download www.zobodat.at

Entwicklungsgeschichtliche Untersuchung einer morphologisch abweichenden Puccinia-Art (*Pucc. Sonchi* Rob.).

Von Ivan Lamb.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

Einleitung.

Puccinia Sonchi Rob., die auf verschiedenen Arten der Gattung *Sonchus* in der nördlichen Welthalbkugel vorkommt, wurde von Tranzschel (1909) als eine Brachy-Form festgestellt, da die von ihm ausgeführte Aussaat von Teleutosporen auf *Sonchus arvensis* Pykniden erzeugte, auf welche primäre Uredosporenlager folgten. In der Natur ist das primäre Uredostadium jedoch niemals beobachtet worden.

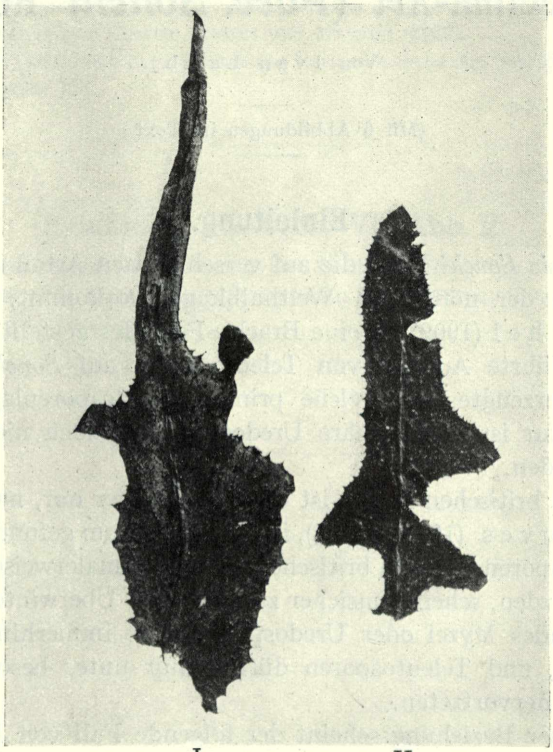
In den britischen Inseln ist diese Art bisher nur, nach den Angaben Groves (1913, S. 155), im Uredostadium gefunden worden; ob Teleutosporen bei dem britischen Klima normalerweise überhaupt gebildet werden, scheint unsicher zu sein; eine Überwinterung durch perennierendes Myzel oder Uredosporen wäre immerhin nicht ausgeschlossen, und Teleutosporen dürften nur unter besonderen Bedingungen hervortreten.

In dieser Beziehung scheint der folgende Fall von Interesse zu sein. Im August 1932 wurde *Pucc. Sonchi* vom Verfasser in der Nähe von Bournemouth, an der Südostküste Englands, auf *Sonchus arvensis* Linn. gefunden, und zwar in dem gewöhnlichen Uredostadium. Zwei ziemlich stark befallene Pflanzen wurden sorgfältig ausgegraben und nach Edinburgh, 630 km weiter nördlich, transportiert, wo sie in ein Blumenbeet im Freien verpflanzt wurden. Im Laufe des nächsten Monats machte sich eine Nachwirkung der zweitägigen Reise bemerkbar, indem die Pflanzen ganz allmählich zu sterben anfingen; als Folge davon bildete der Pilz innerhalb fünf Wochen auf den vergilbenden Blatt- und Stengelteilen zahlreiche schwarze Teleutosporenlager aus (Abb. 1, I). Eine ähnliche Beschleunigung der Teleutosporenbildung durch künstlich hervor-

download www.zobodat.at

gerufene allmähliche Erschöpfung des Wirtsgewebes wurde von Morgenthaler (1910) und Gaßner (1915) erzielt.

Pucc. Sonchi unterscheidet sich in vielen Hinsichten vom gewöhnlichen *Puccinia*-Typus, wie Grove (1913, S. 156) hervorgehoben hat, und zwar hauptsächlich durch das Vorhandensein von keulenartig verdickten Paraphysen um die Uredosporen- und



I II

Abb. 1.
Zwei von *Pucc. Sonchi* Rob. stark befallene *Sonchus arvensis*-Blätter. I = Teleutosporenlager. II = Sekundäre Uredosporenlager. (Natürliche Größe.)

Teleutosporenlager, wodurch ersteren eine scharf kreisförmig abgegrenzte, fast aecidiumähnliche Erscheinung verliehen wird (Abb. 1, II). Schon aus diesen Erwägungen schien eine eingehende entwicklungsgeschichtliche Untersuchung des ganzen Lebensverlaufes wünschenswert, wie sie wahrscheinlich zum erstenmal in Großbritannien durch das Vorkommen des Teleutostadiums ermöglicht wurde.

