

P. 192

N° 2—7 B 1

FÉVRIER—JUILLET

1929

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE
DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES (I)

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1929



1929
FEBRUER 1929
BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADEMIE POLONAISE
DES SCIENCES ET DES LETTRES
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
(SÉRIE A - SCIENCES MATHÉMATIQUES)

Publié, par l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, sous la direction de
M. S. Maziarski. (Cracovie, Institut d'Histologie de l'Université, rue Wielopole 15).

Nakładem Polskiej Akademji Umiejętności.
Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

O malo znanych i nowych formach wzrostu w Bac. megatherium (De Bary) i ich cytologii. — Wenig bekannte und neue Wachstumsformen des Bac. Megatherium (De Bary) und seine Cytologie.

Mémoire

de M. **B. F. PETSCHENKO**,

présenté, dans la séance du 4 Février 1929, par M. H. Hoyer m. t.

(Planches 24—27).

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Material und Methodik.

Gewöhnliche Wachstumsformen:

- 1) Vegetative Bazillen;
- 2) Endosporen.

Besondere Wachstumsformen:

- 3) Sporoide Formen;
- 4) Mikrocyten;
- 5) Arthrosporen;
- 6) Verzweigte und kolbige Formen;
- 7) Gonidangien;
- 8) Gonidien;
- 9) Amöbenähnliche Formen.

Zusammenfassung des Materials und der Literatur.

Literaturverzeichnis.

Erklärung der Tafeln.

Einleitung.

Nach der Ansicht vieler Gelehrten ist die Morphologie der Bakterien einfach. Jede der bekannten Gattungen der Bakterien zeigt während ihrer Lebensdauer eine Beständigkeit der Formen und bewahrt genau die äußeren Merkmale eines der drei Haupttypen der Bakterien, wie es Ferdinand Cohn (1872) begründet hat:

»Kokkus«, »Bacillus«, oder »Spirillum«. Die Abweichungen in der Morphologie der Gattungen, von diesem Standpunkte aus, werden als anormal bezeichnet, und man nennt solche Formen gewöhnlich »Involutions- oder degenerative« Formen. Es wird angenommen, dass solche Formen, die in alten Kulturen bei ungünstigen Bedingungen zu entstehen scheinen, weiterer Entwicklung unfähig sind. Diese »Involutionsformen«, oder »anormale« Formen der gegebenen Gattung finden bei den meisten Gelehrten wenig Beachtung.

Erst in letzter Zeit befaßt man sich dank einer Reihe von Arbeiten (Almquist, Löhnis u. a.) mehr mit den »Involutionsformen« der Bakterien. Eingehende Forschungen dieser Formen haben gezeigt, daß sie oft in jungen Kulturen bei sehr günstigen Lebensbedingungen entstehen. Andererseits sind die »Involutionsformen«, die in alten Kulturen entstehen, nicht nur entwicklungsfähig, sondern sie sind sogar in diesen Kulturen die einzigen Formen, die weiterwachsen können und zur Propagation der Gattung dienen.

Nach der Ansicht gewisser Gelehrten (Almquist, Enderlein, Löhnis u. a.) sind die »Involutionsformen« der Bakterien in den Kulturen durchaus nicht zufällig, sondern normale Wachstumsformen, die unter dem Einfluß noch nicht erforschter Bedingungen entstehen und die zum normalen Entwicklungszyklus gehören.

In der vorliegenden Arbeit beschreibe ich die näher von mir erforschten Wachstumsformen, welche Abweichungen vom »Normaltypus« beim saprophytischen *Bac. megatherium* aufweisen.

Material und Methodik.

Als Material für die vorliegende Arbeit diente hauptsächlich ein frisch vom Heu isolierter Stamm des *Bac. megatherium*. Es handelte sich nämlich darum, degenerativen Komplikationen in der Entwicklung vorzubeugen, die leicht bei Musealstämmen auftreten.

