130. Über die Chemotaxis der Myxomyceten-Plasmodien.

Von Yoshikadzu EMOTO.

Biologische Abteilung der Adelsschule.

(Comm. by M. MIYOSHI, M.I.A., Nov. 12, 1932.)

In den physiologischen Untersuchungen der Myxomyceten wurden neuerdings viele Vorschritte gemacht. Über den Einfluss der verschiedenen Chemikalien auf die Plasmodien haben wir seit Kühnes¹⁾ Mitteilung nur wenige neue Kenntnisse erlangt. De Bary²⁾ und Stahl³⁾ hatten mit *Aethalium septicum* und Hofmeister⁴⁾ mit *Didymium serpula* Versuche gemacht. Vor kurzem bestätigte Hattori,⁵⁾ dass das Plasmodium von *Physarum rigidum* durch Extrakt einiger Hymenomycceten-Fruchtkörper angelockt wird, während Fruchtkörper von *Armillaria matsudake* keinen Einfluss auf Plasmodium haben und niemals anreizen.

Kürzlich hatte ich Gelegenheit, die Plasmodien von *Physarum viride* und *P. rigidum* zu sammeln, mit welchen ich einige die Chemotaxis betreffende Experimente ausführen konnte. Ich hatte verschiedene Fruchtkörper der Hutpilze gebraucht, um die Plasmodien zu kultivieren und fand, dass *Polystictus flabelliformis*, *P. hirsutus* f. *albidus*, *P. versicolor* var. *nigricans* und *Polyporus spongia* die besten Nährsubstanzen für unsere Zwecke sind. Die Plasmodien wurden nach einigen Tagen auf diesen Materialien kultiviert, mit denselben auf die Agarplatte (ohne Nährsubstanz) gelegt und bei 20° im Thermostat gehalten. Die Plasmodien entwickelten sich nach 18 oder 20 Stunden auf der Platte und waren für die Experimente brauchbar. Zwei Stücke von rundem Filtrierpapier (Durchmesser 1 cm) wurden in die Versuchslösung getaucht und dann auf Agarplatten in Petri-Schalen gelegt. Für die Experimente wurden 1/5 bis 1/50 Normal-Lösungen der Säuren und Alkalien, 1/5 bis 1/25 Molar-Lösungen der Salze gebraucht, während von organischen Substanzen 1 bis 10-%ige Lösungen verwendet wurden. Eine kleine Plasmodiummasse wurde von dem Rand des runden Filtrierpapiers 1 cm entfernt, umgeimpft und in den Brutschrank bei 20° gestellt. Nach 6 oder 7 Stunden wurden die Plasmodien geprüft.

1) Kühne, W.: Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. (1864).

2) De Bary, A.: Die Mycetozoa. 2. Aufl. (1864).

3) Stahl, E.: Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Ztg., 42, (1884).

4) Hofmeister, W.: Die Lehre von den Pflanzenzelle (1867).

5) Hattori, H.: Figures and brief descriptions of the japanese mycetozoa IV. Journ. Japan. Bot., 7, (1931). (Japanisch).

Nach 2–3 Stunden erweiterten sich die umgeimpften Plasmodien nach allen Richtungen hin und fingen an auf den Agarplatten sich kriechend zu bewegen. Das Plasmodium entwickelt sich nicht immer vom geimpften Punkt aus nach allen Richtungen, sondern der Hauptast geht manchmal direkt nur nach einer Richtung. Wenn man in einem Falle bestimmt erwartet, dass das Plasmodium positiv (oder negativ) reagiert, geschieht es zuweilen, dass der Hauptast sich negativ (oder positiv) entwickelt, sodass es schwer zu sagen ist, ob das Plasmodium positiv oder negativ angelockt wurde. Ich vermute, dass diese Ursache durch die Veränderung der Plasmodiumstruktur bei der Impfung entsteht. Bei derartigen Fällen wiederholte ich die Experimente. Um diese unklare Erscheinung zu vermeiden, brauchte ich für die Bestimmung der Reaktion die beim Anfang vom geimpften Punkt nach allen Richtungen hin verbreiteten, schwach entwickelten Exemplare (Tabelle 1, 2 und 3).

