©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Über den Einfluß von Saponinen auf das Pflanzenwachstum

Von

Willibald HAUSER und Elfriede LANGER

(Aus dem Pharmakognostischen Institut der Universität Graz)

Mit 4 Textfiguren

Eingelangt am 11. Nov. 1949

Saponine wirken auf die Keimung von Pflanzensamen in verschiedenster Weise, bei manchen Arten stimulierend oder fördernd, bei anderen hemmend bis schädigend. Fettarme und kohlehydratreiche Samen werden häufig überhaupt nicht beeinflußt. Die fördernde Wirkung der Saponine wird ebenso wie die Belichtung der Samen von KANZLER 1925 mit einer Erhöhung der Plasmapermeabilität in Zusammenhang gebracht. Nach NIETHAMMER 1928 a werden lichtgeförderte Samen durch Saponine auch im Dunkeln stimuliert.

In physiologischer Hinsicht interessieren besonders die arteigenen Saponine. NIETHAMMER 1928 b untersuchte das Digitonin, das in allen geprüften Stufen die Samen von *Digitalis purpurea* bei Lichtkeimung vorübergehend schädigt, obwohl die Keimung dieser Samen durch Belichtung allein sonst begünstigt wird. Im Dunkeln bewirken Verdünnungen von 0,1 und 0,01% eine kurzdauernde Förderung. Bei *Agrostemma Githago,* deren Samenkeimung durch Belichtung gehemmt wird, ist diese schädigende Wirkung bei Lichtkeimung unter Zusatz von Saponinen noch erhöht. Im Dunkeln stimuliert auch hier Digitonin. Hingegen fördert bei *Verbascum phlomoides* Digitonin in Verdünnungen von 0,01, 0,001 und 0,0001% die Keimung im Lichte, nicht aber im Dunkeln.

Andererseits will NIETHAMMER 1928 b die Stimulierung durch Saponine mit deren Einfluß auf die Atmung in Beziehung bringen; auf die Ursachen der Schädigung geht sie nicht ein.

HAUSER und ROSENBERGER 1949 untersuchten die Hemmung des Wurzelwachstums vorgekeimter Samen von *Lupinus albus* durch *Digitalis* - B l a t t - Saponine, nachdem schon vorher MACHT und LUBIN 1923 den hemmenden Einfluß des Digitonins auf solche Keimlinge beobachtet hatten.

Es ergab sich nun die Frage, ob auch andere Saponine auf das Wachstum dieser Keimlinge, namentlich auf die K e i m l i n g s w u r z e l n einwirken. Daß nämlich Einlegen von Lupinen s a m e n in Saponinlösungen die Keimung nicht unmittelbar beeinflußt, war schon vorher

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

in folgender Weise festgestellt worden. Die Samen waren nach 24stündigem Liegen in der Saponinlösung mit Leitungswasser gründlich abgespült und nach der Methode von SCHNIDERSCHITSCH und ROSENBERGER 1950 angekeimt worden. Erst als die Saponinlösung auf die sichtbar gewordene Keimwurzel eingewirkt hatte, war die Hemmung festzustellen. Diese Versuche wurden mit verschiedenen Verdünnungen durchgeführt, weil es immerhin möglich wäre, daß — nach der ARNDT-SCHULZschen Regel — stärkere Lösungen hemmend, schwächere jedoch fördernd wirken könnten.

Folgende Saponine wurden angewendet: eine Saponinfraktion aus den Blättern von *Digitalis purpurea,* die nach HAUSER und ROSENBERGER 1949 selbst gewonnen wurde, eine Lösung Saponinum pur. alb. MERCK, Guajaksaponin MERCK und Aescin, das aus den Samen von *Aesculus Hippocastanum* in folgender Weise dargestellt wurde.

Roßkastaniensamen wurden geschält, zerkleinert und nach dem Trocknen bei 40—50° in einer Drogenmühle gepulvert. Zwecks Entfettung wurden sie zuerst mit Äther und sodann mit 90%igem Äthylalkohol warm extrahiert. Zwischen dem Kolben mit dem Extraktionsmittel und dem Kühler war ein Glasstutzen von 76 cm Länge und 23 cm Durchmesser beiderseits eingeschliffen, der eine Filterhülse zur Aufnahme des Samenpulvers enthielt. Durch die Dämpfe des Lösungsmittels wird die durchfeuchtete Droge erwärmt, wodurch die Extraktion beschleunigt wird. Der Extrakt wurde filtriert und das Filtrat mit Aceton versetzt. Der ausfallende Niederschlag verklebte sich beim Rühren mit einem Glasstabe zu einer zähen, seidig glänzenden Masse. Das überstehende Aceton wurde unter Kneten mit dem Glasstabe abgegossen und durch frisches ersetzt. Dies wurde solange wiederholt, bis sich eine körnige, gelblichweiße Maße ergab. Im Vakuum über Schwefelsäure wurde sie getrocknet, dann in 96%igem Äthylalkohol gelöst und mit Tierkohle am Rückflußkühler kurz gekocht. Hierauf wurde heiß filtriert und im erwärmten Filtrat (in der Kälte fällt ein Teil des Saponins aus) das Saponin mit Aceton ausgefällt. Nach eintägigem Absetzen wurde abgesaugt und im Vakuum getrocknet. Die Substanz ist weiß und löst sich unter starkem Schäumen in Wasser. Der hämolytische Index wurde mit 6600, der Aschengehalt mit 1.0% bestimmt.