Der von mir isolierte Stamm wurde gleichzeitig mit einem typischen, von Kral bezogenen Musealstamm zum Zwecke der Untersuchung der Morphologie und der biochemischen Eigenschaften

auf einer Reihe von typischen Nährböden ausgesät. Die Morphologie der Kolonien, ihr Wachstum auf Bouillon und die fermentativen Eigenschaften dieses Stammes entsprechen den Eigenschaften, wie sie von Gelehrten für *Bac. megatherium* beschrieben wurden.

Das Fehlen der erforderlichen Apparatur machte es mir unmöglich, die Untersuchungen einer von einem einzigen Bakterium gewonnenen Kultur so durchzuführen, wie es vielleicht wünschenswert gewesen wäre. Die isolierte Kultur säte ich einigemal auf Agarplatten aus, bevor ich mit den Untersuchungen begann, da es sich darum handelte, die Kultur auf ihre Reinheit hin zu kontrollieren und ein einheitliches Material der einzelnen Kolonien zu erhalten.

Die Kulturen wurden bei einer Temperatur von ungef. 22° auf einer Reihe von bakteriologischen Nährböden gezüchtet. Das beste Wachstum konnte ich im abgekochten Krautblätterwasser mit Zusatz von gewöhnlicher Bouillon (2:1), im Gehirnwasser (Hibler) und auf Kartoffelkeilen in Glycerinlösung (1%—3%), beobachten.

Das Untersuchungsmaterial wurde den Kulturen systematisch in bestimmten Zeitabständen serienweise entnommen, wobei die alte, sporentragende Kultur gewöhnlich als Ausgangspunkt jeder Serie diente. Die Morphologie und die Entwicklung dieses Bakteriums untersuchte ich nicht nur an der Hand von Präparaten mit toten Zellen, sondern auch an lebendem Material; die Entwicklung der Bakterien wurde *intra vitam* in hängendem Tropfen untersucht und außerdem wurde die mikrochemische Analyse und Untersuchung der Körnigkeit und der Hauptbestandteile des Körpers der Mikroorganismen mit Hilfe von Reagenzien für Eiweiß, Kohlehydrate und Fette ausgeführt.

Zur Herstellung von ständigen Präparaten wurden die Bakterien auf Deckgläschen feucht fixiert. Für zytologische Studien bediente ich mich einer Reihe von Fixierflüssigkeiten, die in der mikroskopischen Technik eingeführt sind, und verschiedener Färbungsmethoden.

Zur Färbung der Sporen und der sauerfesten Körnigkeiten wandte ich die modifizierte Methode von Möller und Ziel an, wobei die Bakterien mit einer Mischung von Formol und Kali bichromicum (nach Sapëhin modif. von Noack),

feucht fixiert, nachher mit einer schwachen Lösung von Chromsäure gebeizt und endlich 48 St. lang mit Phenol-Fuchsin bis zum Dampfaufsteigen gefärbt werden. Um die Natur der Körperbestandteile der Bakterien, hauptsächlich der kleinen Wachstumsformen derselben festzustellen, verwendete ich außer der gewöhnlichen Färbungsmethode die chromolytische Methode (Unna). Die mit Karbinol fixierten Präparate setzte ich der Einwirkung von Reagenzien, die gewisse Kategorien von Eiweiß und Fetten lösen, aus und färbte sie dann.

Der Hauptzweck dieser Arbeit war die Untersuchung der Wachstumsformen des *Bac. megatherium*, die unbekannt oder wenig erforscht sind. Diese Formen stammen den gewöhnlichen Wachstumsformen ab und bilden zusammen den Entwicklungszyklus der Bakterie. Aus diesem Grunde habe ich in dieser Arbeit auch die gewöhnlichen Wachstumsformen berücksichtigt.

Zur Bezeichnung der besonderen Typen der Wachstumsformen bei dem *Bac. megatherium* war ich gezwungen, mich einer besonderen Nomenklatur zu bedienen. Um nicht die Zahl der schon bestehenden Termine zu vergrößern, die von den Gelehrten zur Bezeichnung der einzelnen Typen der besonderen Wachstumsformen bei den Bakterien angewendet werden, führe ich keine neuen ein, sondern bediene mich der von Löhnis eingeführten Terminologie und wende sie nur provisorisch für die vorläufige Klassifizierung der besonderen Wachstumsformen an.

