

Über das Verhalten von Schimmelpilzen (*Aspergillus niger* und *Penicillium crustaceum*) zum Phytin.

Von

M. A. Jegoroff.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.)

(Der Redaktion zugegangen am 21. September 1912.)

Es ist auf Grund meiner dreijährigen Vegetationsversuche¹⁾ als sicher anzunehmen, daß die P_2O_5 des Phytins von Phanerogamen sehr leicht assimiliert wird. Doch ist es bei diesen Versuchen, die in gewöhnlichen Landkulturen ohne Sterilisation ausgeführt worden waren, sehr schwer zu sagen, ob die P_2O_5 des Phytins direkt oder indirekt assimiliert werde.

Es ist nun interessant, diese Frage mit Beziehung auf die Schimmelpilze auf Grund der folgenden Überlegungen zu studieren.

P. A. Kostytschew²⁾ war der erste, der auf die Rolle der Schimmelpilze bei der Humifikation der organischen Stoffe die Aufmerksamkeit gelenkt hat, und dieser Autor behauptet, daß diese Pilze den genannten Prozeß in sehr beträchtlichem Maße zu fördern vermögen. Bei meinen Versuchen³⁾ über die Verwesung des Stallmistes habe ich häufig konstatiert, daß den Schimmelpilzen bei der Umwandlung der Trockensubstanz und bei der Mobilisierung der einzelnen Bestandteile des Stallmistes ein namhafter Anteil zukommt.

Eine Übersicht der einschlägigen Literatur hat ergeben, daß diese Frage nur in wenigen Arbeiten studiert worden ist. Diese Arbeiten sind jedoch hinsichtlich der angewandten Methoden nicht einwandfrei. Z. B. die Arbeit von A. Dox⁴⁾ «Über die P-Assimilation von *Aspergillus niger*». Dox arbeitete

¹⁾ Russ. «Journal f. exper. Landw.» 1910 und 1911.

²⁾ Russische Arbeit über Tschernosem.

³⁾ «Nachricht. des landw. Instituts zu Moskau, 1911.»

⁴⁾ Journ. of Biol. Chem., Bd. 10, S. 77—80, zitiert nach Chem. Ztrbl., 1911, Bd. 2, S. 1042.

mit dem Raulinschen Nährsubstrat, welches — wie bekannt — im Jahre 1869 dargestellt ward. Seit dieser Zeit wurde die Frage der Nährstoffzusammensetzung in einer namhaften Zahl von Arbeiten genauer studiert. So hat z. B. H. Molisch¹⁾ nachgewiesen, daß die Schimmelpilze ohne Ca gedeihen können. In einer anderen Arbeit²⁾ hat A. Dox nachgewiesen, daß das Aspergillusmycel und das Substrat, auf welchem es wächst, das Phytin in seine Komponenten zu spalten vermögen, während meine Versuche (siehe unten) gezeigt haben, daß das Mycel und besonders das Substrat beträchtliche Mengen der anorganischen P_2O_5 enthalten. Nun war aber die Entwicklung dieser P_2O_5 das Kriterium der Zerspaltung des Phytins.

Die Aufgabe, die wir uns hier gestellt haben, ist die Aufklärung einiger methodologischer Seiten der Frage, besonders hinsichtlich der Selbstspaltung des Phytins, ferner auch die Entscheidung der Frage, ob das Phytin von den Schimmelpilzen direkt oder indirekt assimiliert werde.

Vor allem kommt hier die Frage in Betracht, ob das Phytin bei den vorbereitenden Operationen, wie der Sterilisation, beständig bleibe oder nicht. Schon in einer unserer früheren Abhandlungen über das Phytin³⁾ haben wir gezeigt, daß diese Verbindung keineswegs so beständig ist als man nach den vorhergegangenen Untersuchungen glauben könnte. Aber eigene diesbezüglich angestellte Versuche haben dargetan, daß unter diesen Bedingungen das Phytin unverändert bleibt, wenn nach der Methode von Schulze und Castoro wirklich nur die anorganische P_2O_5 ausgefällt wurde; bei der Sterilisation und bei weiterem Stehen der Lösung konnte ich niemals die anorganische P_2O_5 konstatieren.

