

34. Friedrich Boas: Die Wirkungen der Saponin- substanzen auf die pflanzliche Zelle.

(II. Mitteilung.)

(Aus dem botanischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule
Weihenstephan.)

(Eingegangen am 13. April 1922. Vorgetragen in der Maisitzung 1922.)

In einer kürzlich erschienenen Arbeit habe ich (1) versucht, den Grad der Wirkung der Saponinsubstanzen auf die Hefezelle in einer ähnlichen Reihe anzuordnen wie dies KOBERT (2) bei Erythrocyten tat. Diese Reihe war nun insofern von Anfang an schon etwas unsicher, weil es mir wegen Mangels an Cyclamin unmöglich war, Vergleichsuntersuchungen vorzunehmen. Ich war demnach nur auf die Angaben J. LUNDBERGS (3) angewiesen, der vergleichende Versuche mit verschiedenen Saponinen nicht durchgeführt hat. In der Zwischenzeit ist es mir nun durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. A. WINDAUS, Göttingen, ermöglicht worden, mit Cyclamin die nötigen Versuche anzustellen. Aus diesen vergleichenden Versuchen mit Cyclamin hat sich nun ergeben, daß die von mir Seite 34 erwähnte Saponinreihe etwa lauten muß: Guajaksaponin, Quillayasaponin (Sapotoxin), Cyclamin, Smilacin, Digitonin. Ferner hat sich ergeben, daß, wie aus allgemeinen physiologischen Gründen zu erwarten war, Cyclamin in niedrigen Konzentrationen den Zuckerumsatz durch die Hefezelle fördert, nur in stärkeren Konzentrationen hemmt. Ähnlich verhält sich übrigens auch Digitonin. Da nämlich LUNDBERG mit einem gewissen Nachdruck betont, daß Cyclamin in allen Konzentrationen hemmt, möchte ich hier seine an sich nicht völlig wahrscheinliche Angabe in dem obigen Sinne erweitern. Es ist nicht ohne Interesse hier zu bemerken, daß NEUBERG und M. SANDBERG (4) mit lebender Hefe Verzögerung, mit Hefesäften dagegen Förderung der Gärung erzielt haben; die Hemmung durch Cyclamin und Digitonin ist wohl auf die z. T. verhältnismäßig hohe Konzentration des Aktivators bei NEUBERG und SANDBERG, ebenso bei LUNDBERG zurückzuführen; im übrigen deckt sich dieser Befund mit meinen und LUNDBERGS Angaben. Daß die angewendete Hefe und die Hefenmenge ebenfalls eine Rolle spielt, sei nur nebenbei erwähnt. Da nun die Saponinsubstanzen oberflächenaktiv

sind, gebe ich im folgenden auch den Wert der relativen Oberflächenspannung in Tropfenzahlen an, bezogen auf Wasser, erhalten mit TRAUBES Stalagmometer. Wie sich im weiteren Verlaufe der Arbeit ergeben wird, ist aber eine Kongruenz zwischen Oberflächenaktivität und physiologischer Wirksamkeit nicht vorhanden. Die physiologische Wirksamkeit der Saponinsubstanzen beruht eben, wie WINDAUS (5) schon vor Jahren und E. SIEBURG und F. BACHMANN (6) erst jüngst wieder betonten, auf ihrer Fähigkeit mit Lipoids-substanzen, wie Cholesterin, wohl definierte chemische Verbindungen einzugehen. Daß auch zu Lecithin enge Beziehungen bestehen, ist schon oft nachgewiesen worden.

Für den Versuch 1 wurden folgende Gäransätze verwendet. Zu 10 ccm frischer, dickbreiiger Hefe kamen:

- a) 20 ccm dest. Wasser. Tropfenzahl 53,5
- b) 10 ccm 1%iges Saponin Merck pur. albiss. Tropfenzahl im Stalagmometer 59
- c) 10 ccm 0,3%iges Digitonin. Tropfenzahl 78,5
- d) 10 ccm 0,06%iges „ „ 74
- e) 10 ccm 0,012%iges „ „ 59,5
- f) 10 ccm 1%iges Cyclamin „ 66,5
- g) 10 ccm 0,15%iges „ „ 59,5.

Nach Zusatz von 10 ccm Wasser erfolgte Zugabe von 25 ccm 15%iger Rübenzuckerlösung. Es wurden erhalten g CO₂ nach

Versuch 1.