Die Formen, die ich bei *Bac. megatherium* untersucht habe, teile ich in zwei große Gruppen ein: gewöhnliche Wachstumsformen, d. h. diejenige, die massenhaft in den Kulturen auf gewöhnlichen Nährböden auftreten und deshalb gut bekannt sind, und besondere, seltener und in geringeren Mengen auftretende und deshalb wenig bekannte Formen. Jede Gruppe enthält einige Kategorien von Formen, die sich durch gewisse morphologische und biologische Eigenschaften auszeichnen. Die Einteilung habe ich in folgender Weise durchgeführt:

Gewöhnliche Wachstumsformen:

- 1) Vegetative Bazillen;
- 2) Endosporen.

Besondere Wachstumsformen:

- 3) Sporoide Formen;
- 4) Mikrocysten;

- 5) Arthrosporen;
- 6) Verzweigte und kolbige Formen;
- 7) Gonidangien;
- 8) Gonidien;
- 9) Amöbenähnliche Formen.

Die Beschreibung der obgenannten Kategorien der Wachstumsformen gebe ich in chronologischer Reihenfolge so, wie die einzelnen Entwicklungsphasen in den Kulturen aufeinander folgen. Dabei wird auch das Alter der Kulturen nach Stunden oder Tagen (24 Stunden) angegeben, von dem Zeitpunkte an gerechnet, wo das Material der alten, sporenhaltigen Kultur auf frischem Nährboden ausgesät wurde, bis zu dem Augenblick, in welchem der neuen Kultur das Material zur Untersuchung entnommen wurde. Die Entwicklung der einzelnen Individuen in der Kultur geht nicht synchronisch vor sich, sie können sich im Gegenteil nach verschiedenen Richtungen hin entwickeln. Im gegebenen Zeitpunkt finden wir gewöhnlich in der Kultur, besonders in einer alten, Individuen von verschiedenen Kategorien, doch überwiegen in der Regel Individuen eines einzigen Stadiums. Dieser überwiegende Typus der Bakterien ist für diesen Augenblick der Entwicklung einer Kultur charakteristisch, und ich berücksichtige bei der Bearbeitung des Materials, wie auch bei Schlußfolgerungen, hauptsächlich solche Individuen.

Die vegetativen Bazillen.

Bazillen sind diejenigen Wachstumsformen, die wir, wie bekannt, am häufigsten in jungen Kulturen des *Bac. megatherium* finden. In jungen Kulturen (9 St.) haben die Bakterien die Gestalt regelmäßiger Stäbchen ($2\ \mu \times 5-6\ \mu$) mit stumpfen oder etwas abgerundeten Enden (Taf. 24, Abb. 1 u. 2). Junge, aus Sporen gekeimte Bazillen, die sich zu teilen angefangen haben, besitzen homogene Struktur und färben sich stark mit Kernfarbstoffen. Nach 9 Stunden entstehen kurze Fäden von zwei oder vier Gliedern. Unter diesen Bakterien kommen auch Individuen mit mehr komplizierter Struktur vor (Abb. 2). Ihr Protoplasma wird mit Giemsa-Mischung violett gefärbt und zeigt im blauen Felde ein dunkelrotes Körperchen. Ein solches Körperchen, wie wir es

auf Abb. 3 sehen, kann sich teilen und geht bei der Teilung der Zelle in die beiden neu entstandenen Zellen über (Abb. 4 u. 5).

Ältere Bakterien besitzen Vakuolen und »Körperchen«, die den oben geschilderten ähnlich, gewöhnlich in der Einzahl vorhanden, aber kleiner sind (Abb. 6). Bei der Teilung teilt sich auch dieses »Körperchen«, so daß sich in jeder neu entstandenen Zelle eines befindet (Abb. 7 u. 8).