Meine Versuche wurden im pflanzenphysiologischen Institut des Herrn Prof. Dr. H. Molisch in Wien angestellt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle dem Genannten

¹⁾ Molisch, H., Die mineralische Nahrung der Pilze. Sitzungsber. per Kais. Akad. der Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Cl., Bd. 103, Abt. I, 1894.

²⁾ loc. cit., Chem. Ztrbl., 1911, Bd. 2, S. 1949.

³⁾ Biochem. Ztschr., 1912.

meinen herzlichsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen für die Leitung der Versuche, sowie für die beständige Aufmerksamkeit, die er denselben zu widmen die Güte hatte. Auch Herrn Privatdozenten Dr. O. Richter, sowie Herrn Dr. Vouk, Assistenten des genannten Instituts, bin ich für die Hilfe bei der Anstellung der Versuche zu Dank verpflichtet.

Durch meine Versuche beabsichtigte ich, folgende drei Fragen zu entscheiden:

1. Wird das Phytin von den Schimmelpilzen direkt oder indirekt assimiliert?
2. Wie verhält sich das Phytin als P_2O_5 -Quelle für die Schimmelpilze bei verschiedenen Kohlenstoffquellen?
3. Wie verhalten sich die verschiedenen Präparate des Phytins als P_2O_5 -Quelle für *Aspergillus niger*?

Methodisches.

Für meine Versuche habe ich die Nährlösungen nach Molisch zusammengestellt. Jedem Versuch entsprechen je 5 Erlenmeyer-Kölbchen zu 200 ccm mit 50 ccm der Nährlösung. Alle Kölbchen wurden zweimal, jedesmal durch eine halbe Stunde, sterilisiert. Die Impfung wurde mit der Platinöse gemacht. Nach der Impfung wurden die Kölbchen im Thermostaten bei konstanter Temperatur stehen gelassen.

Am Ende des Versuches wurden die Schimmelpilze über getrocknete und gewogene Filter abfiltriert, bei $100^\circ C$. getrocknet und die Trockensubstanz gewogen. Jedesmal wurde die anorganische P_2O_5 im Filtrate nach der Methode von Schulze und Castoro bestimmt.

1. Wird Phytin von *Aspergillus niger* und *Penicillium crustaceum* direkt oder indirekt assimiliert?

Als Nährlösung diente folgende Mischung:

1000,0	g	H_2O ,
30,0	»	Saccharose,
6,0	»	KNO_3 ,
0,5	»	$MgSO_4$,
Spur		$FeSO_4$,
1,169	»	Phytin.

Die Impfung wurde am 29. IV. ausgeführt. Ein Teil der Kölbchen wurde zum Zwecke der Kontrolle ohne Impfung gelassen. Die Temperatur des Thermostaten war 24°C . 2. V. Die erste Bestimmung der anorganischen P_2O_5 ergab negative Resultate, aber die Schimmelpilze, besonders *Aspergillus*, haben sich sehr gut entwickelt und fruktifiziert.

7. V. Die beiden Schimmelpilzarten bedecken die Oberfläche der Nährlösung und fruktifizieren sehr reichlich. Die Bestimmung der Trockensubstanz ergab, daß *Aspergillus* 0,465 g und 0,325 g, *Penicillium* 0,280 g und 0,149 g wog. Das Filtrat von *Aspergillus* enthielt in beiden Fällen eine ziemlich beträchtliche Menge der anorganischen P_2O_5 , jenes von *Penicillium* nur Spuren. Die Kontrollkölbchen ohne Pilze ergaben keine Spur der P_2O_5 .

Bei den weiteren Bestimmungen konnte ich immer sehr deutlich die anorganische P_2O_5 im Filtrate von den Pilzen konstatieren, aber niemals in den Kontrollkölbchen.

Dieser Versuch zeigt also, daß die Schimmelpilze eine beträchtliche Menge der anorganischen P_2O_5 abzuspalten vermögen. Infolgedessen läßt sich die Frage der direkten Assimilierung der P_2O_5 des Phytins nicht mit völliger Sicherheit beantworten, da ja die Pilze jeden Moment sowohl die organische als die anorganische P_2O_5 zur Verfügung haben. Es erscheint mir aber nicht ganz unwahrscheinlich, daß die Schimmelpilze zuerst die anorganische P_2O_5 vom Phytin abspalten und dann die P_2O_5 assimilieren.