Als Keimbett ist das oft verwendete *Sphagnum* wegen seiner Verunreinigungen und seines ungleichmäßigen Wassergehaltes wenig geeignet. Daher wurden die Samen von *Lupinus albus* nach der von SCHNIDERSCHITSCH und ROSENBERGER 1950 ausgearbeiteten Methode über Wasser angekeimt.

Eine innen glasierte Tonschale (26 × 26 × 8 cm) wird zu $^2/_3$ mit Leitungswasser gefüllt. Ungefähr 1 cm über dem Wasserspiegel befindet sich eine paraffinierte Pappkartonplatte, durch die zur Aufnahme der Samen ovale Löcher gestanzt sind. Die Samen werden über Nacht in Leitungswasser eingeweicht, dann mit dem Hilum nach unten in die Löcher des Pappkartons eingelegt und mit einer 3 mm dicken Lage feuchten Zellstoffes bedeckt. Die

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tonschale wird hierauf 2 bis 3 Tage bei 20° im Dunkeln belassen. Haben die Wurzeln die Wasseroberfläche erreicht, so ist die Bedeckung mit feuchtem Zellstoff nicht mehr notwendig. Nach dieser Zeit haben die Wurzeln bereits eine Länge von 30 bis 40 mm erlangt und können nun, da die Grenze zwischen Hypokotyl und Wurzel bei einiger Übung leicht erkennbar ist, gemessen werden. Nach der Messung werden die Samen auf den Rand von Eprouvetten aufgelegt, die bis zum Rande mit der Saponinlösung beziehungsweise für den Kontrollversuch mit Leitungswasser gefüllt sind. Für jeden Versuch wurden 20 Paar Keimlinge ausgesucht, von denen jedes Paar gleich lange Wurzeln besaß; der eine Keimling wurde in der Saponinlösung, der andere in Leitungswasser wachsen gelassen. Nach zwei Tagen wurden die Wurzellängen wieder gemessen; aus den 20 Werten wurde die mittlere Wurzellänge errechnet.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Versuche zusammengestellt. Die Zahlen geben die mittlere Wurzellänge von 20 Keimlingen in Prozenten der normalen, in Leitungswasser erreichten Wurzellängen an, die gleich 100 gesetzt wurde. Wie Vorversuche in Leitungswasser ergeben hatten, beträgt die Streuung ±2%, es geben daher Zahlen von 98 bis 102 normales Wachstum an. Wie aus der Tabelle hervorgeht, konnte nur eine hemmende Wirkung der Saponinlösungen festgestellt werden, eine Förderung war auch bei hohen Verdünnungen nicht zu beobachten.

Tabelle 1.

Verdünnung in %	Blattsaponin aus *Digitalis purpurea*	Saponin MERCK	Guajak-saponin	Aescin
0,1	—	71	80	78
0,01	54	77	88	92
0,002	74	95	98	98
0,001	92	98	101	99
0,0005	—	99	99	100
0,0002	95	98	100	100
0,0001	96	100	100	—

Auch das Digitonin übt, wie schon MACHT und LUBIN 1923 feststellten, bei einer Verdünnung 1: 100.000 einen stark hemmenden Einfluß auf das Wachstum der Lupinenkeimlinge aus. Wir verwendeten eine Verdünnung von 1: 10.000 und fanden, daß die Hemmung nach 2 Tagen 24% betrug (mittlere Wurzellänge in Digitoninlösung 55 mm, in Leitungswasser 72 mm). Mehrere Samen wurden nun länger in der Saponinlösung belassen. Nach 8 Tagen besaßen die Keimlinge der Kontrollprobe in Leitungswasser bereits weit entwickelte Blätter, während die Blattentfaltung beim anderen Keimling gehemmt war: Abb. 1. Sodann wurden die Keimpflanzen in Gartenerde übersetzt, die Kontrollprobe wurde mit

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Wasser, die andere mit Digitoninlösung begossen. Nach 4 Wochen war die Kontrollprobe ungefähr doppelt so groß.

Die Lupinenkeimlinge zeigten sich also gegen Saponine sehr empfindlich, da auch schwach wirkende Saponine wie Guajaksaponin und Aescin noch in Verdünnungen von 1 : 10.000 einen deutlich hemmenden Einfluß ausübten. Die Lupine selbst besitzt keine Saponine, woraus sich vielleicht ihre Empfindlichkeit gegenüber diesen Stoffen erklären läßt.