download www.zobodat.at

Es sei in diesem Zusammenhang eine weitere Einzelheit über die Ausbildung der Teleutosporen auf den allmählich sterbenden *Sonchus*-Pflanzen erwähnt. Eine sorgsam ausgeführte Untersuchung von mehreren hundert Teleutosporenlagern, auf den Blättern sowohl als auf den Stengeln, brachte das Ergebnis, daß sämtliche Lager ausschließlich einzellige Mesosporen enthielten; selbst nach mühsamem Suchen gelang es nicht, eine einzige zweizellige Teleutospore ausfindig zu machen. Sydow, in seiner Beschreibung dieser Art (1904, S. 154), bemerkt über die häufige Bildung von Mesosporen, daß in manchen Sporenlagern nur einzellige Teleutosporen vorhanden sind. Mesosporen kommen auch in einer Anzahl anderer *Puccinia*-Arten vor, was manchmal zu einer Verwechslung mit *Uromyces* geführt hat (Sydow 1908). Dietel (1906, S. 736) hat gezeigt, daß in der Rostpilzflora Australiens gewisse eingeschleppte *Puccinia*-Arten auftreten, die in Australien eine reichliche Mesosporenbildung aufweisen, obwohl diese in ihrem ursprünglichen Standort völlig ausbleibt. Dieses eigenartige Verhalten dürfte wohl in vielen Fällen auf den klimatischen Einfluß zurückzuführen sein.

Methodik.

Material im Uredo- und Teleutostadium, im nächsten Frühjahr auch von künstlich erzeugten primären Infektionen, wurde in Chromessig und in schwacher Flemmingscher Lösung fixiert, eingebettet und geschnitten. Die Schnitte wurden mit Heidenhains Hämatoxylin und mit Safranin, Polychrom-Methylenblau und Orange-Tannin nach dem Verfahren Breinls (Gwynne-Vaughan und Barnes 1927, S. 332) gefärbt.

Die Morphologie der Uredo- und Teleutosporenlager.

Der Bau der Uredo- und Teleutosporenlager wird zunächst behandelt.

Die sekundären Uredosporenlager auf der Blattunterseite entspringen einem interzellularen, stets paarkernigen Myzel, dessen einfache, verzweigte oder traubenförmige Haustorien in den Wirtszellen meistens einkernig sind. Ähnliche einkernige Haustorien eines diploiden Myzels sind von Allen (1926) für *Pucc. triticina* beschrieben worden.

Die ersten Anlagen des sekundären Uredosporenlagers bestehen aus Gruppen von senkrecht gestreckten, parallel aneinanderwachsenden Hyphen, die die Epidermis vom unteren Gewebe abreißen und aufwölben. In der Mitte des Lagers entstehen aus den End-

download www.zobodat.at

zellen der Hyphen unmittelbar die Uredosporen; keine Pufferzellen werden differenziert. An der Peripherie, ringsum die sporenerzeugenden Hyphen, wachsen die oberen Zellen senkrecht bis zu einer Länge von 140 μ aus; ihr Plasmainhalt wird spärlich, und die Kerne schrumpfen allmählich zusammen. Gleichzeitig nehmen ihre Wände

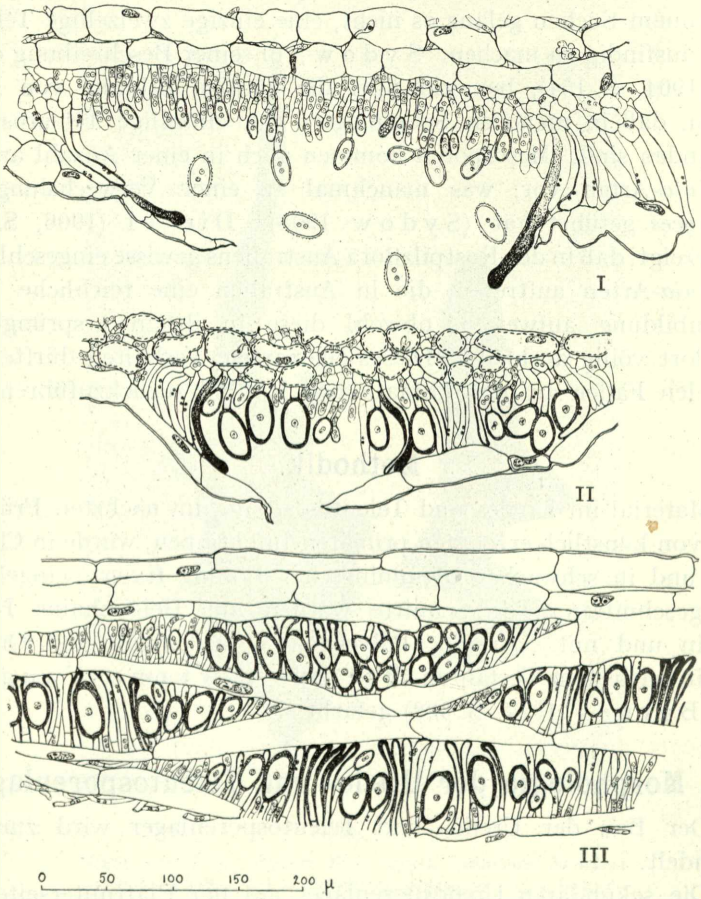


Abb. 2[1]).
Pucc. Sonchi Rob. I = Querschnitt durch ein sekundäres Uredosporenlager. II = Querschnitt durch ein Mesosporenlager auf dem Blatt. III = Querschnitt durch ein Mesosporenlager auf dem Stengel.