Die »Körperchen«, die bei den Bakterien in dem Stadium von 9 und 12 Stunden geschildert wurden, sind von gleicher Natur. Bei Giemsa-Färbung färben sie sich dunkelrot, bei Hämatoxylinfärbung (DeLafield, Ehrlich, Mallory u. a.) blau, wie gewöhnliche Zellkerne. Diese »Körperchen« sind bei der Färbung mit Methylenblau und darauffolgender Entfärbung mit H_2SO_4 ($1/4\%$) schwach bläulich gefärbt, lösen sich in kochendem H_2O nicht auf, reagieren also nicht wie Metachromatin (Volutin), sondern wie Chromatin. Doch diese Gebilde befinden sich nicht immer in der Bakterienzelle (Abb. 9).

Die Bazillen unterliegen in ihrer weiteren Entwicklung (48 St.) einer Metamorphose. Ein Teil von ihnen bildet Endosporen und ein anderer reproduktive Formen, von denen später die Rede sein wird; der Rest fällt der Degeneration anheim und entwickelt sich nicht weiter. Die Degeneration äußert sich morphologisch darin, daß die Bazillen irreguläre Formen annehmen und sich mit den Kernfarbstoffen nicht mehr, sondern nur mit protoplasmatischen Farbstoffen (rosa mit Giemsa-Farbstoff) oder überhaupt sich nicht färben (Abb. 10). Die Bazillen von irregulärer Form, aber mit basophilem Protoplasma können sich durch gewöhnliche Teilung vermehren, oder in vier Teile zerfallen (Abb. 11). Man sieht also, daß zur Vermehrung der Bakterienzelle das Protoplasma chromatophile Elemente braucht, so daß das Protoplasma der Bakterie in der Regel basophil ist.

Übergangsformen der Bazillen von regelmäßiger Gestalt zu Degenerationsformen, den »Schatten«, wiesen oft eine Umgruppierung der Hauptbestandteile des Protoplasmas auf: der achromatischen Grundsubstanz und der chromatophilen Elemente. Die chromatophilen Elemente können in einem solchen Fall die Form eines zickzackförmigen Bandes annehmen (Abb. 33, Taf. 24).

Außer typischen Bazillen beim *Bac. megatherium* in älteren Kulturen, die sich auf einem hochgradig nahrhaften Nährboden entwickeln, treten kurze Formen mit abgerundeten Enden auf. Bei der Teilung werden sie kürzer und nehmen eine runde Gestalt an. Diese Formen können sich, wie man es in Abb. 12 sieht, durch Teilung weiter vermehren.

Endosporen.

Endosporen finden wir oft bei *Bac. megatherium* in alten Kulturen, aber ihre relative Menge schwankt ziemlich stark im Verhältnis zur Gesamtzahl der Bakterien in der Kultur je nach dem ausgesäten Material und den Lebensbedingungen der Kultur. In manchen Kulturen bringt der größere Teil der Bakterien Endosporen hervor, in anderen dagegen bilden sie nur einen geringen Bruchteil. Die Bedingungen, von denen die Entstehung der Endosporen abhängig ist, sind wenig bekannt. Bei *Bac. megatherium* kann man die Entstehung der Endosporen nicht als Reaktion der Individuen auf ungünstige Lebensbedingungen betrachten, da diese nur einen indirekten Einfluß ausüben, vielmehr ist die Sporulation vom biologischen Zustande des Individuums abhängig. In den Kulturen bilden nur solche Bakterien Endosporen, die sich in einem gewissen Entwicklungsstadium befinden.

Reife Sporen bei *Bac. megatherium* haben intra vitam eine ovoide Gestalt (zirka $2 \mu \times 1 \mu$). Ihr grünliches Protoplasma bricht das Licht stark und enthält ein kleines, dunkles Körnchen. Die Sporen besitzen eine doppelte Membran. An den Präparaten kann man Einzelheiten der Struktur beobachten. In den Abb. 13 und 14 sind zwei Wochen alte, mit Giemsa-Lösung gefärbte Sporen dargestellt. Sie besitzen eine doppelte Membran, und diese bildet sich schon bei den Sporen, welche sich noch in der Mutterzelle befinden (Abb. 15). Das violett gefärbte Protoplasma enthält einzelne oder doppelte Körperchen. Diese Körperchen reagieren nicht wie Metachromatin (Volutin), sondern verhalten sich gegenüber Reagenzien wie chromatophile Elemente der Bazillen. Außer diesen chromatophilen Elementen enthalten die Sporen leuchtende Körperchen, die Fettreaktionen geben (Abb. 16 und 17). Diese Fette werden als Ernährungsprodukte während des Kei-