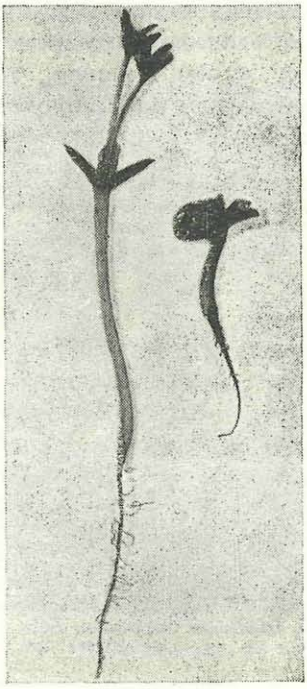

Abb. 1. Lupinenkeimling, Fortsetzung des Versuches. Näheres im Text. (½ der nat. Größe.)

Die oben berührte Frage nach der Wirkung arteigener Saponine auf ihre Stammpflanze führte uns zur Fortsetzung der schon von NIETHAMMER 1928 b begonnenen Versuche, die bei Verdünnungen von 0,1 und 0,01% im Dunkeln eine kurzdauernde Stimulierung der Keimung von *Digitalis purpurea*-Samen durch Digitonin ergeben hatten. Der Keimling selbst enthält nach FISCHER und SCHROPP 1931 kein Saponin. Die geringe Größe der Samen und Keimlinge bedingten eine Änderung der für die Lupine gewählten Versuchsanordnung. Es wurde der ganze Keimling in die Saponinlösung eingelegt und nur das Hypokotyl gemessen.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Samen von *Digitalis purpurea* wurden in Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier aufgelegt und im Dunkeln bei 24° stehen gelassen. Nach 6 bis 8 Tagen hatte das Hypokotyl die gut meßbare Länge von 3 bis 5 mm erreicht. Nach der Messung wurde für jede Versuchsreihe ein Keimling in 0,1%iger, ein zweiter in 0,01%iger Digitoninlösung und ein dritter in Leitungswasser eingelegt und sodann durch 3 Tage im Dunkeln belassen. Diese Verdünnungen und das Dunkel wurden deshalb gewählt, weil die Keimung nach NIETHAMMER 1928 b gerade bei diesen Verdünnungen im Dunkeln kurzdauernd stimuliert wird.

Aus Abb. 2 und Tabelle 2 ist das Ergebnis von 6 Versuchsreihen zu ersehen. Durch diese Versuche wurde gezeigt, daß durch das arteigene Saponin zwar nicht die Keimung, wohl aber das folgende Wachstum des Keimlings von *Digitalis purpurea* gehemmt, ja bei der Verdünnung 1: 1000 fast oder ganz eingestellt wird. Auch hier

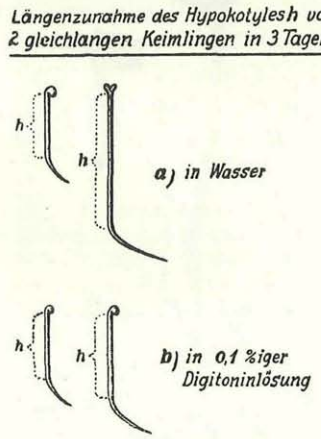

Abb. 2. Versuche mit *Digitalis purpurea*. Schema. Näheres im Text.

Tabelle 2.

Versuch Nr.	Längenzunahme des Hypokotyls in Millimeter von *Digitalis purpurea*-Keimlingen nach dreitägigem Liegen im Dunkeln in		
	Digitonin-Lösung		Leitungswasser
	0,1 %	0,01 %	
1	2	4	7
2	1	6	8
3	1	6	6
4	0	4	6
5	2	6	9
6	2	5	5

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

läßt sich die hohe Empfindlichkeit des Keimlings gegenüber Digitonin vielleicht verstehen, wenn man bedenkt, daß gerade der Keimling keine Saponine enthält.

Umsomehr mußte es interessieren, den Einfluß des arteigenen Saponins auf Pflanzen zu studieren, in denen während ihrer ganzen Entwicklung vom Samen über den Keimling Saponine nachweisbar sind. Daher wurde die Einwirkung des selbst dargestellten Aescins auf das Keimlingswachstum von *Aesculus Hippocastanum* untersucht.

Die Samen lagen über Winter unter Laub im Freien und wurden im Frühjahr, als sie bereits ausgekeimt waren, verwendet. Auch bei diesen

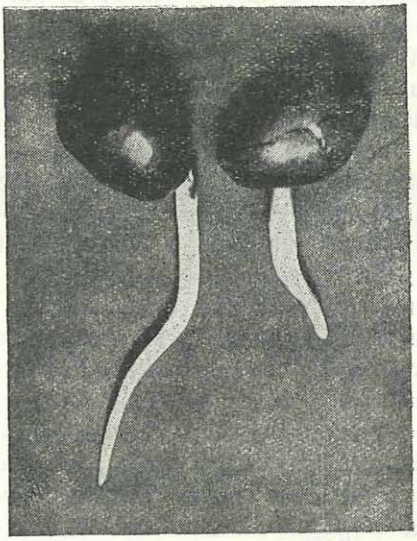

Abb. 3. *Aesculus Hippocastanum*-Keimlinge. Näheres im Text.