beträchtlich an Dicke zu. Auf diese Weise entstehen die keulenförmigen, stark verdickten Paraphysen, die ein so charakteristisches Merkmal der sekundären Uredosporenlager dieser Art sind. Ver-

[1]) Übersichtlichkeitshalber sind die Zeichnungen von den Querschnitten der natürlichen Lage entsprechend orientiert, d. h. mit der Blattunterseite nach unten.

download www.zobodat.at

schiedene Stadien in ihrer Entwicklung sind aus Abb. 2, I ersichtlich, die einen Querschnitt durch ein typisches Uredosporenlager darstellt. Die einzelne Reihe von dunkelbraunen, sehr stark verdickten Paraphysen, von welcher das Lager eventuell umgeben wird, ist in

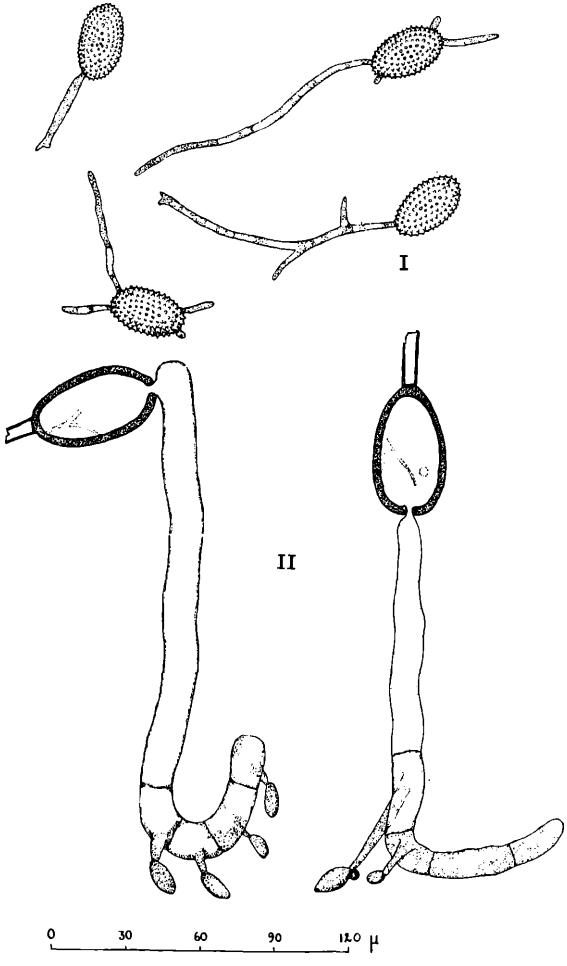


Abb. 3.
Pucc. Sonchi Rob. I = Keimung der Uredosporen.
II = Keimung der Mesosporen.

frischem Material als eine dunkle, kreisförmige Linie schon makroskopisch erkennbar. In solchen Paraphysen sind schließlich Plasma und Kerne vollständig degeneriert. Es wird durch die Betrachtung von Abb. 2, I auch klar, daß die Annahme Groves (1913, S. 156), die Paraphysen seien in Wirklichkeit der obere Teil eines zarten Pseudoperidiums, richtig ist.

download www.zobodat.at

Beim Durchbrechen der Epidermis über dem Sporenlager entsteht eine schmale Öffnung, durch welche die Uredosporenmasse allmählich befreit wird.

Die Uredosporen sind länglich bis eiförmig, 24—38 × 15—21 μ und besitzen eine stark verdickte (2—3 μ), warzige Wand. Ihrem Inhalt wird von zahlreichen Öltropfen eine gelbliche Farbe verliehen. Werden sie bei Zimmertemperatur auf ein Deckglas in einer feuchten Kammer ausgesät, so tritt innerhalb sechs Stunden Keimung ein (Abb. 3, I). Die Zahl der Keimporen läßt sich aus der Lage der hervortretenden Keimschläuche auf vier feststellen; in der Regel wächst nur einer von diesen weiter, während die übrigen drei ihr Wachstum bald einstellen.

Die Mesosporen entstehen entweder in den erschöpften Uredosporenlagern oder in getrennten Lagern auf der Blattunterseite, ein Charakter, der nach Magnus diese Art von *Pucc. Tagananensis* Magn. unterscheiden soll (s. Sydow 1904, S. 154). Sie sind, wie die Uredosporenlager, von keulenförmigen, stark verdickten Paraphysen umgeben, die auch oft dasselbe Lager in kleinere Kammern teilen, wie aus Abb. 2, II ersichtlich ist. Die auf dem Stengel gebildeten Teleutosporenlager unterscheiden sich bemerkenswert dadurch, daß sich mehrere Sporen- und Paraphysenschichten übereinander entwickeln können, die durch das zerrissene Wirtsgewebe geteilt sind (Abb. 2, III). Solche Sporenlager auf den Stengeln werden meistens erst beim Faulen der betreffenden Pflanzenteile bloßgelegt. Unter zunehmender Verdickung und Färbung der Wände erreichen die Mesosporen eine Größe von 45—60 × 20—25 μ; eine stärker verdickte Scheitelpapille ist meistens vorhanden. Inzwischen findet die übliche Verschmelzung der beiden Kerne statt. Ruhendes Sporenmaterial, mitten im Winter fixiert, zeigt eine fast homogene Struktur des Verschmelzungskernes. Die Stiele der einzelnen Mesosporen werden auch bis zu einem gewissen Grad verdickt, wodurch die Sporenlager eine ziemlich feste Beschaffenheit erreichen.

