6. F. Boas: Bemerkungen über konidienbildende Stoffe bei Pilzen.

(Aus dem botanischen Laboratorium der Akademie Weihenstephan.)

(Eingegangen am 18. Januar 1919.)

In der zahlreichen Literatur über *Aspergillus niger* findet sich nirgends ein deutlicher Hinweis auf die Beziehungen zwischen der Schnelligkeit und Stärke der Konidienbildung und dem Nährsubstrat. Die genauere Verfolgung dieser Beziehungen ist aber zweifellos geeignet, Einblicke in die spezielleren Vorgänge des Stoffwechsels zu geben, insofern als sich Zusammenhänge von Morphologie und chemischer Beschaffenheit herausstellen werden; diese Zusammenhänge sind geeignet, bei eingehender Untersuchung die Morphologie der Pilze als Funktion gewisser chemischer Eigenschaften auffassen zu können. Wir können eine dahin gerichtete Untersuchung analytisch und synthetisch durchführen und kommen vielleicht auf diesem Wege zu einer Morphogenese auf biochemischer Grundlage. Diese Form der Untersuchung, welche gleichzeitig morphologisch und biochemisch vorgeht, also beide Richtungen sozusagen synthetisch behandelt, möchte ich als celluläre Biochemie bezeichnen, im Gegensatz zur allgemein üblichen, meist descriptiven Biochemie und der noch wenig auf chemischen Grundlagen fundierten Morphologie.

Gerade die Bildung der Konidien bei *Aspergillus niger* ist sehr stark von der Nährlösung abhängig und ist infolgedessen sehr gut für eine Untersuchung im angeführten Sinne geeignet. Betrachten wir die meist verwendeten Nährstoffe mit Rücksicht auf ihre Eignung, den Lebensgang von *Aspergillus niger* zu beeinflussen, so können wir in großen Umrissen folgende 4 Hauptgruppen unterscheiden:

- I. Gruppe: Myzelwachstum stark und gleichzeitig Konidienbildung rasch und intensiv.
- II. Gruppe: Myzelwachstum stark, Konidienbildung etwas gehemmt.
- III. Gruppe: Myzelwachstum gehemmt, Konidienbildung stark gefördert.
- IV. Gruppe: Myzelwachstum und Konidienbildung verzögert.

Bei der I. Gruppe verläuft also Myzel- und Konidienbildung harmonisch, alle hierher gehörigen Nährstoffe müssen als vorzüglich bezeichnet werden. Eine gegensätzliche Korrelation zwischen Wachstumsintensität und Konidienbildung besteht demnach hier nicht. In diese Gruppe gehören von den Kohlenstoffquellen (eine gute Stickstoffquelle vorausgesetzt) Maltose, Raffinose und Glyzerin.

In Gruppe II ist das vegetative Wachstum auf Kosten der Konidienbildung etwas gefördert. Für den vorliegenden Fall ist diese Gruppe weniger interessant, dafür die Gruppe III, bei welcher die Konidienbildung meist zeitlich sehr stark gefördert ist; die vegetative Entwicklung dagegen ist meist recht gering, wenigstens am Anfang der Versuche. Es handelt sich in diesem Falle in gewissem Sinne um ein Analogon zu Hungerformen und Nanismus bei höheren Pflanzen. Es sind besonders Stickstoffverbindungen, nämlich Säureamide, welche trotz des Vorhandenseins bester Kohlenstoffquellen stets in dem angedeuteten Sinne wirken. Eine gewisse Ausnahme macht nur Harnstoff, da bei Ernährung mit Harnstoff ziemlich hohe Erntegewichte erzielt werden, welche den mit den besten Stickstoffquellen erzielten oft kaum nachstehen.

Die IV. Gruppe umfaßt ausgesprochen giftig wirkende Stoffe; als solcher sei von den Stickstoffquellen Biuret erwähnt, worüber ich in einer anderen Arbeit schon kurz berichtet habe.

Diese Übersicht sei nun an der Hand einiger Beispiele kurz erläutert und zwar zuerst Gruppe I an dem Verhalten von Maltose und Raffinose. Als Nährlösung diente eine Lösung, welche neben 5 % Zucker 2 % Ammonsulfat, 0,25 saures Kaliumphosphat und 0,15 % Magnesiumsulfat enthielt. Eine derartige Lösung ist für das Studium konidienbildender Stoffe in gewissem Sinne äußerst günstig. Denn durch den Verbrauch von Ammonsulfat wird die Nährlösung stark sauer durch die auftretende freie Schwefelsäure. Starke Säuren hemmen aber beträchtlich die Konidienbildung; wenn nun trotzdem bei Verwendung von Ammonsulfat reichlich Konidien gebildet werden, so muß der konidienhemmende Einfluß der Säure paralytisch werden und die spezifisch konidienbildende Kraft der zu untersuchenden Verbindung tritt umso deutlicher hervor. Dies zeigt nun die folgende Übersicht.

Kohlenstoffquelle	Konidienbildung nach:		
	1	2	3 Tagen
5 % Saccharose	—	—	—
Maltose	—	wenig	mäßig.
Raffinose	wenig	stark	stark.