Bei konzentrierten organischen und anorganischen von mir benutzten Säurelösungen (N/5) reagieren die Plasmodien negativ, und die verdünnten Lösungen solcher Arten geben ihnen positive Reaktion. Vergleichen wir die Reaktion beider Säurearten, so erwiesen sich die organischen Arten positiv bei sogar noch grösseren Konzentrationen. Es ist eine interessante Tatsache in biologischer Hinsicht, dass Tannin, welches in der Umgebung von lebenden Plasmodien in der Natur vorhanden ist, bei 2-mal so stark konzentrierter Lösung der anorganischen Säuren positive Chemotaxis ergibt. Auf der anderen Seite bemerken wir, dass bei alkalischen Lösungen ($\text{pH} > 9,8$) die Plasmodien immer

Chemotaxis des Plasmodiums von *Physarum rigidum*. ($\times 1.8$)

1. Negative Chemotaxis durch N/10 Oxalsäure.
2. Positive Chemotaxis durch N/50 Oxalsäure.
3. Indifferente Reaktion durch M/5 Kaliumcitrat.

Die weissen Scheiben zeigen die mit Versuchslösungen durchtränkten Filtrierpapierstücke.

negativ reagieren. Was die Salze auf Plasmodium angewendet anbetrifft, so ergaben saure Lösungen positive und alkalische Lösungen immer negative Chemotaxis. Diese Tatsache stimmt mit den Eigenschaften der Zoosporen einiger Myxomyceten wie es Kusano¹⁾ beschrieb überein, welche durch H- oder OH-Ionen angelockt oder abgestossen werden, und ich bestätige, dass das Plasmodium durch diese Ionen beeinflusst wird, während die Salzlösungen, die einen pH-Wert von 4 bis 8 haben, im allgemeinen indifferent reagieren.

Unter den von mir gebrauchten organischen Substanzen, gaben Zucker-, Fleischextrakt- und Peptonlösungen positive Reaktion, Polysaccharide und Alkohole dagegen nicht.

Wenn die Plasmodien auf die Fruchtkörper der Hymenomyceten überimpft werden, wie es aus Howards und Curries²⁾ und Hattoris Arbeiten zu ersehen ist, so zersetzen sich die Fruchtkörper einiger Hymenomyceten-Arten, während andere derselben sich weiter entwickeln und verbreiten. Im allgemeinen zeigen die Plasmodien von *Physarum viride* und *P. rigidum* in Verbindung mit den von mir benutzten Fruchtkörpern ähnliche Ergebnisse. Mein Resultat über die Fruchtkörper von *Armillaria matsudake* steht bei Anwendung der gleichen Versuchsmethode im Gegensatz zu dem Resultat von Hattori. In meinem Experiment bestätigte ich, dass die Plasmodien von dem Fruchtkörper angezogen werden und sich auf demselben entwickeln.

Gleichzeitig fand ich bestätigt, dass Plasmodien auf den Extrakt von verschiedenen Hymenomyceten-Fruchtkörpern positiv reagieren. Diese Tatsache ist unabhängig von der Zersetzung der Fruchtkörper (Tabelle 4).

Tabelle 1. Chemotaxis von *Physarum viride* und *P. rigidum* durch Säure und Alkalien.

Säure u. Alkalien	N/5	N/10	N/20	N/50	pH*
Salzsäure		—	+	+	—1,2
Salpetersäure		—	+	+	—1,2
Schwefelsäure		—	+	+	—1,2
Phosphorsäure		+	+	+	—1,2
Essigsäure		—	+	+	3,0
Oxalsäure	—	—	+	+	—1,2
Äpfelsäure		+	+	+	2,6
Weinsäure		+	+	+	2,4
Tannin	—	+	+	+	2,8
Citronensäure		+	+	+	2,4
NaOH		—	—	±	+9,8
KOH		—	±	±	+9,8

*) Der pH-Wert wurde mit Indikatoren (Clarks und Lubs) gemessen.