Infizierung mit Mesosporen und Entwicklung des primären Uredosporenlagers.

Die Mesosporen von *Pucc. Sonchi* keimen nach Überwinterung in ähnlicher Weise wie *Uromyces*-Teleutosporen. Die Scheitelpapille wird aufgelöst, und ein bis zu 200 μ langes, sichelartig gebogenes Promyzelium tritt hervor, das durch Querwände in vier Zellen geteilt wird. Jede von diesen vier Zellen bildet am Ende einer Sterigmahyphe ein Sporidium (Abb. 3, II), das bei der Reife, nach Absonde-

download www.zobodat.at

rung eines winzigen Wassertröpfchens, abgeschleudert wird. Der Vorgang der Sporenabschnürung und Abschleuderung entspricht genau den Beobachtungen Dietels (1912, S. 355) und Bullers (1924, S. 497—583) an anderen Uredineen.

Überwintertes Mesosporenmaterial wurde mit Nadeln in destilliertem Wasser zerstückelt und ausgequetscht und das dadurch gewonnene sporenhaltige Wasser auf junge Blätter zweier pilzfreier eingetopfter Versuchspflanzen von *Sonchus arvensis* im Gewächshaus übertragen. Die so behandelten Stellen wurden mit Papierstreifen bezeichnet und der Topf mit einer Glasglocke bedeckt.

Vierzehn Tage später entwickelten sich an diesen Stellen Pykniden, die auf rotbraunen Flecken ungefähr 1 mm im Durchmesser, hauptsächlich auf der Blattoberseite ihre Pusteln bildeten. Pyknidensporenhaltiger Nektar wurde in reichlichem Maße als Tröpfchen aus den Mündungen der Pykniden abgesondert. Zwei bis acht Tage darauf, also sechzehn bis zweiundzwanzig Tage nach der Mesosporenaussaat, entstanden offene primäre Uredosporenlager auf der Blattunte seite in sämtlichen Pusteln, außer der Reihe von verschiedenen Entwicklungsstadien, die zum Fixieren entnommen wurde. Die hier beobachtete Entwicklungsweise stimmt mit den Angaben Tranzschels insofern nicht überein, als in den von ihm durch Aussaat von Teleutosporen erzielten Pusteln epiphylle und erst später hypophylle Uredosporenlager erzeugt wurden. Diesem Unterschied ist aber wohl keine so große Bedeutung beizumessen. Makroskopisch gleicht das primäre Sporenlager an Größe und Aussehen vollständig dem sekundären, mit der Ausnahme der hierfür so charakteristischen dunklen Randlinie, die in den primären Infektionen nicht erkennbar ist. Die primären Uredosporen konnten auf Deckgläsern in der feuchten Kammer innerhalb sechs Stunden leicht zur Keimung gebracht werden; hierin wichen sie in keiner Hinsicht von dem bei den sekundären Uredosporen beobachteten Keimungsvorgang ab.

Bei mikroskopischer Untersuchung stellte sich heraus, daß die Pykniden sich auf ausschließlich einkernigem Myzel entwickeln. Hier und da in den Präparaten waren freilich vereinzelte zweikernige Hyphenzellen zu finden, die aber wohl Zellteilungsstadien vor der Bildung der neuen Zellwand darstellten. Die Haustorien des einkernigen Myzels weisen keine Unterschiede von denjenigen des sekundären zweikernigen Myzels auf. Bei der Entwicklung der Pykniden werden keine ausgeprägten Pufferzellen differenziert, wie sie von Allen (1930, 1932) in den Pykniden von *Pucc. graminis* und *Pucc. coronata* beobachtet wurden. Die erwachsenen, Nektar

download www.zobodat.at

ausscheidenden Pykniden (Abb. 4) sind kolbenförmig, 72—86 μ im Durchmesser; rings um die Mündung stehen steife, nach auswärts gebogene Periphysen, unter denen manchmal gewisse längere, unregelmäßig auslaufende Hyphen zu treffen sind (a in Abb. 4). Solche

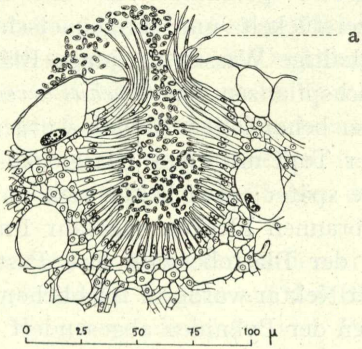


Abb. 4.
Pucc. Sonchi Rob. Querschnitt durch eine reife Pyknide. Bei a eine unregelmäßige auslaufende Hyphe.