Schneeweiße Myzeldecke.
Pilzdecke mäßig schwarz.
Ganz schwarze Pilzdecke.

Die Wirkung von Maltose und ganz besonders von Raffinose als Konidienbildner ist jedenfalls deutlich genug. Dabei ist zu bemerken, daß in beiden Fällen Erntegewichte erzielt werden, welche die mit Saccharose erzielten erreichen oder sogar übertreffen. Die gleichen Resultate erhält man auch bei Verwendung von *Aspergillus glaucus*. (Versuchstemperatur in beiden Fällen 27° C.) Ein ganz ähnlicher Versuch wurde noch mit Harnstoff als Stickstoffquelle durchgeführt. (0,5 % Harnstoff, 5 % Zucker, Nährsalze wie bei dem ersten Versuche, 20 ccm Nährlösung in 50 ccm ERLÉNMEYER - Kolben; 32° C.) Es wurden folgende Resultate erzielt:

Kohlenstoffquelle	Konidienbildung nach:		Ernte nach 3 Tagen
	2 Tagen	3 Tagen	
Maltose	reichlich	dicke, schwarze Decke	{ 0,460 g 0,460 g
Dextrose	—	fast weiße Decke	{ 0,460 g 0,425 g
Laevulose	—	wenig Konidien	0,365 g
Saccharose	—	reinweiße Decke	{ 0,310 g 0,278 g
Raffinose	mäßig	dicke, schwarze Decke	—

Es wirken also auch hier Raffinose und Maltose rasch konidienbildend, dabei wird ein hohes Erntegewicht erzielt, das heißt mit anderen Worten, bei Ernährung mit Maltose und Raffinose wird Arbeitsleistung des Pilzes auf ein Minimum herabgesetzt. Säurewirkungen durch die vorhandene Oxalsäure als Erklärungsgrund für das Fehlen der Konidien bei Dextrose und Laevulose dürften ausgeschlossen sein, denn nach 3 Tagen verbrauchen 10 ccm Nährlösung folgende Mengen $\frac{1}{10}$ Kalilauge gegen Methylorange als Indikator:

Kohlenstoffquelle	Laugenverbrauch
Maltose	1,50 ccm
Dextrose	1,30 ccm
Laevulose	1,60 ccm
Saccharose	6,50 ccm
Raffinose	1,50 ccm

Trotzdem die Dextrose- und Laevulosekulturen nach 3 Tagen sehr arm an Konidien sind, weisen sie doch keine nennenswerten Differenzen hinsichtlich des Vorhandenseins der Oxalsäure auf gegenüber den ganz intensiv schwarzen Decken der Maltose- und Raffinosekulturen. Die Saccharosekultur dagegen zeigt eine hohe

Säurekonzentration. Die Saccharose nimmt ja auch hinsichtlich der Bildung löslicher Stärke eine Sonderstellung ein, wie ich verschiedentlich betonte. Diese Sonderstellung der Saccharose tritt auch hinsichtlich der Konidienbildung ein. Die Unterdrückung der Konidienbildung dürfte im vorliegenden Falle also direkte Saccharosewirkung sein, nicht aber direkt durch die hohe Säurekonzentration bedingt sein.

Ähnlich wie Maltose und Raffinose wirkt auch Glycerin. Es geht hier rasche Konidienbildung und Erzeugung hoher Erntegewichte parallel, wie der folgende mit 5 0/0 Glycerin und 0,5 % Asparagin durchgeführte Versuch zeigt. Versuchsbeginn 8. XI. 1918.

	Konidienbildung	Erntegewichte
am 10. XI.	reichlich	0,3890 g
am 12. XI.	„	nicht gewogen
am 13. XI.	völlig schwarze Decke	0,6740 g

Zur Gruppe I gehören also Raffinose, Maltose und Glycerin.

Gruppe II sei hier nicht weiter besprochen. In Gruppe III sollen die Säureamide behandelt werden. Wir wollen sie vergleichend mit der zugehörigen Aminosäure und dem entsprechenden Ammonsalz kurz behandeln; und zwar zuerst Acetamid und Glykokoll. (Nährlösung: 5 % Saccharose, 0,5 % N-Quelle, Nährsalze wie oben; 25 ccm Lösung in 50 ccm ERLÉNMEYERkolben; 32° C.) Es ergaben sich folgende Resultate:

Stickstoff- quelle:	Konidienbildung nach:			Erntegewichte nach 3 Tagen:
	1 Tag	2 Tagen	3 Tagen	
Acetamid	deutlich	dünne schwarze Decke	volle schwarze Decke	0,0095 g
Glykokoll	keine	ganz wenig	Decke noch immer fast weiß	0,511 g