2. Phytin als P_2O_5 -Quelle für *Aspergillus* und *Penicillium crustaceum* bei verschiedenen C-Verbindungen.

Zu vergleichenden Untersuchungen dienten die folgenden Kohlenstoffverbindungen:

1. Saccharose
2. Glycerin
3. Pepton
4. Saccharose + Pepton.

Die Zusammensetzung der Nährlösungen war die folgende:

I.	II.	III.
1000,0 g H ₂ O	1000,0 g H ₂ O	1000,0 g H ₂ O
30,0 › Saccharose	30,0 › Glycerin	10,0 › Pepton
6,0 › KNO ₃	6,0 › KNO ₃	0,5 › MgSO ₄
0,5 › MgSO ₄	0,5 › MgSO ₄	0,5 › KH ₂ PO ₄
0,5 › KH ₂ PO ₄	0,5 › KH ₂ PO ₄	Spur › FeSO ₄
Spur › FeSO ₄	Spur › FeSO ₄	
IV.		
1000,0 g H ₂ O		
20,0 › Saccharose		
10,0 › Pepton		
0,5 › MgSO ₄		
0,5 › KH ₂ PO ₄		
Spur › FeSO ₄		

Die Quantität des Phytins wurde nach der P₂O₅ berechnet. Bekanntlich können Schimmelpilze mit den verschiedensten organischen Substanzen ernährt werden. Mir war es darum zu tun, einige der wichtigsten, teils allein, teils in Gemischen, in ihrer Beziehung zur Assimilation des Phytins zu studieren.

Die Impfung der reinen Kulturen von *Aspergillus niger* und *Penicillium crustaceum* wurde am 29. IV. ausgeführt.

Die Beobachtungen ergaben Resultate, die besonders deutlich im Gewicht der Trockensubstanz hervortreten. — Es ergab sich, daß alle Kulturen mit einer Kohlenstoffquelle allein eine ausgezeichnete Entwicklung auf dem Phytin gezeigt haben, daß aber die Kulturen mit einem Gemenge zweier Kohlenstoffquellen (wie Pepton + Saccharose) die beste Entwicklung mit KH₂PO₄ aufweisen.

Die Kulturen wurden in den folgenden Fristen gesammelt: mit der Nährlösung IV: 14. V., I: 21. V., II: 24. V. und III: 6. VI. Dabei war bis 14. V. t° des Thermostaten: 23° C. und weiterhin: 26,5° C.

In den folgenden Tabellenreihen ist die Trockensubstanz in Grammen angegeben.

Tabelle I.

Die Schimmelpilze auf Pepton + Saccharose (IV).
(Versuchsdauer: 15 Tage).

	P ₂ O ₅ - Quellen	Parallelkulturen					Mittel
		1	2	3	4	5	
Aspergillus niger	KH ₂ PO ₄	0,497	0,501	0,493	0,471	0,514	0,495
„ „	Phytin	0,197	0,212	0,203	0,216	0,301	0,226
Penicillium crustaceum	KH ₂ PO ₄	0,456	0,503	0,493	0,500	—	0,488
„ „	Phytin	0,282	0,283	0,229	—	—	0,265

In allen Filtraten wurde eine sehr beträchtliche Menge der anorganischen P₂O₅ nachgewiesen.

Die Bestimmung der Trockensubstanz zeigt also, daß die beiden Schimmelpilzarten besser mit KH₂PO₄ gedeihen und daß der Unterschied zwischen den Kulturen mit KH₂PO₄ einerseits und mit Phytin andererseits so groß ist, daß man von einer relativ schlechten Entwicklung der Schimmelpilze auf dem Phytin sprechen kann.

Tabelle II.

Die Kulturen auf Saccharose (I).
(Versuchsdauer: 22 Tage.)

	P ₂ O ₅ - Quellen	Parallelkulturen					Mittel
		1	2	3	4	5	
Aspergillus niger	KH ₂ PO ₄	0,394	0,365	0,369	0,352	0,388	0,374
„ „	Phytin	0,606	0,600	0,604	0,633	—	0,611
Penicillium crustaceum	KH ₂ PO ₄	0,372	0,322	0,322	0,359	0,356	0,346
„ „	Phytin	0,475	0,476	0,487	0,499	0,500	0,487

In allen Kulturen wurde eine bedeutende Menge der anorganischen P₂O₅ konstatiert.