Hyphen sind, wie die Periphysen, meistens einkernig. Die Pyknidensporen haben die durchschnittliche Größe von 3×4 μ.

Der Anfang eines primären Uredosporenlagers wird durch das Eindringen senkrechter, parallel aneinanderstehender einkerniger

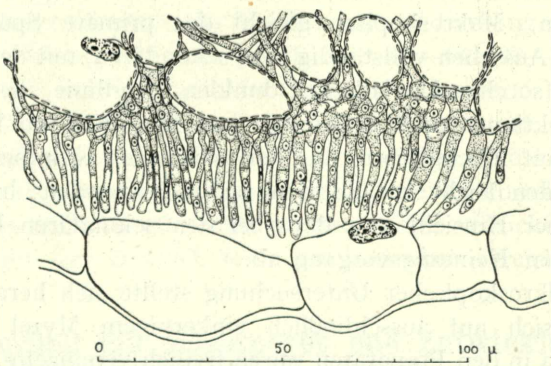


Abb. 5.
Pucc. Sonchi Rob. Querschnitt durch die Anlage eines primären Uredosporenlagers.

Hyphen in die Interzellularräume unmittelbar unter der Epidermis gekennzeichnet, wodurch diese losgerissen und aufgewölbt wird (Abb. 5). Die Endzellen dieser Hyphen, manchmal auch die darunter liegenden zweiten Zellen, fungieren als Puffer gegen die Epidermis;

download www.zobodat.at

ihr Plasma enthält zahlreiche Vakuolen, und die einzelnen Kerne werden allmählich aufgelöst. Am Rand des sich bildenden Sporenlagers wachsen die Endzellen als palisadenartige Paraphysen aus, die aber, im Gegensatz zu den Paraphysen der sekundären Uredosporenlager, dünnwandig und farblos bleiben; auf diesen Umstand ist das Fehlen einer deutlich wahrnehmbaren Linie rings um das primäre Uredosporenlager zurückzuführen. Innerhalb dieser einkernigen Paraphysen, zwischen den plasmareichen Basalzellen der senkrechten Hyphen, finden zahlreiche Verschmelzungen statt, wodurch scheinbar die ersten zweikernigen Zellen entstehen (Abb. 6, I). Solche Erscheinungen, auch in Beziehung auf die Abgliederung von sterilen Pufferzellen, stimmen mit den Angaben Christmans (1907) über die Entwicklung der primären Uredosporen bei *Phragmidium potentillae canadensis* vollständig überein. Eine bemerkenswerte Erscheinung in den vorgeschritteneren Entwicklungsstufen der primären Uredosporenlager ist das sehr häufige Vorhandensein von unregelmäßig geformten, mehrkernigen Basalzellen, deren Kernzahl 3 bis 12 beträgt. Solche beutelförmigen Zellen überwiegen in manchen jungen Sporenlagern die normalen zweikernigen Basalzellen. Die Art ihrer Entstehung ist wegen ihrer außerordentlich unregelmäßigen Form schwer festzustellen; der in Abb. 6, II gezeichnete Fall aber dürfte vielleicht über diesen Punkt Aufschluß bringen. Hier finden Verschmelzungen zwischen vier fertilen Zellen, auf drei Hyphen verteilt, statt. Die dritte Zelle der mittleren, mit zwei sterilen Zellen versehenen Hyphe ist in offene Verbindung mit der Endzelle einer benachbarten Hyphe zu ihrer Linken getreten, wodurch eine Wanderung des Kernes der links gelegenen Zelle zu ihr stattfindet. Dieser Vorgang wäre vielleicht, im Gegensatz zu den von Christman (1907) geschilderten Zellenverschmelzungen, als ine Kernüberwanderung im Blackmanschen Sinne zu deuten (Blackman 1904), aber scharfe Grenzen zwischen den beiden Kopulationstypen scheinen hier wie bei vielen anderen Arten (Olive 1908; Kursanov 1922) nicht vorhanden zu sein. Die vierte Zelle der mittleren Hyphe ist auch durch eine kurze Brücke in Verbindung mit der etwas geschwollenen Endzelle einer rechts von ihr gelegenen Hyphe getreten. Da es dieser mittleren Zelle an Kerninhalt fehlt, liegt die Vermutung nahe, daß ihr einziger Kern durch die Verbindungsbrücke in eine schon zweikernige Zelle übergewandert ist, wodurch letztere jetzt drei Kerne enthält. Es ließ sich am Präparat nicht feststellen, auf welche Weise diese dreikernige Zelle ursprünglich zweikernig geworden war. In Abb. 6, III ist eine unregelmäßig geschwollene achtkernige Zelle dargestellt, deren

download www.zobodat.at

einkerniger Ursprung sich durch das Vorhandensein von der einkernigen Basal- und Endzelle (diese als Pufferzelle in Degeneration begriffen) beweisen läßt. Zwischen ihr und der zweiten Zelle einer benachbarten, noch einkernigen Hyphe ist es zu einer Verschmelzung gekommen; ob aber einer der acht Kerne der größeren Zelle beim Fixieren des Materials im Begriff war, in die haploide Hyphe überzuwandern und in dieser also ein neues Kernpaar zu begründen oder etwa umgekehrt, ist kaum festzustellen. Leider fehlen Aufschlüsse in Beziehung auf den Ursprung der Mehrkernigkeit der größeren Zelle ihrer unregelmäßigen Form wegen.