Ähnliche Resultate erhält man mit Oxamid und Succinamid. Besonders auffällig ist das äußerst geringe Erntegewicht in den ersten Tagen; erst bei längerer Kulturdauer, etwa :—4 Wochen, erhält man mit Säureamiden höhere Erntegewichte, die im allgemeinen bei den eingehaltenen Versuchsbedingungen um 0,3 Gramm liegen. Inzwischen hat sich jedoch das Gewicht der Vergleichskulturen durch Proteolyse meist schon ziemlich verkleinert, so daß, wenn man erst nach längerer Versuchsdauer, wie CZAPEK (1) oder LUTZ (2) erntet, die Differenzen zwischen Säureamid und Aminosäure etwas ausgeglichen werden. Dadurch wird aber der eigentliche Sachverhalt über den Nährwert der Säure-

amide verdeckt. Der Nährwert der Säureamide ist also noch wesentlich geringer als in der Literatur gewöhnlich angegeben ist. Eine Ausnahme macht nur Formamid, insofern als hier die Konidienbildung dauernd gehemmt ist und auch rasch verhältnismäßig hohe Erntegewichte erzielt werden, wie die folgende Übersicht zeigt. (Nährlösung 5 % Dextrose, 0,5 % Formamid, Nährsalze wie üblich, 32° C.) Versuchsbeginn 16. VII. 1918.

17. VII. Ungekeimt.

18. VII. Dünne weiße Hautinseln.

19. VII. Ziemlich kräftige, brüchige, reinweiße Decke;
0,083 g.

20. IX. Dicke weiße Decke. Erntegewicht 0,326 g.

Von den zahlreichen hierhergehörigen Versuchen sei vergleichend das Verhalten von Succinammon, Succinimid und Succinamid mit 5 % Dextrose als Kohlenstoffquelle dargestellt. Es war die Konidienbildung nach:

Stickstoffquelle:	2	3	4 Tagen	Ernte nach 3 Tagen
Succinamid	+	+	+	0,0065 g
Succinammon	0,5 %	—	dünne, schön schwarze Decke	0,615 g
			(+)	
Succinimid	—	(+)	(+)	0,280 g

ganz wenig mäßig Konidien

Es verhalten sich also hinsichtlich der Konidienbildung Ammonsalz und Imid ziemlich gleich, nur die Erntegewichte sind beträchtlich verschieden, Succinamid dagegen läßt die Förderung der Konidienbildung deutlich erkennen, sein Nährwert jedoch ist sehr gering gegenüber den beiden anderen.

Zur Gruppe IV ist von dem Stickstoffverbindung Biuret zu zählen, vielleicht auch Formamid. Über Biuret und Harnstoff habe ich schon an anderer Stelle ausführlich berichtet, daher kann hier auf diese Arbeit verwiesen werden¹⁾.

Die hier zuletzt skizzierten Unterschiede des Nährwertes und der morphologischen Wirkung zwischen Säureamid und Aminosäure dürften vielleicht auf einer Vielheit von Erscheinungen beruhen. Es scheint mir besonders die Größe der Dissociation eine Rolle zu spielen. Die Aminosäuren sind wesentlich stärker disso-

¹⁾ F. BOAS in Biochem. Zeitschr. 5, Bd. 86, S. 111 ff., 1918 und Annales-mycol 1918. Im Druck.

ciert als die Amide; es betragen z. B. die Dissociationskonstanten für die Basendissociation

von Acetamid bei 25° C.	$3,1 \cdot 10^{-15}$
„ Glykokoll	$2,6 \cdot 10^{-12}$
„ Harnstoff	$1,5 \cdot 10^{-14}$
„ Asparagin	$1,5 \cdot 10^{-12}$

Der Nährwert dieser Verbindungen entspricht genau der Größe der Dissociation, so daß also Acetamid sehr schlecht, Harnstoff schon sehr gut und Glykokoll und Asparagin ausgezeichnete Stickstoffquellen sind. Doch kommen neben diesem Gesichtspunkte sicher noch andere Gründe in Betracht. Die Säuredissociationskonstante ferner

$$\text{von Succinimid} = 2,8 \cdot 10^{-11}$$

„ Asparagin = $1,35 \cdot 10^{-9}$ ist dem Nährwert völlig analog.

Der Nährwert dieser beiden Verbindungen ordnet sich auch hier nach der Größe der Dissociation. Doch sind, um zu allgemeineren Resultaten zu gelangen, hier noch eingehende Untersuchungen notwendig. Treten natürlich bei dem Abbau einer Stickstoffverbindung schädliche Teilstücke auf, so wird die Anordnung des Nährwertes nach der Dissociationskonstante ohne weiteres verwischt. Auch dürften noch andere Eigenschaften stören und die Deutung der Dissociationskonstanten als Merkmal für den Nährwert einer Verbindung erschweren. Die Dissociationskonstanten sind der Arbeit von LUNDÉN (3) entnommen.

Zitierte Literatur.

1. OZAPEK, F. Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweißbildung der Pflanzen. (HOFMEISTERS Beiträge z. chem. Physiol. und Pathol., Bd. 1—3, 1902.)
2. LUTZ, L. Sur l'assimilabilité comparée des sels ammoniacaux, des amines, des amides et des nitriles. (Compt. rend. T. 140. S. 140.)
3. LUNDÉN, H. Affinitätsmessungen an schwachen Basen und Säuren. (Stuttgart, F. ENKE, 1908. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, Bd. XIV.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [37](#)

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

Artikel/Article: [Bemerkungen über konidienbildende Stoffe bei Pilzen.
57-62](#)