Samen wurden dann für jeden Versuch je ein Paar von annähernd gleicher Größe und Wurzellänge ausgesucht und der eine Keimling in der Aescinlösung, der andere in Leitungswasser wachsen gelassen. Auf die bis zum Rande gefüllten Kulturgläser wurden die Samen so aufgelegt, daß die Wurzeln möglichst ganz von den Lösungen beziehungsweise vom Leitungswasser umgeben waren.

Bei niedrigeren Verdünnungen der Aescinlösung wie 0,01 bis 0,1% konnte nach 2 Tagen kein bemerkenswerter Unterschied gegenüber der Kontrollprobe beobachtet werden. Bei 0,5 bis 1% war aber der Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollprobe bereits sehr deutlich: Abb. 3. Die Keimlinge wurden weiter in den Lösungen und im Leitungswasser belassen; während die Keimlinge im Leitungswasser rasch wuchsen und kräftige Blätter entwickelten, kamen die mit Aescinlösungen behandelten über die Knospenbildung nicht hinaus.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Aus Wurzeln von Keimlingen, die unter Laub ausgekeimt waren, wurden Querschnitte hergestellt und zur Prüfung auf ihren Saponingehalt in Blutgelatine eingelegt. Das regelmäßige Auftreten eines hämolytischen Hofes erwies, daß die Wurzel Saponin enthält, das wahrscheinlich aus dem Samen abgewandert sein dürfte, der bis zu 13% Saponin enthält. Da das Aescin erst bei geringerer Verdünnung (ab 0,5%) hemmend wirkte, ist anzunehmen, daß sich der Gehalt an Saponin in der Wurzel innerhalb jener Verdünnungen bewegt, die noch keine Wachstumshemmung verursachen.

Ein Kastanienkeimling, der in Leitungswasser aufgezogen war, wurde für einen weiteren Versuch verwendet. Er hatte eine lange Hauptwurzel mit vielen Nebenwurzeln und zwei kräftige Blätter entwickelt. Nach einiger Zeit hörte das Wachstum auf, da die Reservestoffe des Samens aufgebraucht waren; die Pflanze blieb jedoch im Wasser wochenlang frisch, die Blätter waren turgeszent. Nun wurde die Pflanze in eine 1% Aescinlösung übertragen. Nach ungefähr 6—8 Tagen wurden die Blätter schlaff, als ob das durch Transpiration verloren gegangene Wasser auf dem Nachschubwege nicht ersetzt werden könnte. Das Schlaffwerden der Blätter veranlaßte uns dazu, den Einfluß von Aescinlösungen auf ausgewachsene Blätter von *Aesculus Hippocastanum* zu untersuchen. Gleichgroße Kastanienblätter wurden bei gleicher Blattstiellänge in verschieden verdünnte Aescinlösungen (0,001 bis 1%) eingestellt, zur Kontrolle in Leitungswasser. Die Lösungen wurden in schmale Eprouvetten bis zum Rande eingefüllt und die Blätter so eingestellt, daß sich der Blattstiel fast vollständig in der Lösung befand. Wie rasch die Lösungen eingesaugt werden, zeigte die Volumsabnahme der Flüssigkeiten in den Eprouvetten. Während das Blatt in Leitungswasser wochenlang frisch blieb, begann sich das Blatt in der 1% Aescinlösung in den nächsten 24—48 Stunden vom Rande her einzurollen. Die Einkrümmung nahm zu und in den folgenden Tagen wurden die Blattränder infolge Eintrocknung brüchig. Abb. 4 gibt den Unterschied zweier solcher Blätter nach einer Woche wieder. Ähnliches zeigte sich auch bei den Blättern in Lösungen mit stärkeren Verdünnungen, jedoch verhältnismäßig später (bei 0,5% nach 3—4 Tagen, bei 0,1% nach 8 bis 10 Tagen). Sowohl diese Beobachtungen als auch die früher beschriebenen Versuche mit den Keimlingen, die im ersten Stadium ihres Wachstums nur Wasser benötigten, ließen unwillkürlich die Frage entstehen, ob die Saponine vielleich auf die Wasseraufnahme einen Einfluß ausüben könnten, eine Annahme, die durch die im folgenden beschriebenen Keimungsversuche mit Pollenkörnern noch bestärkt wurde.

Solche Versuche mit Pollenkörnern erschienen besonders aussichtsreich, denn Pollen keimen auf geeignetem Nährboden sehr rasch, oft innerhalb weniger Stunden. Man kann daher erwarten, eine Saponinwirkung in kürzester Zeit zu erkennen. Nach PRINGSHEIM 1931 ist

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

3% Agar ein günstiger Nährboden für das Auskeimen von Pollenkörnern. Die Keimung ist in erster Linie von der entsprechenden Wasseraufnahme abhängig, die durch Zugabe von Rohrzucker zum Nährboden reguliert werden kann. So keimt nach PRINGSHEIM 1931 der Pollen von *Tradescantia* bei einer Zugabe von 30% Rohrzucker zum Nährboden gar nicht, bei 0% nur zum Teil, am besten bei einem Zuckergehalt des Nährbodens von 5%. Wird dem Nährboden kein Zucker zugegeben, so kann es infolge der übermäßigen Wasseraufnahme zu einem Platzen vieler Pollenkörner kommen; ein zu großer Zuckerzusatz behindert die Wasseraufnahme und somit die Keimung. Für die Versuche