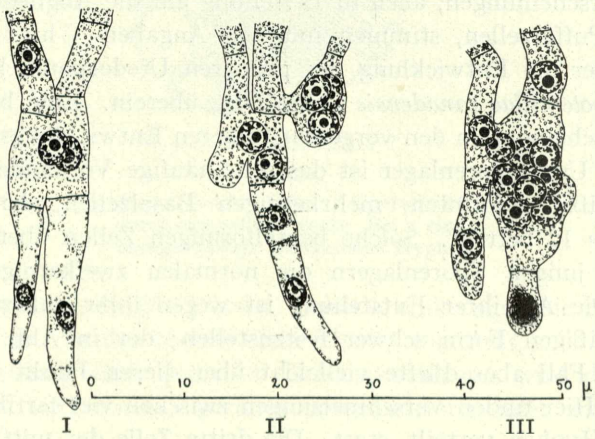


Abb. 6.
Pucc. Sonchi Rob. I, II, III = Zellenverschmelzungen im jungen primären Uredosporenlager.

Die Sporenzellen bilden sich unmittelbar als Sprossen an den zwei- oder mehrkernigen Basalzellen aus; dieselbe Basalzelle liefert mehrere Generationen von primären Uredosporen nacheinander, wie dies Christman (1907) bei *Phragmidium potentillae canadensis* feststellte. Eine solche mehrmalige Sporenbildung von derselben Basalzelle könnte möglicherweise als ein Mechanismus zur Wiederherstellung der streng diploiden Kernzahl in den Sporen aufgefaßt werden, eine Vermutung, die in dem hier beobachteten, sehr regelmäßigen paarkernigen Charakter der primären Uredosporen eine wesentliche Unterstützung erhält.

Schlußbetrachtung.

Vom morphologischen und systematischen Standpunkt aus ist die merkwürdigste und interessanteste Eigenschaft von *Pucc. Sonchi* das Vorhandensein des dunklen Randes, aus einer Schicht zusammen-

download www.zobodat.at

geklebter, enorm verdickter Paraphysen bestehend, rings um das sekundäre Uredosporenlager. Wie oben erwähnt, stellt diese Paraphysenschicht, wie von Grove (1913, S. 156) behauptet wird, tatsächlich den oberen Teil eines zarten Pseudoperidiums dar; das unterliegende pseudoparenchymatische Gewebe weist aber keine scharfen Grenzen gegen das auslaufende diffuse Myzel auf, sondern läßt alle Zwischenstufen zwischen Parenchymazellen von 5—15 μ Durchmesser und typischen ausgestreckten Hyphenzellen erkennen.

Die Funktion der Paraphysen kann, obgleich kein entscheidender Beweis dafür vorliegt, als das Aufheben und Durchbrechen der Blattepidermis gedeutet werden. Durch ihren äußerst festen Charakter eignen sie sich besonders dazu, den Widerstand des obengelegenen Gewebes zu überwinden. Wenn wir also annehmen, daß den Paraphysen des sekundären Uredosporenlagers eine wichtige mechanische Rolle in der Durchbrechung der Epidermis zukommt, so stehen wir vor der Frage: wie ist dies mit der Tatsache in Einklang zu bringen, daß die primären Uredosporenlager, in denen die Paraphysen zart und unverdickt bleiben, die Epidermis ebensogut aufzuwölben und zu durchlöchern vermögen? Eine Antwort auf diese Frage scheint auf Grund der verschiedenen Lagen der beiden Infektionen möglich; da das Sporidium der gekeimten Teleutospore nur eine ziemlich dünne Kutikularschicht durchdringen kann, bilden sich die primären Uredosporenlager ausschließlich auf den jüngsten und zartesten Blättern, wo mit einem starken Widerstand von seiten des Wirtsgewebes nicht zu rechnen ist. Die sekundären Uredosporenlager aber verdanken ihre Entstehung einer Infektion von Uredosporen, deren Keimschläuche bekannterweise durch die Spaltöffnungen ins Blattinnere gelangen. Im letzterwähnten Fall werden dem Ort der Ausbildung des Sporenlagers offenbar keinerlei Grenzen gesetzt; sekundäre Uredosporenlager bilden sich also ebenso häufig auf alten festen Blättern wie auf den zarten Sprossen, ein Umstand, der das Vorhandensein eines mechanisch kräftiger entwickelten Paraphysensystems erklären dürfte.