1) Kusano, S.: Studies on the chemotactic and other related reactions of the swarm-spores of myxomycetes. Journ. Coll. Agr. Imp. Univ. Tokyo, 2, (1909).

2) Howard, F. L. and Currie, M. E.: Parasitism of myxomycete plasmodia on the sporophores of hymenomycetes. Journ. Arnold Arboretum, 13, (1932).

Tabelle 2. Chemotaxis von *Physarum viride* und *P. rigidum* durch Salze.†

Salze	M/5	M/10	M/25	pH
Kaliumchlorid	±	±	±	5,6
Ammoniumchlorid	—	—	±	4,3
Natriumnitrat	±	±	±	6,2
Kaliumsulfat	±	±	±	6,6
Monokaliumphosphat	+	##	##	3,5
Dikaliumphosphat	—	—	±	8,6
Trikaliumphosphat	—	—	±	+ 9,8
Mononatriumphosphat	+	+	+	4,4
Dinatriumphosphat	—	—	±	9,0
Trinatriumphosphat	—	—	±	+ 9,8
Monoammoniumphosphat	+	##	##	3,9
Diammoniumphosphat	—	—	±	8,2
Kaliumazetat	±	±	±	8,6
Kaliumoxalat	+	+	+	8,2
Kaliumtartrat	±	±	±	8,8
Natriumtartrat	—	—	±	9,4
Kaliumcitrat	±	±	±	7,2

†) Von Salzen wurden wasserlösliche Kalium-, Natrium-, Ammonium-, Calcium- und Magnesiumverbindungen der Chloride, Nitrate, Sulfate, Phosphate, Azetate, Oxalate, Tartrate und Citrate gebraucht. Einige sind in dieser Tabelle dargestellt.

Tabelle 3. Chemotaxis von *Physarum viride* und *P. rigidum* durch organische Substanzen.

Substanzen	10%	5%	2,5%	1%	pH
Glukose		+	+	+	6,0
Saccharose		+	+	+	6,0
Maltose		+	+	+	6,1
Laktose		±	±	±	5,2
Stärke		±	±	±	6,4
Inulin		±	±	±	6,2
Dextrin	+	+	+	+	6,0
Glyzerin	±	±	±		5,7
Mannit	±	±	±		5,8
Fleischextrakt	##	##	##	+	5,3
Pepton	##	+	+	+	5,8
Asparagin	±	±	±	±	4,0
Urea	±	±	±	±	6,6

Tabelle 4. Chemotaxis von *Physarum viride* und *P. rigidum* durch Extrakt einiger Hymenomyceten-Fruchtkörper.

Hymenomyceten	Zersetzung	Chemotaxis	pH
<i>Armillaria matsudake</i> Ito et Imai	+	+	6,0
<i>Collybia platyphylla</i> Fr.	##	+	6,4
<i>Cortinellus shiitake</i> P. Henn.	##	+	6,1
<i>Daedalea quercina</i> Pers.	—	+	4,8
<i>Fomes applanatus</i> Wallr.	—	+	5,9
<i>Lactarius hatsutake</i> Tanaka	##	+	6,1
<i>Polyporus spongia</i> Fr.	##	+	3,8
<i>Polystictus hirsutus</i> Fr. f. <i>albidus</i> Lloyd.	##	+	4,4
<i>P. versicolor</i> Fr. var. <i>nigricans</i> Lasch.	+	+	4,8
<i>Stereum purpureum</i> Pers.	—	+	5,8
<i>Tricholoma conglobatum</i> Vitt.	##	+	5,9