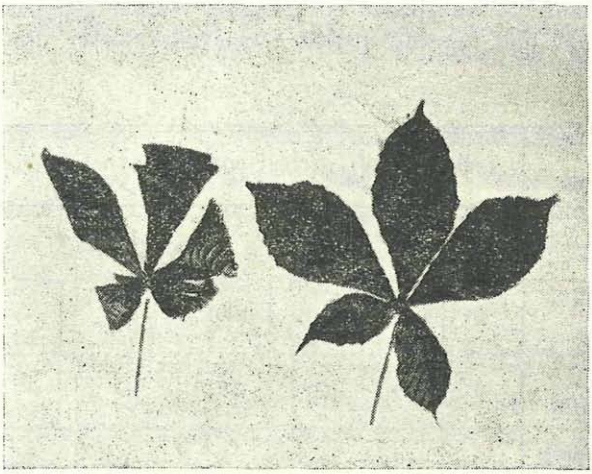

Abb. 4. *Aesculus Hippocastanum*-Blätter. Näheres im Text.

wurden 3% Agarnährboden mit 5% Rohrzucker verwendet, welche die Saponine in verschiedenen Konzentrationen enthielten. Von den Saponinen wurde Digitonin MERCK, Saponinum pur. alb. MERCK, Saponinum KAHLBAUM und Guajaksaponin MERCK als Zusätze zu den Nährböden verwendet und zwar in Verdünnungen von 0,1 bis 0,0001%.

Zur Herstellung der Nährböden wurde Agar (in Streifen) zerschnitten, mit der Rohrzuckerlösung, welche bereits die Saponine in verschiedenen Verdünnungen enthielt, übergossen und darauf unter häufigem Umschwenken 1—2 Stunden auf dem Wasserbade erwärmt. Die Agarnährböden für die Kontrollversuche enthielten nur 5% Rohrzucker, kein Saponin. Von den warmen flüssigen Nährböden wurden mittels Glasstab Tropfen auf den Objektträger gebracht, und zwar wurde gewöhnlich auf der linken Hälfte des Objektträgers der Agarnährboden mit Saponinzusatz, auf der rechten zur Kontrolle der saponinfreie Nährboden aufgetropft. Die Tropfen erstarrten rasch und wurden mit den Pollenkörnern beschickt, die mit einem feinen Haarpinsel von der Anthere abgenommen und durch Abklopfen oder Ab-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

streichen auf den Nährboden übertragen wurden. Die Objektträger wurden dann in Petrischalen eingelegt, die einige Tropfen Wasser enthielten und blieben eine bestimmte Zeit bei konstanter Temperatur stehen. Die Zeit wurde durch Vorversuche ermittelt; jene kürzeste Zeit wurde als die günstigste betrachtet, innerhalb welcher die Pollenschläuche eine beträchtliche, mit dem Mikrometer leicht meßbare Länge erreicht hatten.

Zuerst wurden Versuche mit Pollen saponinfreier Pflanzen durchgeführt. Sehr gut eignete sich der Pollen von *Linaria cymbalaria*. Die Blüten wurden bei sonnigem, trockenem Wetter abgenommen, der Pollen auf die Nährböden übertragen und 6 Stunden bei 20° stehen gelassen. Nach dieser Zeit wurden die Objektträger aus den Petrischalen herausgenommen, auf die Nährböden ein Tropfen Wasser gegeben, ein Deckglas aufgelegt und hierauf mittels Okularmikrometer die Länge der

Tabelle 3.

Saponin	1:1.000	1:5.000	1:10.000	1:50.000	1:100.000	1:200.000	1:500.000
Digitonin MERCK	0	0	0	0	60	148	=
Saponin MERCK	0	0	0	100	=	=	=
Saponin KAHLBAUM	0	0	0	132	=	=	=
Guajaksaponin MERCK	0	43	85	=	=	=	=

Pollenschläuche gemessen. Während die Pollenschläuche auf saponinfreiem Nährboden innerhalb dieser Zeit eine beträchtliche Länge erreichten, war das Wachstum der Pollenschläuche auf saponinhältigen Nährböden deutlich gehemmt, auf Nährböden mit höherem Saponingehalt erfolgte überhaupt keine Keimung.

Tabelle 3 bringt die durchschnittlichen maximalen Längen der Pollenschläuche in μ bei den verschiedenen Saponinkonzentrationen. 0 bedeutet, daß überhaupt keine Keimung erfolgte, das Zeichen =, daß zwischen Versuch und Kontrollprobe auf saponinfreiem Nährboden kein Unterschied feststellbar war. Die Länge der Pollenschläuche von *Linaria cymbalaria* betrug nach 6 Stunden bei 20° auf saponinfreiem Nährboden bis zu 158 μ.