mungsprozesses absorbiert. Färbt man die Sporen nach der Methode von Möller, so treten die oben geschilderten Einzelheiten der Struktur nicht hervor, es färbt sich nur die Membran (Abb. 18).

Die auf einen neuen Nährboden überimpften Sporen nehmen im Laufe der ersten drei Stunden ein mattes Aussehen an und keimen darauf aus. Vor der Keimung erfolgt eine Differenzierung des Protoplasmas in einen zentralen, chromatophilen und einen schwach gefärbten, peripheren Teil (Abb. 19). Darauf verläßt der Keimling durch eine Öffnung an dem schmalen Pol des Ovoids die Membran (Abb. 20). Dieser ist von ovoider Gestalt, enthält vier chromatophile Körperchen (Abb. 21) und beginnt sich sogleich zu teilen. Nach einer Reihe von aufeinanderfolgenden Teilungen kann sich in Bazillen je eine Spore bilden. Schon in 24 Stunden alten Kulturen findet man Bazillen mit Protosporen, wie auf Abb. 22 zu sehen ist. Das blaue Protoplasma dieses Bazillus enthält in der oberen Hälfte ein Gebilde von violetter Färbung — eine Protospore. In der unteren Hälfte der Zelle liegt in einer Vakuole mit stark gefärbtem Rand ein kirschrotes, metachromatisches Körperchen. Das Metachromatin entsteht, wie bekannt, in vegetativen Stäbchen an der Peripherie der Vakuole und wird bei der Bildung von der Spore absorbiert. Die reife Spore füllt den größten Teil des Protoplasmas der Bakterienzelle aus; der Rest degeneriert dann. Die Reste eines solchen Protoplasmas mancher reifen Sporen finden wir in Gestalt von Ansätzen mit komplizierter Struktur an beiden Polen der Bakterie (Abb. 23, Taf. 24).

Sporoide Formen.

Außer den gewöhnlichen Endosporen bilden sich bei *Bac. megatherium* Wachstumsformen, die an die Endosporen stark erinnern, aber sie haben eine andere Morphologie. Diese Formen unterscheiden sich in alten Kulturen von Endosporen durch ihre runde Gestalte (Mikrophot. 1). Sie sind säure- und alkoholfest und besitzen eine dicke, sich nicht färbende, äußere und eine sich färbende, innere Membran (Abb. 24). Die sporoiden Formen bilden sich bei den vegetativen Bazillen im Innern der Zelle gewöhnlich zu zweien. Das stark sich färbende Protoplasma dieser

Formen enthält in den ersten Stadien seiner Entwicklung Fettkörperchen (Abb. 25). Die Abbildungen 26 und 27 (Taf. 24) sind Präparaten einer 25 Tage alten Kultur entnommen und zeigen die Endformen der Entwicklung der sporoiden Formen. Der erste Bazillus enthält zwei, stark lichtbrechende sporoiden Formen, der zweite ist von sporoider Gestalt, mit zwei hantelförmig in Verbindung stehenden chromatophilen Körperchen.

Mikrocysten.

Zu den propagativen Formen beim *Bac. megatherium* gehören solche Formen, die sich ähnlich den Endosporen und den sporoiden Formen in alten Kulturen bilden, aber von anderer Abstammung sind. Sie sind größer als Endosporen und sporoiden Formen und besitzen eine dickere Membran (Abb. 28). Diese Formen stellen eine umgeformte, ganze Zelle dar. Sie entsprechen derjenigen Kategorie von Wachstumsformen, die Löhnis als Mikrocysten bezeichnet. Die Entstehung von Mikrocysten beschreibt er folgendermaßen: »The formation of a mikrocyst i. e. the transformation of a whole vegetative cell into one usually relatively large resting body, is characterized in most cases by a welling up and rounding of the cell, followed by a more or less considerable thickening of the cell wall«.