Eine solche umrandende Paraphysenschicht rings um die Uredosporenlager kommt auch außer der Gattung *Puccinia* sehr selten vor. Unregelmäßig unter den Sporen verteilte Paraphysen sind eine häufige Erscheinung, so z. B. in *Pucc. Magnusiana* und *Pucc. Poarum*, aber gerade auf die peridiumähnliche Lage kommt es in dieser Beziehung an. Etwaige Vergleiche mit den Peridiumzellen, die um die Uredosporenlager von *Melampsorella Caryophyllacearum* (Grove 1913, S. 156 und 360) vorhanden sind, sowie mit den keulenförmigen Paraphysen, die sich rings um die Uredosporenlager von *Melampsora-*

download www.zobodat.at

Arten bilden (Fromme 1912), lassen kein engen Parallelen mit den Verhältnissen in *Pucc. Sonchi* erkennen. Dagegen sind Paraphysen, wie sie in den Teleutosporenlagern dieser Art vorkommen, anderweitig ziemlich häufig anzutreffen, insbesondere unter den Teleutosporen gewisser Arten der Gattung *Uromyces*. So z. B. wurden solche Paraphysen von Bubák (1906) in *Urom. Festucae* Syd., *Urom. Poae* Rab. und *Urom. Dactylidis* Otth., von Mayor (1906) in *Urom. Fischerianus* Mayor und von Semadeni (1916) in *Urom. Ranunculi-Distichophylli* Semadeni beobachtet. Eine Zeichnung, die der letztgenannte Verfasser seiner Beschreibung dieser *Uromyces*-Art beifügt, erinnert in geradezu frappanter Weise an die Erscheinung der Mesosporenlager von *Pucc. Sonchi*. Als eigenartiges morphologisches Merkmal dieser Art also gelten in allererster Linie die Paraphysen des sekundären Uredosporenlagers und nicht diejenigen des Teleutosporenlagers.

Die Zytologie des primären Uredosporenlagers ist besonders lehrreich, und zwar hauptsächlich wegen des äußerst häufigen Vorkommens mehrkerniger Basalzellen, deren hohe Kernzahl, zum Teil wenigstens, durch Zellenverschmelzungen herbeigeführt wird. Dabei scheint der haploide bzw. diploide Charakter der kopulierenden Zellen durchaus ohne Bedeutung zu sein; einkernige Zellen verschmelzen nicht nur mit zweikernigen, sondern auch mit mehrkernigen Zellen. Kurz gesagt, es fehlt vollkommen an einen einheitlichen, scharf differenzierten Kopulationsvorgang zwischen stets haploiden fertilen Zellen, wovon in den älteren Werken über die Zytologie der Rostpilze fast immer die Rede ist. Jedoch sind vereinzelte Angaben über solche „unregelmäßigen" Zellenverschmelzungen und über das Vorkommen mehrkerniger Zellen in der Literatur zu finden. Olive (1908) beschrieb z. B. Basalzellen mit einer hohen Kernzahl in dem jungen Aecidium von *Uromyces Scirpi*. Hoffmann (1912) schilderte die Wanderung des Kernes einer haploiden Zelle in eine schon zweikernige Verschmelzungszelle in *Endophyllum Sempervivi*. Von Fromme (1912) wurde in *Melampsora Lini* eine Verschmelzung von vier haploiden Zellen beobachtet, sowie elfkernige Basalzellen. Seit der Entdeckung Craigies (1927) von Heterothallismus und einer sexuellen Tätigkeit der Pyknidiosporen bei den Rostpilzen sind verschiedene zytologische Arbeiten in der Kenntnis ausgeführt worden, daß der sexuelle Vorgang mehr als einfache Paarungen von haploiden, sich nebeneinander in dem jungen primären Sporenlager befindlichen Gameten darstellt. So wurden z. B. von Allen (1930, 1932) mehrkernige Basalzellen als eine regelmäßige Erscheinung in den Aecidiumanlagen von *Pucc.*

download www.zobodat.at

graminis und *Pucc. triticina* geschildert. Andrus (1931) bringt in seiner Arbeit über die Sexualität von *Uromyces appendiculatus* und *Urom. Vignae* die Abbildung eines Falles, in welchem eine Kernwanderung zwischen zwei zweikernigen Zellen offenbar stattfindet. Wir können also nach der Entdeckung von Heterothallismus bei den Rostpilzen in den zytologischen Arbeiten eine gewisse Tendenz erblicken, die zur Loslösung von den alten, festen Begriffen einer streng isogamen Kopulation zwischen haploiden Gameten im jungen primären Sporenlager führt. Craigie hat neuerdings (1933) mitgeteilt, daß in den Pykniden von *Pucc. helianthi*, einer heterothallischen Art, außer den steifen Periphysen gewisse auslaufende unregelmäßige Hyphen vorhanden sind, mit denen, kurz nach der Übertragung von Nektar aus einer Pustel entgegengesetzten Geschlechts, Pyknidiosporen durch kurze Brücken in Verbindung treten. In *Pucc. Sonchi*, wie oben geschildert wurde, sind ebenfalls ähnliche Hyphen in den Pykniden vorhanden. Aus rein morphologischen Gründen also wäre es nicht ausgeschlossen, daß auch unter den Brachy-Puccineen eine sexuelle Tätigkeit der Pykniden vorliegt. Bis jetzt ist dies nur für die eu-Formen, in Zusammenhang mit der Bildung des Aecidiums, bewiesen. Ob die Pykniden bei den Brachy-Formen in der Entwicklung des primären Uredosporenlagers eine ähnliche Rolle spielen, ist eine Frage von weitgehendstem Interesse, die weiterer Untersuchung bedarf.