Erwähnenswert ist die annähernde Übereinstimmung der Resultate mit dem Hämolytischen Index, so beispielsweise bei Saponinum pur. alb. MERCK (H.I. gefunden 14.300) und Saponinum KAHLBAUM (H.I. 9400). Bei der Verdünnung 1 : 50.000 keimen die Pollen beim stärkeren

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Saponin MERCK bis 100 μ, beim schwächeren KAHLBAUM-Saponin bereits bis 132 μ. Beim Guajaksaponin, dem schwächsten (H.I. 440) ist bereits bei der Verdünnung 1 : 5000 Keimung zu beobachten. Jedenfalls ist die Stärke des Saponins, ausgedrückt durch den Hämolytischen Index, auch an der keimungshemmenden Wirkung bei Pollenkörnern erkennbar.

Die Versuche wurden mit dem Pollen von *Tradescantia fluminensis* fortgesetzt. Die Nährböden wurden in diesem Falle bei 20° 24 Stunden stehen gelassen; die maximale Länge der Pollenschläuche auf saponinfreiem Nährboden betrug nach dieser Zeit 82 μ.

Aus Tabelle 4 ist zu ersehen, daß der Pollen von *Tradescantia* gegen Saponine noch empfindlicher ist als der Pollen von *Cymbalaria*; Digitonin 1 : 100.000 hemmt noch vollständig, desgleichen Saponin MERCK bei einer Verdünnung 1 : 50.000. Auch der Vergleich mit dem Hämoly-

Tabelle 4.

Saponin	1:1.000	1:5.000	1:10.000	1:50.000	1:100.000	1:200.000	1:500,000	1:1,000.000
Digitonin MERCK	0	0	0	0	0	30	70	=
Saponin MERCK	0	0	0	0	66	=	=	=
Saponin KAHLBAUM	0	0	0	10	=	=	=	=
Guajaksaponin MERCK	0	33	50	=	=	=	=	=

tischen Index zeigt, daß die Keimung des Pollens bereits durch Verdünnungen vollständig gehemmt wird, bei welchen noch keine totale Hämolyse eintritt.

Die Pollen, mit denen diese Versuche durchgeführt wurden, stammten von saponinfreien Pflanzen und es war daher anzunehmen, daß die Pollen dieser Pflanzen gegen Saponine besonders empfindlich sind. Zur Untersuchung des Einflusses von Saponinen auf die Keimung von Pollen saponinhältiger Pflanzen wurde *Cyclamen europaeum* herangezogen, das in den Knollen das Saponin Cyclamin führt. Die Pollenschläuche dieser Pflanze erreichten auf saponinfreiem Nährboden bei 20° nach 6 Stunden eine Länge bis zu 264 μ. Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse.

Auch in diesem Falle war die Keimung gehemmt, doch erwies sich dieser Pollen als weniger empfindlich gegenüber den Saponinen als der Pollen der saponinfreien Pflanzen *Cymbalaria* und *Tradescantia*.

Nach diesem Ergebnis interessierte daher der Einfluß eines arteigenen Saponins ganz besonders. Zu diesem Zwecke wurden Pollen von

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Aesculus Hippocastanum auf Nährböden übertragen, welche das selbst hergestellte Aescin in verschiedenen Verdünnungen enthielten. Die Länge der Pollenschläuche auf saponinfreiem Nährboden betrug bei 25° nach 24 Stunden bis zu 180 μ. Bei einem Aescingehalt des Nährbodens von 0,1 und 0,2% keimten einzelne Pollen verkümmert aus. Bei einem Gehalt von 0,01% keimten wenige, die Pollenschläuche erreichten eine Länge bis 80 μ, bei 0,002% waren ungefähr 70% ausgekeimt (Länge bis 150 μ) und bei 0,001% wurden Längen bis 160 μ gemessen. Bei einem Gehalt von 0,0005% war im Vergleich zur Kontrollprobe kein Unterschied mehr festzustellen.

Es hemmt somit auch das arteigene Saponin die Pollenkeimung. Es wurde auf diese Feststellung hin das Gynoeceum von *Aesculus Hippocastanum* mittels Blutgelatine auf seinen Saponingehalt untersucht. Dicht unter der Narbenspitze war noch kein Saponin nachweisbar, wohl aber in der halben Höhe des Griffels. Stark war der hämolytische Hof um Schnitte aus der Fruchknotenwand, die sich somit als stark saponinhältig erwies. Die Samenanlage selbst gab in diesem Stadium noch keine Reaktion, wohl aber entstand an der Abrißstelle des Funikulus ein kleiner hämolytischer Hof. Da bald darauf (nach 10—14 Tagen) auch bei den Samenanlagen die Reaktion positiv ausfiel, ist anzunehmen, daß aus der Fruchtwand durch den Funikulus Saponin in die Samenanlage abgewandert war. Bei der keimungshemmenden Wirkung des pflanzeneigenen Saponins war es überraschend, daß auch der Griffel Saponin enthält. Man ist zuerst geneigt anzunehmen, daß das Aescin, welches durch eine chemische Manipulation aus den Samen gewonnen wurde, nicht mit dem Saponin identisch wäre, welches im Gynoeceum vorkommt. Gerade aber die hämolytische Wirkung des gewonnenen Aescins und des Saponins in den Schnitten durch Griffel und Fruchtknotenwand läßt die

Tabelle 5.

