', 30'	38' 20"
	10^{-5} molar	70', 90', 80—90'	82'
	$5.10^{-6} \ molar$	160', 140', 130—140'	142'
	10^{-6} molar	14 h., 15 h., 16 h.	15 h.
	$5.10^{-7} \ molar$	nach 24 h. noch gute Pla	smolyse.

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewegung hört auf nach:

Streptomycin	10^{-1}	molar	3' 10", 4', 3' 40", 4' 20", 3' 20"	3' 42"
1,77	5.10^{-2}	molar	7', 6', 11', 9'	8' 15"
	10^{-2}	molar	30', 25', 38'	31' 00"
	5.10^{-3}	molar	70', 84', 88'	80' 40"
	10-3	molar	bewegen sich noch nach 6 h.	

7. Versuche mit Enniatin.

Enniatin wurde aus aktivem Mycel von Fusarium orthoceras var. enniatinum isoliert (Gäumann, Roth, Ettlinger, Plattner, Nager, 1947). Es besitzt die Bruttoformel C24H42O6N2 und ist in Wasser praktisch unlöslich. Verwendet wurde eine Standardlösung in Aceton von 0.49 mg/cm³ = zirka 10-3 molar. Diese Lösung muß auf 5.10-5 molar verdünnt werden, da eine mehr als 5 %-Acetonlösung die Versuchsobjekte schädigt.

a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

Spirogyra	plasmolysiert	nicht mehr nach:	Mittel
Enniatin	4.10^{-5} molar	30', 25', 28', 40'	30′ 45″
* *	2.10^{-5} molar	45', 45', 60', 40'	47' 30"
	10^{-5} molar	80', 90', 80'	83' 20"
	$5.10^{-6} \ molar$	180', 140', 155'	158'
	10^{-6} molar	nach 18 h. noch normale Pla	smolyse.

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewe	gung hört auf	nach:	Mittel
Enniatin	5.10 ⁻⁵ molar	1' 10", 1' 0", 1' 30"	1' 13"
	4.10 ⁻⁵ molar	3', 1' 45", 2' 0", 2' 10", 1' 40"	2'07"
	$2.10^{-5} \ molar$	4' 30", 5' 40", 5' 10"	5' 07"
	10^{-5} molar	15', 10' 30", 9', 9' 40", 11' 50"	11' 12"
		35', 40', 38', 40'	38' 15"
	10^{-6} molar	67 h.	6' 30"
	5.10 ⁻⁷ molar	leben noch nach 20 h.	

d) Randentest.

Innerhalb 24 Stunden wird an Anthocyan herausgelöst:

Enniatin	1/2.10-4	molar	18	%
	10-5	molar	5,2	%
	10-6	molar	1,2	%
	10-7	molar	0,3	%
	7)	Vasser	0,4	%)

8. Versuche mit Penicillin.

Penicillin (Fleming, 1929, Abraham, Chain, Fletcher, Florey, Gardner, Heatley und Jennings, 1941) wird von Penicillium notatum Westl., P. chrysogenum Thom. und einigen andern Penicillium- und Aspergillusarten gebildet. Bisher wurden 4 verschiedene Penicilline kristallin gewonnen, die chemisch durch die Zusammensetzung einer Seitenkette und biologisch durch verschieden hohe antibakterielle Aktivität voneinander abweichen. Für unsere Versuche verwendeten wir Penicillin G mit der Bruttoformel C₁₆H₁₆O₄N₂S und dem Molekulargewicht 334,4, und zwar das kristalline Natriumsalz.

a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

Spirogyra	a plasmolysiert	nicht mehr nach:	Mittel
Penicillin	10^{-1} molar	8', 5', 7', 8'	7'
	5.10 ⁻² molar	15', 18', 15', 20'	17'
	10^{-2} molar	[1]	5 h. 30'
	5.10 ⁻³ molar	14—16 h.	15 h.
		nach 30 h. noch normale	Plasmolyse.

b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewegung hört auf nach:

Penicillin	10-1	molar	12", 15", 20", 10"	14"
	집에 자꾸 얼마가게 되느냐요		80", 50", 50", 60"	60"
			50', 40', 34', 40'	41'
			145', 150', 180'	158'
	개의 지원에게 원지되었다.		leben noch nach 16 h.	

c) Wirkung auf die Plasmaströmung von Elodea canadensis.

Die Plasmaströmung hört auf nach:

Mittel

Penicillin 10⁻¹ molar

7', 20', 18'

15'

 10^{-2} molar

Nach 8 Stunden hält die Plasmaströmung noch an. In vielen Zellen hat die Geschwindigkeit der Bewegung zugenommen, sie beträgt $10-15~\mu/\mathrm{sec}$ (in Wasser

8—11 μ/sec).