Es ist unschwer zu bemerken, daß wir bei dieser Versuchsreihe ein der vorigen ganz entgegengesetztes Resultat erhalten haben.

Die besten Kulturen sind diejenigen mit dem Phytin, nicht jene mit KH₂PO₄. Dies gilt sowohl für Aspergillus wie für Penicillium, für Aspergillus aber in viel höherem Grade.

Diese zwei vorhergehenden Versuchsreihen zeigen sonach, wie wichtig es ist, die Untersuchung bei verschiedenen Bedingungen insbesondere unter Variierung der Nährstoffe durchzuführen, um eine einseitige Deutung zu vermeiden.

Tabelle III.
Die Kulturen auf Glycerin (II).
(Versuchsdauer: 25 Tage.)

	P ₂ O ₅ - Quellen	Parallelkulturen					Mittel
		1	2	3	4	5	
Aspergillus niger . . .	KH ₂ PO ₄	0,192	0,375	0,170	0,200	0,385	0,264
„ „ . . .	Phytin	0,507	0,494	0,497	0,506	0,543	0,509
Penicillium crustaceum .	KH ₂ PO ₄	0,349	0,504	0,384	0,388	0,395	0,404
„ „ . . .	Phytin	0,614	0,632	0,616	0,602	0,536	0,600

Dieser Versuch ergab völlig gleiche Resultate wie der vorhergehende. Auch hier wurde überall die anorganische P₂O₅ nachgewiesen und die beiden Schimmelpilzarten haben ausgezeichnete Entwicklung auf Phytin gezeigt.

Als eine Eigentümlichkeit dieses Versuches wollen wir bemerken, daß das Filtrat von den Kulturen mit Phytin etwas braun gefärbt war. Diese Farbe war in den parallelen Kölbchen ungleichmäßig.

Tabelle IV.
Die Kulturen auf Pepton (III).
(Versuchsdauer: 38 Tage).

	P ₂ O ₅ - Quellen	Parallelkulturen					Mittel
		1	2	3	4	5	
Aspergillus niger . . .	KH ₂ PO ₄	0,119	0,111	0,094	0,086	0,099	0,102
„ „ . . .	Phytin	0,118	0,101	0,135	0,105	0,135	0,119
Penicillium crustaceum .	KH ₂ PO ₄	0,093	0,087	0,073	0,097	—	0,087
„ „ . . .	Phytin	0,097	0,128	0,136	0,125	0,153	0,128

Aus der Betrachtung der Tabelle kann leicht entnommen werden, daß die Entwicklung der beiden Schimmelpilzarten hier beträchtlich schwächer war als in den vorangehenden Versuchen.

Die analytische Bestimmung hat sehr deutlich die Anwesenheit der anorganischen P₂O₅ ergeben. Der Unterschied

zwischen den Kulturen auf KH_2PO_4 und jenen auf Phytin ist nicht so scharf wie früher, aber doch zeigt sich sehr deutlich die Tendenz beider Schimmelpilzarten zu besserer Entwicklung auf dem Phytin.

Auf Grund meiner Versuche ergibt sich daher, daß die beiden Schimmelpilzarten bei der Kultur auf einer Nährlösung mit einer Kohlenstoffquelle die besten Resultate auf dem Phytin ergeben. — Hingegen haben die Kulturen auf einer Nährlösung mit der Kombination zweier verschiedener Kohlenstoffquellen (wie Pepton + Saccharose) die besten Resultate auf KH_2PO_4 gegeben.

Um die Resultate noch zuverlässiger zu machen, habe ich eine Wiederholung der Versuche mit den Nährlösungen I und IV unter ganz gleichen Bedingungen ausgeführt.

Der Beginn der Versuche fand am 29. V. statt und schon am 31. V. ergab sich wieder dasselbe Resultat. Die t° des Versuches war 27°C . 20. VI. wurden die Kulturen abfiltriert und die Trockensubstanz bestimmt, die in den beiden folgenden Tabellen angeführt erscheint.

Tabelle V.
Die Kulturen auf Saccharose (I).

	P_2O_5 - Quellen	Parallelkulturen					Mittel
		1	2	3	4	5	
Aspergillus niger	KH_2PO_4	0,248	0,172	0,120	0,143	0,149	0,166
„ „	Phytin	0,526	0,514	0,516	0,525	0,527	0,522
Penicillium crustaceum .	KH_2PO_4	0,170	0,215	0,260	0,222	0,248	0,223
„ „	Phytin	0,374	0,360	0,340	0,361	0,349	0,357

Tabelle VI.
Die Kulturen auf Pepton + Saccharose (IV).