Arthrosporen.

In sehr jungen Kulturen des *Bac. megatherium* finden wir Sporen, sporoiden Formen, sich teilende Bazillen und Bazillen von unregelmäßiger Gestalt. Von den Bazillen der letztgenannten Kategorie, deren größere Hälfte sich nicht, oder nur mit protoplasmatischen Farbstoffen färbt, fallen die mit Kernfarbstoffen stark gefärbten Formen ins Auge, die aus Fragmenten von unregelmäßiger Gestalt bestehen. Sie treten paarweise oder zu vierten auf. In Abb. 29 ist eine solche Form wiedergegeben. Es ist ein kurzer Faden von unregelmäßiger Gestalt und besteht aus vier Fragmenten, die mit Giemsa-Mischung violett gefärbt sind. Diese Fragmente sind untereinander verbunden und mit einer gemeinsamen Membran umgeben. Abbildung 31 (nach einem Präparat einer alten Kultur) stellt eine ähnliche Wachstumsform dar, aber

eines etwas anderen Typus. Der kurze Faden besteht aus 2 Fragmenten. Das eine ist stark gefärbt, das andere ganz schwach. Von derselben Kultur sind in Abb. 31 und 32 miteinander verbundene Fragmente dargestellt. In alten Kulturen besitzen die Wachstumsformen, von denen hier die Rede ist, ein kondensiertes Protoplasma. In Abb. 33 und 34 (Taf. 24) sehen wir solche Formen aus einer 25 Tage alten Kultur. Die Form in Abb. 33 besteht aus zwei Fragmenten. Das erste schwach gefärbte enthält chromatophile Elemente von zickzackförmiger Gestalt, das kleine Fragment dagegen besitzt eine homogene Struktur und ist stark gefärbt. In Abb. 34 sehen wir eine Form, die sich aus zwei stark gefärbten Fragmenten zusammensetzt.

Einigemal beobachtete ich im hängenden Tropfen aus dem Material einer alten Kultur, einige Stunden nach ihrer Anlegung Wachstumsformen, die ein Entwicklungsstadium der oben beschriebenen Formen auf frischem Nährboden darstellen. In sechs Stunden alten Kulturen, die aus dem Material einer 25 Tage alten Kultur angelegt worden waren, beobachtete ich neben beweglichen Stäbchen, Endosporen und »Schatten«, eine ziemlich grosse Anzahl von rundlichen Gebilden, die keine Membran besaßen und größer als Sporen waren. Diese Bildungen brachen ziemlich stark das Licht. Manche von ihnen waren bisquitförmig, andere paarweise verbunden.

Diese bereits oben beschriebenen Wachstumsformen sind die umgeformten, vegetativen Zellen, die in alten Kulturen nicht degenerieren und die zur weiteren Entwicklung der Gattung dienen. Diese kann man Arthrosporen nennen, da sie dem Begriff von Arthrosporen entsprechen, so wie es jetzt die Gelehrten auffassen. Löhnis charakterisiert die Arthrosporen in folgender Weise: »The formation of arthrospores i. e. the segmentation of the vegetative bacterial cell and the transformation of these segments into fairly resistant reproductive organs«.

Verzweigte und kolbige Formen.

Die verzweigten Formen beim *Bac. megatherium* entstehen aus alten Stäbchen. Eine von den Zellen eines bakteriellen Fadens bekommt einen kurzen, lateralen Fortsatz. Solche Wachstumsformen sind in Mikroph. 2 (Taf. 27) und Abb. 35, Taf. 24 dargestellt. Der ganze

Faden besteht aus drei Zellen. Von der mittleren zweigt sich ein Ausläufer von rhomboidaler Gestalt ab.