	1 ^{3/4}	3 ^{1/2}	5 ^{1/4}	6 ^{3/4}	23 Stunden
a)	0.09	0.35	0.44	0.57	1.22 g CO ₂ Kontrolle
b)	0.11	0.36	0.47	0.56	1.22 Saponin Merck
c)	0.03	0.04	0.06	0.08	0.14 Digitonin
d)	0.08	0.25	0.32	0.39	0.87 Digitonin
e)	0.10	0.36	0.50	0.59	1.29 Digitonin
f)	0.10	0.28	0.34	0.41	0.79 Cyclamin
g)	0.12	0.36	0.48	0.58	1.27 Cyclamin.

In den verwendeten niedrigen Konzentrationen fördern demnach sowohl Cyclamin wie Digitonin erkennbar die Gärung; wenn die Gärungsförderung durch Cyclamin in Versuch 1 g) nur gering ist, so mag darauf hingewiesen werden, daß in anderen Versuchen stärkere Ausschläge erzielt wurden. Der Raumersparnis halber sollen weitere Versuche hier nicht mehr angeführt werden.

Die Wirkung von Cyclamin und Digitonin beruht auf ihrer

Verbindung mit Cholesterin. Namentlich Digitonin gibt, wie WINDAUS erwiesen hat, eine besonders feste Verbindung mit Cholesterin. Damit wird im Zellkomplex die Cholesterinkomponente festgelegt, inaktiviert und auch die Struktur des Plasmas, das von Lipoiden durchsetzt ist, zerstört, so daß die enzymatische Leistung der Zelle schwer beeinträchtigt wird. Die Wirkung hoher Gaben hochaktiver Saponinsubstanzen ist also aus ihrer Lipoidwirkung wohl verständlich.

Daß es sich hier also um chemische Einwirkungen auf die Lipoide der Zelle handelt, ist durch den Reagensglasversuch erwiesen; die Oberflächenaktivität der Saponinsubstanzen tritt in den Hintergrund. Dies möchte ich noch durch Versuch 2 erhärten.

Versuch 2.

Zusätze zu 10 ccm frischer gewaschener Unterhefe:

- | | | | |
|----|--|--------------------------------|------|
| a) | 20 ccm dest. Wasser. | Tropfenzahl des Stalagmometers | 53,5 |
| b) | 10 ccm 2 %iges Quillayasaponin (Gehe). | Tropfenzahl | 62 |
| c) | 10 ccm 1 %iges glycochols. Natrium. | „ | 95,5 |
| d) | 5 ccm 0,06 %iges Digitonin. | „ | 74 |
| e) | 3 ccm 0,06 %iges „ | „ | |
| f) | 2 ccm 0,06 %iges „ | „ | |
| g) | 10 ccm glycochols. Natrium und 5 ccm Digitonin | | |
| h) | 10 ccm „ „ „ 3 ccm „ | | |
| i) | 10 ccm „ „ „ 2 ccm „ | | |
| k) | 10 ccm Quillayasapon „ 5 ccm „ | | |
| l) | 10 ccm „ „ „ 3 ccm „ | | |

Alle Gäransätze mit dest. Wasser auf 30 ccm ergänzt, darauf folgte Zusatz von 25 ccm 15 %iger Rübenzuckerlösung.

Es wurden entwickelt bei Zimmertemperatur g CO₂ nach

	2	5 $\frac{1}{2}$	8	24 Stunden	
2a)	0.20	0.62	0.81	1.65	Kontrolle
2b)	0.24	0.65	0.86	1.74	Quillayasaponin
2c)	0.19	0.67	0.87	1.67	Glycochols. Natrium
2d)	0.18	0.45	0.53	1.03	Digitonin (5 ccm)
2e)	0.21	0.60	0.76	1.44	Digitonin (3 ccm)
2f)	0.22	0.65	0.88	1.67	Digitonin (2 ccm)
2g)	0.22	0.79	1.07	1.77	Gallensalz + Digitonin (5 ccm)
2h)	0.19	0.76	1.00	1.77	„ + „ (3 ccm)
2i)	0.20	0.74	1.00	1.77	„ + „ (2 ccm)
2k)	0.21	0.59	0.74	1.35	Quillayasap. + Digitonin (5 ccm)
l)	0.22	0.61	0.80	1.54	„ + „ (3 ccm)