	P_2O_5 - Quellen	Parallelkulturen					Mittel
		1	2	3	4	5	
Aspergillus niger	KH_2PO_4	0,520	0,506	0,509	0,487	0,488	0,502
„ „	Phytin	0,212	0,212	0,178	0,210	0,209	0,204
Penicillium crustaceum .	KH_2PO_4	0,343	0,324	0,333	0,313	0,324	0,327
„ „	Phytin	0,356	0,287	0,270	0,270	0,291	0,295

Die analytische Bestimmung hat in allen Kulturen die anorganische P_2O_5 nachgewiesen.

Das Ergebnis bezüglich der Trockensubstanz war also dasselbe, wie bei dem entsprechenden vorhergehenden Versuche.

3. Die verschiedenen Phytine als P_2O_5 -Quellen für *Aspergillus niger*.

Ich habe bereits nachgewiesen,¹⁾ daß sich die verschiedenen Phytine in ihrem Verhalten zum molybdänsauren Ammonium in beträchtlichem Grade unterscheiden.

Es interessierte mich nun, zu untersuchen, ob der Unterschied in den chemischen Eigenschaften der Phytine sich auch in der Nährfähigkeit geltend mache.

Für unsere Versuche haben wir die folgenden Phytinpräparate gewählt.

1. Käufliches Phytin,
2. Phytin aus Hanfsamen,
3. » » Maiskleie,
4. Sogenanntes gereinigtes Phytin,
5. » » unlösliches »

Alle diese Präparate wurden mit äquivalenten Mengen der P_2O_5 verwendet, im übrigen war der Versuch nach derselben Methode wie früher angestellt. Als Nährlösung diente die Lösung I (mit Saccharose). Die Impfung wurde am 29. IV. ausgeführt.

Am 3. V. war bereits zu bemerken, daß die Entwicklung mit Hanfphytin etwas weniger gut war als mit den übrigen Phytinen.

Am 6. V. zeigte sich auf dem Maisphytin sowie auf dem gereinigten und dem unlöslichen Phytin die beste Entwicklung; die Hanfphytinkultur zeigte eine etwas mindere Entwicklung als die vorhergehenden, aber ganz ähnlich der auf dem käuflichen Phytin. Doch schon am 9. V. war zu sehen, daß die Kultur mit dem käuflichen Phytin die beste war: die ganze Flüssigkeitsoberfläche war mit einer reichlich fruktifizierenden

¹⁾ Biochem. Zeitschr., 1912.

Pilzhaut bedeckt. Alle übrigen Kulturen waren nur zu zwei Dritteln bedeckt. Die Fruktifikation war reichlich.

Am 21. V. wurden die Kulturen abfiltriert. Die Bestimmung ergab überall eine bedeutende Menge der anorganischen P_2O_5 .

Die Trockensubstanz ist in der folgenden Tabelle in Grammen angeführt:

Tabelle VII.

	Parallelkulturen					Mittel
	1	2	3	4	5	
KH_2PO_4	0,394	0,365	0,369	0,352	0,388	0,374
Käufliches Phytin	0,606	0,600	0,604	0,633	—	0,611
Phytin aus Hanfsamen	0,428	0,479	0,443	0,456	—	0,451
„ „ Maiskleie	0,427	0,408	0,427	0,439	—	0,425
Sogenanntes gereinigtes Phytin	0,468	0,441	0,550	0,440	0,397	0,459
„ „ unlösliches „	0,421	0,472	0,458	0,422	0,421	0,439

Es ergab sich also:

1. Bei unseren Bedingungen hat *Aspergillus niger* auf allen Phytinen eine ausgezeichnete Entwicklung gezeigt. Die Kulturen mit den Phytinen waren besser als die mit KH_2PO_4 .

2. Die besten Resultate gab das käufliche Phytin (vielleicht findet bei diesem Präparate die Abspaltung der P_2O_5 am leichtesten statt).