Die kolbigen Formen werden ebenfalls von alten Stäbchen produziert. In Mikrophot. 3 sehen wir eine solche Form aus einer 25 Tage alten Kultur. Dies ist ein nichtgegliederter, langer Faden, der sich nach unten hin allmählich verdünnt, der obere Teil ist dagegen kolbenartig verdickt. Der Faden selbst ist nicht gefärbt, nur die Verdickung weist eine stark gefärbte, ovale Bildung auf. Abb. 36 zeigt den oberen Abschnitt einer kolbenartigen Form in einem früheren Stadium. Sie besteht aus drei Abschnitten. Der obere hat eine runde Form, der nächste bildet sozusagen den Deckel des Kolbens. Das blaugefärbte Protoplasma des letzten Abschnittes des Kolbens enthält körnige Gebilde von dunkelvioletter Farbe.

Wahrscheinlich stellt Abb. 37, Taf. 25 (Präparat einer 25 Tage alten Kultur) eine Fragmentation der kolbenartigen Form des Wachstums dar, die eine spätere Entwicklungsphase ist. Wir sehen ein kolbenartiges Gebilde in der Membran, deren Protoplasma in einige sphärische Fragmente geteilt ist

Gonidiale Formen.

Als gonidiale Formen beschreibe ich beim *Bac. megatherium* solche Wachstumsformen, die der allgemeinen Bezeichnung der Gonidien entsprechen, wie sie Löhnis angenommen hat. Die Entstehung der Gonidien erklärt Löhnis mit folgenden Worten: »The formation of the gonidia is caused by contraction and fragmentation of the content the parent cell«.

Die gonidialen Formen treten beim *Bac. megatherium* öfter als andere besondere Wachstumsformen auf. Sie erscheinen in Kulturen von verschiedenem Alter, doch meistens in verhältnismäßig jungen Kulturen von 48 Stunden bis zu vier Tagen. Die größte Anzahl der Gonidien beobachtete ich in 48 Stunden alter Kultur auf Kartoffelkeilen in Glycerin (2%). Die gonidialen Formen beim *Bac. megatherium* kann man in zwei große Gruppen teilen: Gonidangien und Gonidien sensu stricto.

Gonidangien.

Für Gonidangien ist es charakteristisch, daß die Mutterzelle, in der sie entstehen, sich vergrößert. Diese vergrößerten

Formen des *Bac. megatherium* treten in zwei Abarten auf. Bei den Formen des I. Typus vollzieht sich die Erweiterung der Zelle in der Längsrichtung; die Formen des II. dagegen wachsen in die Breite und bilden breite Formen.

In Abb. 38, Taf. 25 sehen wir ein Gonidangium des I. Typus. Es ist ein langes und in der Mitte ein wenig erweitertes Stäbchen. In seinem Protoplasma liegt ein dunkelviolett gefärbtes Gebilde von birnenähnlicher Form. In den Abb. 39—43 von Präparaten einer 48 Stunden alten Kultur sind gewisse Stadien dieser Entwicklungsformen dargestellt. In dieser Kultur befanden sich viele vegetative Bazillen, deren Protoplasma mit Giemsa-Mischung blau mit einem rötlich-violetten Ton gefärbt war. Dieses Bild machte den Eindruck, als ob in der cyanophilen Grundsubstanz des Protoplasmas eine erythrophile Substanz gleichmäßig zerstreut wäre. In dem Protoplasma gewisser Bakterien konnte man verschiedene Kondensationsstadien dieser erythrophilen Substanz in zwei runden Körperchen bemerken. Zuletzt entsteht ein definitives Bild der Struktur der Zelle, wie wir es in Abb. 39 sehen. Das Protoplasma dieser Bakterien enthält zwei stark gefärbte Körperchen. Diese teilen sich, wie auf Abb. 40 zu sehen ist, doch die Zelle selbst weist zwar in der Mitte eine leichte Verschmälung, teilt sich aber nicht. Auf diese Weise entsteht eine verlängerte Zelle mit vier Gonidien (Abb. 41). Ähnliche Entwicklungsstadien der Gonidangien einer etwas älteren Phase sehen wir in Abb. 42. Die lange, etwas gebogene Zelle enthält im schwach gefärbten Protoplasma vier Körperchen mit scharfen Konturen: Gonidien und zwei Vakuolen mit metachromatischen Körperchen. In Abb. 43 ist ein Gonidangium von gleichem Typus dargestellt, das aber einem andern Nährboden (Kartoffelkeile) entnommen wurde. Es ist ein dickes, ein wenig gekrümmtes Stäbchen mit einer Querwand in der Mitte. Es enthält vier runde Gonidien mit einer stark gefärbten Schicht von Protoplasma. Ein Gonidangium in Gestalt eines an einem Ende aufgeblasenen Stäbches (Clostridiumform) sehen wir auf Abb. 44 (von einem Präparat einer 25 Tage alten Kultur). In dem erweiterten Teil der Zelle liegt im blauen Protoplasma ein großes Gonidium von violetter Färbung.