Aus diesem Versuche 2 geht hervor, daß zwischen Oberflächenaktivität und physiologischer Wirksamkeit der Saponinsubstanzen und ähnlich wirkender Körperklassen (Gallensalze) kein Parallelismus besteht. Die Wirkung der Saponinsubstanzen beruht aber, wie schon mehrmals betont, auf ihrer chemischen Affinität zu den Lipoiden der Zelle. Zu dem Versuche 2 ist die Feststellung von Interesse, daß Saponin und Digitonin sich gegenseitig hemmen, so daß durch Saponin die Wirkung von Digitonin abgeschwächt wird, so daß die Kombination Quillayasaponin—Digitonin entschieden weniger giftig ist als Digitonin allein. Die Kombination Gallensalz—Digitonin führt sogar zu einer beträchtlichen Förderung der Gärung. Das stark lipoidlösende Gallensalz verhindert die Ausfällung des Cholesterins, damit wird auch die Zerstörung der Zellstruktur gehemmt, so daß bei reichlichem Zustrom von Zucker die Zymase intensiv arbeiten kann. Neben dieser Änderung der Permeabilität scheinen aber die Lipoide wohl noch eine aktivierende Rolle auf die Zymase auszuüben. Hierüber sollen weitere Untersuchungen folgen. Jedenfalls geht aus diesen Versuchen hervor, daß eine geringfügige Beeinflussung der Cholesterinkomponente die Gär-tätigkeit fördert, eine Festlegung zu einem Saponincholesterid aber durch Zerstörung der Struktur der Zelle die Zymasetätigkeit vernichtet. Welche Rolle die Lecithinkomponente für sich bzw. in Bindung mit Cholesterin spielt, ist eine Aufgabe für weitere Untersuchungen.

Wie wenig übrigens die Oberflächenaktivität eine Rolle spielt, geht noch aus anderen vergleichenden Versuchen mit einem Saponinum depuratum STHAMER¹⁾ (Quillayasaponin), mit einem reinen Quillayasaponin (GEHE), mit Smilacin, Cyclamin und Digitonin hervor. Dabei ergab sich folgendes:

Anordnung der Saponine nach der relativen Oberflächenspannung der verwendeten Lösungen:		Anordnung der Einwirkung der Saponine auf die Gärung. (Abnahme der Gärung):	
Saponin Gehe	↓ Abnahme der Oberflächenspannung ↓	Saponin Sthamer	↑ Zunehmende Störung der Gärung ↓
Cyclamin		Quillayasaponin	
Saponin Sthamer		Cyclamin	
Digitonin		Smilacin	
Smilacin		Digitonin	

1) Von der Firma Dr. R. STHAMER, Chemische Fabrik, Hamburg 1, Lebenswändigst zur Verfügung gestellt.

Es läßt sich also in keinem Falle ein Parallelismus zwischen Oberflächenaktivität und physiologischer Wirksamkeit erkennen.

Zusammenfassung:

Cyclamin und Digitonin wirken in geringer Konzentration gärungsfördernd, in stärkerer Konzentration gärungshemmend.

Die Wirkung von Cyclamin und Digitonin beruht auf einer chemischen Bindung mit Cholesterin der Zelle. Die Ausflockung des Cholesterins führt unter Zerstörung der Struktur des Plasmas zum baldigen Tod und damit zur Aufhebung der Gärtätigkeit der Hefezelle. Die Lipide, die sowohl in der Oberfläche des Plasmas wie im Innern anzunehmen sind, gehören nach den Saponinversuchen zu den wichtigsten und reaktionsfähigsten Bestandteilen der Zelle.

Eine mäßige Änderung der Bindungsweisen der Lipide regt die Zelltätigkeit (hier Zymasetätigkeit) in hohem Maße an, teils durch Erhöhung der Permeabilität, teils vielleicht durch Beseitigung von Hemmungsstoffen.

Zwischen Oberflächenaktivität und Wirksamkeit der Saponinsubstanzen besteht kein sicherer Parallelismus, da die chemischen Wirkungen der Saponinsubstanzen überwiegen.

Literaturbericht.

1. F. BOAS. Diese Berichte. 40. 32—38. 1922. Dasselbst weitere Literatur. Ferner Biochem. Zeitschrift 1922. Im Druck.
 2. KOBERT, R. Beiträge zur Kenntnis der Saponinsubstanzen. Stuttgart 1904.
 3. LUNDBERG, J. Zeitschrift f. Gärungsphysiol. 2. 223. 1913.
 4. NEUBERG C. u. M. SANDBERG. Biochem. Zeitschrift. 126. 171 ff. 1922.
 5. WINDAUS, H. Ber. deutsch. chem. Ges. 42. 238—246. 1909.
 6. SIEBURG E. und F. BACHMANN. Biochem. Zeitschrift. 126. 130 ff. 1922.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Boas Friedrich

Artikel/Article: [Die Wirkungen der Saponinsubstanzen auf die pflanzliche Zelle. 249-253](#)