3. Die übrigen Präparate riefen keine nennenswerten Unterschiede hervor.

Bevor ich zur allgemeinen Zusammenfassung der Ergebnisse meiner Arbeit schreite, mögen hier noch einige Bemerkungen Platz finden, die sich insbesondere auf die P_2O_5 -Bestimmungen und auf den Phosphorgehalt von *Aspergillus* beziehen.

Ich habe schon an anderer Stelle¹⁾ gezeigt, daß die Molybdänsäure-Methode immer zu falschen Resultaten führt, wenn sich in der Flüssigkeit anorganische und organische P_2O_5 zusammen vorfinden. Die einzige Methode, die verhältnismäßig

¹⁾ l. c.

genauere Resultate gibt, ist jene von Schulze und Castoro, während die meisten Arbeiten über die Formen der P_2O_5 hauptsächlich mit der Molybdänmethode durchgeführt sind. — Infolgedessen hatten wir bisher keine Grundlage zu einer exakten Lösung der einschlägigen Fragen, wie zum Beispiel der Zerspaltung des Phytins, seiner Assimilierung durch die Schimmelpilze, Phanerogamen usw.

Speziell bei der Arbeit über die Schimmelpilze muß noch ein Umstand im Auge behalten werden, daß nämlich die Zusammensetzung des Schimmelpilzmycels in Beziehung auf die Formen der P_2O_5 bis jetzt noch nicht aufgeheilt ist. Es ist möglich, daß die Schimmelpilze selbst anorganische P_2O_5 enthalten.

Nur als einen diesbezüglichen Beleg kann ich hier vorläufig die analytischen Bestimmungen anführen, die ich mit *Aspergillus niger* erhalten habe.

22,5 g der Luftrockensubstanz von *Aspergillus* 5 Stunden lang mit Äthylalkohol auf dem Wasserbade gekocht, abfiltriert und im Filtrate die Trockensubstanz und P_2O_5 bestimmt. Es wurde 3,0 g oder 13,3% der Trockensubstanz und 0,07903% P_2O_5 erhalten.

Der Lufttrockenrückstand wurde mit 0,2% HCl digeriert und durch 4 Stunden abfiltriert. In einem Teile des Extraktes wurde die totale, im anderen die anorganische P_2O_5 bestimmt und es betrug die allgemeinlösliche P_2O_5 0,6569% und die anorganische 0,2349%. Es betrug also die lösliche organische P_2O_5 (entsprechend der Differenz) 0,4220%.

Die gesamte Menge der P_2O_5 im Schimmelpilze war 1,7929%, daher wird die sogenannte unlösliche P_2O_5 1,057% betragen.

Wenn die weiteren Versuche, die wir fernerhin ausführen wollen, zu ähnlichen Ergebnissen kommen sollten, so ist bei unseren Versuchen mit den Schimmelpilzen Vorsicht geboten, besonders dann, wenn wir die Abspaltung der P_2O_5 aus organischen Verbindungen studieren wollen. Und auch in dem Falle soll — wie unsere Versuche sehr deutlich zeigen — diese Vorsicht Platz greifen, wenn wir das Filtrat von den Pilzkulturen als die Quelle der Enzyme benützen wollen.

Zusammenfassung.

1. Der Verfasser suchte zunächst experimentell die Frage zu beantworten, ob durch Sterilisation und weiteres Verweilen einer Phytinlösung im Thermostaten anorganische Phosphorsäure abgespalten wird oder nicht, und welche Rolle die beiden Schimmelpilze *Aspergillus* und *Penicillium* hierbei spielen. Es zeigte sich, daß eine sterile Phytinlösung keine P_2O_5 abspaltet, daß hingegen die beiden genannten Schimmelpilze diese Abspaltung in hohem Grade hervorzurufen vermögen. Ob die Schimmelpilze die Phosphorsäure des Phytins direkt oder indirekt assimilieren, bleibt zweifelhaft. Das letztere erscheint wahrscheinlicher.

2. Das Phytin ist eine sehr gute Phosphorquelle für *Aspergillus niger* und *Penicillium crustaceum*.

3. Die beste Entwicklung der Schimmelpilze trat bei Darreichung von Pepton + Saccharose, von Saccharose oder Glycerin ein. Hingegen gab Pepton allein relativ schlechte Resultate.

4. Versuche mit verschiedenen Phytinpräparaten ergaben keine deutlichen Unterschiede, nur Hanfphytin gab etwas minder gute Ernten.