 10^{-3} molar

Gleich wie bei 10⁻² molar.

Zusammenfassung.

Mit diesen Versuchen möchten wir zeigen, daß die verschiedenen Antibiotica für pflanzliche Zellen ausgesprochene Plasmagifte sind. Die Toxizität der untersuchten Stoffe ist aber sehr verschieden.

Die schwächste Wirkung zeigte die Kojisäure; sie wirkte meist nur in Konzentrationen von der Größenordnung 10-1 molar. Clavacin und Penicillsäure verhielten sich in allen Versuchen ähnlich. Bei ihnen konnte bis zu einer Verdünnung von ½.10⁻³ molar eine Störung der Versuchsobjekte wahrgenommen werden. Ein viel stärkeres Plasmagift ist das Juglon: erst bei einer Verdünnung von 10⁻⁷ molar konnte keine Wirkung mehr festgestellt werden. Als einziges Antibioticum zeigte das Streptomycin gegen die verschiedenen Versuchsobjekte eine stark verschiedene Wirkung. Während es die Bewegung von Chilomonas Paramaecium nur bis zu einer Verdünnung von 5.10⁻³ molar hemmte, störte es die Plasmolyse von Spirogyra noch bei einer Verdünnung von 10⁻⁶ molar. Bei Enniatin konnten die Versuche erst von der Konzentration von 4.10⁻⁵ molar an ausgeführt werden. Hier war die Giftwirkung noch sehr stark; dann nahm sie schnell ab, und bei 10⁻⁶ molar konnte kaum mehr eine Schädigung festgestellt werden. Penicillin zeigte bei Konzentrationen der Größenordnung 10⁻¹ molar eine starke Wirkung, die aber schnell zurückging, so daß schon bei 10⁻³ molar keine Schädigung mehr eintrat.

Fig. 1 stellt das Ausbleiben der Plasmolyse bei Spirogyra, Fig. 2 das Aufhören der Bewegung von Chilomonas Paramaecium nach zeitlicher Einwirkung des Antibioticums in den im Wirkungsbereich liegenden Konzentrationen dar.

Zitierte Literatur.

- Abraham E.P., Chain E., Fletcher C.U., Florey H.W., Gardner A.D., Heatley N.G., Jennigs M.A., 1941. Further observations on Penicillin. (Lancet 241, 177.)
- Bernthsen A. und Semper A., 1887. Über die Constitution des Juglons und und seine Synthese aus Naphtalin. (Ber. deut. chem. Ges. 20, 934—941.)
- Birkinshaw J. H., Bracken A., Michael S. E. und Raistrick H., 1943. Patulin in the common cold. Collaborative research on a derivate of Penicillium patulum Bainier. (Lancet, 2, 625—630.)
- Birkinshaw J.H., Oxford A.E. und Raistrick H., 1936. Studies in the biochemistry of microorganisme; penicillic acid, a metabolic product of Penicillium puberulum Bain. and Pen. cyclopium West. (Biochem. J., 30, 394 bis 441.)
- Fleming A., 1929. On the antibacterial action of cultures of a Penicillium. (Brit. J. Exper. Path., 10, 226.)
- Gries G. A., 1944. Juglone the active agent in walnut toxicity. (Ann. Rpt. Northern Nut Growers Assoc., 34, 52—55.)
- Gäumann E. und Jaag O., 1946. Über das Problem der Welkekrankheiten bei Pflanzen. (Experientia 2, 215—220.)
 - 1947. Die physiologischen Grundlagen des parasitogenen Welkens I. (Ber. schweiz. bot. Ges. 57, 3—34.)
 - und Braun R., 1947. Antibiotica als pflanzliche Plasmagifte. (Experientia 3, 70—71.)
 - Roth S., Ettlinger L., Plattner A. und Nager U., 1947. Enniatin, eine neues, gegen Mykobakterien wirksames Antibioticum. (Experientia 3, 202—203.)
- Schatz A., 1945. Streptomycin, an antibiotic agent produced by Actinomyces griseus. (Thesis, Rutgers University.)
 - Bugie E. und Waksman S. A., 1944. Streptomycin, a substance exhabiting antibiotic activity against gram-positive and gram-negative bacteria. (Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 55, 66—69.)
- Schuler W., 1947. Über den Wirkungscharakter verschiedener Antibiotica in vitro. (Experientia 3, 110—111.)
- Y a b u t a T., 1924. The constitution of Kojic acid, a γ-Pyrone derivate, formed by Aspergillus oryzæ from carbohydrates. (J. Chem. Soc. 125, 575—587.)