Saponin	1:1.000	1:5.000	1:10.000	1:50.000	1:100.000	1:200.000	1:500.000
Digitonin MERCK	0	0	0	0	198	231	=
Saponin MERCK	0	0	60	231	=	=	=
Saponin KAHLBAUM	0	0	99	231	=	=	=
Guajaksaponin MERCK	40	99	=	=	=	=	=

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Ähnlichkeit der Saponine vor allem in ihrer biologischen Wirksamkeit vermuten. Aber es kann wohl angenommen werden, daß der Pollenschlauch bei seinem Wachstum durch den Griffelkanal oder durch das lockere Parenchym des Griffels mit dem Saponin nicht in Berührung zu kommen braucht, insbesonders dann, wenn das Saponin in Vakuolen lokalisiert ist.

Nach PRINGSHEIM 1931 braucht das Pollenkorn nur eine entsprechende Menge Wasser aufzunehmen, um zu keimen. Schon die Versuche mit den Kastanienblättern lenkten die Aufmerksamkeit auf die Wasseraufnahme; in diesem Zusammenhange interessierte nun, welche Folgen durch Behinderung der Wasseraufnahme beim Auskeimen des Pollens, so z. B. von *Linaria cymbalaria,* eintreten. Es wurden daher Nährböden mit verschiedenem Rohrzuckergehalt hergestellt und mit Pollen von *Linaria cymbalaria* beschickt. Die Pollenschläuche erreichten auf dem Nährboden mit 5% Zucker eine Länge bis zu 160 μ, mit 10% Zucker 191 μ, mit 20% 148 μ und bei einem Zuckergehalt von 30% nur mehr 105 μ. Für die Keimung dieser Pollen erwies sich somit ein Nährboden mit 10% Zucker am günstigsten, ein höherer Zuckergehalt hatte bereits ein verkürztes Längenwachstum des Pollenschlauches zur Folge, gerade so wie jene schwächeren Saponinkonzentrationen, die noch keine vollständige Hemmung der Keimung verursachen.

Die Saponine werden häufig mit einer Permeabilitätssteigerung in Zusammenhang gebracht; die Annahme, daß die Saponine die Permeabilität für gewisse Stoffe erhöhen, ist mit dem Begriff „Saponin" eng verbunden. Die Erhöhung der Durchlässigkeit wird mit einer Einflußnahme auf das Lipoidsystem erklärt. Würde eine Permeabilitätssteigerung jedoch für Wasser zutreffen, dann wäre anzunehmen, daß bei der Pollenkeimung, bei welcher lediglich nur Wasser notwendig ist, bei starken Verdünnungen des arteigenen Saponins doch auch einmal eine Förderung des Wachstums des Pollenschlauches hätte beobachtet werden müssen. Auch bei den Lupinenkeimlingen, die vorerst für ihr Wachstum nur Wasser benötigen, da sie die übrigen Nährstoffe aus den Nährgeweben beziehen, konnte bei hohen Verdünnungen keine Wachstumsförderung beobachtet werden. Die Saponineinwirkung dürfte wohl auf die Plasmaoberfläche begrenzt sein, da kaum anzunehmen ist, daß die Saponine, die meist in kolloider Lösung vorliegen, in das Innere des Plasmas eindringen. Bei den zuckerreichen Nährböden ist die Wasseraufnahme auf osmotischem Wege behindert. Sollte auch bei den Saponinen die Ursache der wachstumshemmenden Wirkung, wie der ähnliche Effekt vermuten läßt, eine Behinderung der Wasseraufnahme sein, so dürfte diese Erscheinung vielleicht dadurch verursacht werden, daß hydrophile Gruppen der Plasmakolloide durch die Adsorption der Saponine in ihrer Funktion gehemmt werden. Die Ursache einer derartigen Hemmung könnte verschiedener Art sein, sie könnte beispielsweise durch

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Verdrängung von Wassermolekülen an den hydrophilen Gruppen durch die Adsorption des Saponins hervorgerufen werden, oder hydrophile Gruppen werden durch die Adsorption der Saponinteilchen verdeckt. Die oft erwähnte „schädigende" Wirkung der Saponine würde bei einer derartigen Annahme in einer funktionellen Behinderung hydrophiler Gruppen der Plasmakolloide begründet sein.