Die vorliegende Arbeit wurde durch ein vom Deutschen Akademischen Austauschdienst verliehenes Stipendium ermöglicht, wofür an dieser Stelle bestens gedankt sei. Es ist auch meine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Burgeff und Herrn Prof. von Wettstein, durch deren Freundlichkeit mir Arbeitsplätze in den Würzburger und Münchener Botanischen Instituten zur Verfügung gestellt wurden, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Schriftenverzeichnis.

Allen, R., **1926**. Nuclear phenomena in Puccinia triticina physiologic form XI. (Proc. Internat. Congr. Plant Sci. [1929], **2**, 1271.)

— 1930. A cytological study of heterothallism in Puccinia graminis. (Journ. Agric. Research, Washington, **40**, 585.)

— 1932 a. A cytological study of heterothallism in Puccinia triticina. (Journ. Agric. Research, Washington, **44**, 733.)

— 1932 b. A cytological study of heterothallism in Puccinia coronata. (Journ. Agric. Research, Washington, **45**, 513.)

Andrus, C. F., **1931**. The mechanism of sex in Uromyces appendiculatus and U. vignae. (Journ. Agric. Research, Washington, **42**, 559.)

download www.zobodat.at

Blackman, V. H., 1904. On the fertilization, alternation of generations and general cytology of the Uredineae. (Ann. Bot., **18**, 323.)

Bubák, F., 1906. Infektionsversuche mit einigen Uredineen. III. Bericht. (Centralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., **16**, 150.)

Buller, A. H. R., 1924. Researches on Fungi, 3. London.

Christman, A. H., 1907. The nature and development of the primary uredospore. (Trans. Wisconsin Acad. Sci. etc., **15**, 517.)

Craigie, J. H., 1927 a. Experiments on sex in rust fungi. (Nature, **120**, 116.)

— 1927 b. Discovery of the function of pycnia of the rust fungi. (Nature, **120**, 765.)

— 1933. Union of pycniospores and haploid hyphae in Puccinia helianthi Schw. (Nature, **131**, 25.)

Dietel, P., 1906. Einige Bemerkungen über die Rostpilzflora Australiens. (Centralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., **16**, 733.)

— 1912. Über die Abschleuderung der Sporidien bei den Uredineen. (Mykologisches Centralbl., **1**, 355.)

Fromme, F. D., 1912. Sexual fusions and spore-development of the flax-rust. (Bull. Torrey Bot. Club, **39**, 113.)

Gaßner, G., 1915. Die Teleutosporenbildung der Getreiderostpilze und ihre Bedingungen. (Zeitschr. f. Bot., **7**, 65.)

Grove, W. B., 1913. The British Rust Fungi (Uredinales). Cambridge.

Gwynne-Vaughan, H. C. J., und Barnes, B., 1927. The Structure and Development of the Fungi. Cambridge.

Hoffmann, A. W. H., 1912. Zur Entwicklungsgeschichte von Endophyllum Sempervivi. (Centralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., **32**, 137.)

Kursanov, L., 1922. Recherches morphologiques et cytologiques sur les Urédinées. (Bull. Soc. Nat. de Moscou, Nouv. Sér., **31**, 1.)

Mayor, E., 1906. Contribution à l'étude des Urédinées récoltées dans la vallée de Bagnes (Valois) du 30 Juillet au 1 Août 1906. (Bull. de l'herb. Boissier, Sér. II, T. **6**, 1012.)

Morgenthaler, O., 1910. Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen. (Centralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., **27**, 73.)

Olive, E. W., 1908. Sexual cell fusions and vegetative nuclear divisions in the rusts. (Ann. Bot., **22**, 331.)

Semadeni, O., 1916. Beiträge zur Biologie und Morphologie einiger Uredineen. (Centralbl. f. Bakt. usw., II. Abt., **46**, 451.)

Sydow, P., und H., 1904. Monographia Uredinearum.

— 1908. Über eine Anzahl aus der Gattung Uromyces auszuschließender resp. unrichtig beschriebener Arten. (Annales Mycologici, **6**, 135.)

Tranzschel, W 1909. Kulturversuche mit Uredineen im Jahre 1908. (Vorl. Mitt.) (Annales Mycologici, **7**, 182.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hedwigia

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: 74_1934

Autor(en)/Author(s): Lamb Ivan Mackenzie

Artikel/Article: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchung einer morphologisch abweichenden Puccinia-Art (Pucc. Sonchi Rob.) 181-194