Über die physiologische Bedeutung der Saponine sind bisher nur wenige Meinungen geäußert worden. So spricht WAAGE 1892 die Saponine als Nebenprodukte des Stoffwechsels an, die einen Schutz gegen Tierfraß bilden. Nach WEEWERS 1903 nimmt der Saponingehalt der Samen von *Aesculus Hippocastanum* bei der Keimung ab, er hält daher das Saponin in diesen Samen für einen Reservestoff. Es wäre abwegig, wollte man für eine so große Klasse von Naturstoffen eine einzige Funktion suchen. Es wäre aber immerhin denkbar, daß die Saponine unter gewissen Bedingungen, vor allem bei bestimmten Verdünnungen, in einzelnen Fällen einen Einfluß auf die Wasseraufnahme und damit auf den Wasserhaushalt in der Pflanze ausüben. Diese Einflußnahme könnte von außen her auf die Plasmaoberfläche erfolgen, wenn sich das Saponin aus dem Gefäßbündel heraus auf die Plasmaoberfläche verteilt. Daß das Phloem beispielsweise bei *Aesculus Hippocastanum* Saponin führt, wurde schon von ROBERG und MARCHAL 1937 nachgewiesen. Auch bei den oben geschilderten Untersuchungen der Blütenteile von *Aesculus* wurde die Samenanlage zuerst frei von Saponin, nach einer bestimmten Zeit jedoch saponinhältig gefunden, während die Abrißstelle des Funikulus gleich einen hämolytischen Hof ergab, so daß angenommen werden muß, daß durch das Gefäßbündel des Funikulus Saponin aus der Fruchtwand in die Samenanlage einwanderte. Auch vom Zellsafte aus wäre eine Einflußnahme auf die Vakuolenwand und damit auf den Wasserdurchtritt nach beiden Richtungen denkbar. Daß über die Wasseraufnahme auch ein Einfluß auf das Wachstum erfolgen könnte, wäre besonders bei jungen, rasch wachsenden Organen eine natürliche Folge.

Zusammenfassung

Das Wachstum der Keimlinge von *Lupinus albus* wird durch Saponine gehemmt. Daß auch arteigene Saponine wachstumshemmend wirken, konnte an Keimlingen von *Digitalis purpurea* und *Aesculus Hippocastanum* gezeigt werden.

Das Wachstum der Pollenschläuche beim Auskeimen von Pollenkörnern wird durch Saponine ebenfalls gehemmt. In diesem Sinne wirken auch arteigene Saponine. Da für das Auskeimen der Pollenkörner in erster Linie eine bestimmte Menge Wasser notwendig ist, wird ein Zusammenhang zwischen Saponineinwirkung und Wasseraufnahme vermutet, nachdem Beobachtungen an Keimlingen und Blättern von *Aescu-*

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

lus Hippocastanum auf einen Zusammenhang in dieser Hinsicht hindeuten. Sollte diese Vermutung zurecht bestehen, daß die Saponine eine Behinderung der Wasseraufnahme verursachen, so wird diese Behinderung mit einer funktionellen Hemmung hydrophiler Gruppen der Plasmakolloide durch die Saponinadsorption und auf diese Weise die oft erwähnte „schädigende" Wirkung der Saponine zu erklären versucht.

Es wird auch die Möglichkeit erörtert, daß den Saponinen in bestimmten Verdünnungen eine physiologische Rolle durch Einflußnahme auf die Wasseraufnahme und damit auf den Wasserhaushalt der Pflanze zufallen könnte.

Schrifttum

FISCHER R. und SCHROPP H. 1931: Die Verteilung der Saponine in der Pflanze. Arch. Pharm. 269: 157—164.

HAUSER W. und ROSENBERGER K. 1949: Über die Digitaliswertbestimmung mit Lupinenkeimlingen. Sci. Pharm. 17: 11—15.

KANZLER L. 1925: Beiträge zur Physiologie der Keimung und der Keimlinge. Beih. bot. Cbl. 41: 185—238.

MACHT D. J. and LUBIN D. S. 1923: A phyto-pharmacological study of some heart drugs. Proceed. Soc. Experim. Biol. and Med. 20: 333—335.

NIETHAMMER A. 1928 a: Stimulationsprobleme im Zusammenhang mit den inneren Faktoren, die die Keimung bedingen. Beitr. Biol. Pflanze 16: 267—350.

NIETHAMMER A. 1928 b: Fortlaufende Untersuchungen über den Chemismus der Angiospermensamen und die äußeren natürlichen wie künstlichen Keimungsfaktoren. Biochem. Zeitschr. 199: 175—185.

PRINGSHEIM E. G. 1931: Pflanzenphysiologische Übungen, Leipzig.

ROBERG M. und MARCHAL E. 1937: Saponinverteilung und wechselnder Saponingehalt einiger Pflanzen und Samen. Jahrb. wiss. Bot. 84: 710—739.

SCHNIDERSCHITSCH N. und ROSENBERGER K. 1950: Phyton, im Druck.

WAAGE TH. 1892: Über das Vorkommen saponinartiger Stoffe im Pflanzenreiche. Pharm. Zentralhalle 33: 712—714.

WEEVERS TH. 1903: Die physiologische Bedeutung einiger Glykoside. Jahrb. wiss. Bot. 39: 229—272.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: 2_1-3

Autor(en)/Author(s): Hauser Willibald, Langer Elfriede

Artikel/Article: Über den Einfluss von Saponinen auf das Pflanzenwachstum. 110-123