Die Gonidangien des II. Typus sind auf den Abb. 45—48, Taf. 25 von Präparaten einer 4 Tage alten Kultur dargestellt. Auf der

ersten Abbildung liegen im blau gefärbten Protoplasma der Stäbchen zwei Gebilde von grobkörniger Struktur in dunkelblauen Membranen. Freiliegende Gonidangien von gleicher Struktur sind in Fig. 46 abgebildet. Eine Reihe von Gonidangien bildet eine kurze Kette. Größere Gonidangien sind auf Abb. 47 und 48 dargestellt. Das erste enthält drei runde Gebilde in der Membran, die mit einem schmalen Streifen von Protoplasma der Mutterzelle umgeben sind. Das zweite Gonidangium zeigt eine ähnliche Struktur und enthält nur ein Gebilde von grobkörniger Struktur, die zwei weiteren haben eine homogene Struktur.

In der weiteren Entwicklung zerfallen die kettenartig verbundenen Gonidangien in einzelne Zellen. Indem sie sich in größeren Mengen zusammenballen, bilden sie eine Art von Zooglea (Mikrophot. 4). Die weitere Entwicklung und das Auseinanderfallen in einzelne Gonidien geht auf frischem Nährboden vor sich.

Die oben beschriebenen runden Gebilde in den Membranen enthalten rundliche Körperchen, die sich schwach färben. Diese reagieren nicht wie Fette, sondern enthalten ein kondensiertes Protoplasma, entstehen aus gonidialen Gebilden durch Fragmentation des Protoplasmas und entsprechen den Gonidien sensu stricto, von denen später die Rede sein wird.

Gonidien.

Gonidien sensu stricto habe ich einigemal in den Kulturen des *Bac. megatherium* intra vitam beobachtet und an Präparaten untersucht. Diese Formen verdienen größere Aufmerksamkeit, da sie in den Kulturen öfter als die anderen besonderen Wachstumsformen auftreten. In gewissen Entwicklungsphasen besitzen sie minimale Größe (ungefähr $0.3-0.2 \mu$), deshalb passieren sie wahrscheinlich die bakteriellen Filter und stellen so ein sich filtrierendes Entwicklungsstadium der Bakterien vor, das vom theoretischen und praktischen Standpunkt sehr interessant ist.

Das erstmal beobachtete ich gonidiale Formen und untersuchte sie in einer 48 Stunden alten Kultur auf Kartoffelkeilen, die aus dem Material einer 25 Tage alten Kultur mit Sporen angelegt war. Intra vitam fand ich in dieser Kultur folgende Wachstumsformen:

- 1) Einzelne Sporen;

- 2) bewegliche, vegetative Bazillen von homogener Struktur;
- 3) unbewegliche, kurze und breite Stäbchen von etwas unregelmäßiger Gestalt zweierlei Art:
 - a) mit kleinen »Körperchen« im Protoplasma;
 - b) mit einzelnen runden, verhältnismäßig großen »Gebilden« von körniger Struktur;
- 4) freiliegende, »runde Gebilde«, deren Größe und Struktur an die obgenannten unter 3 b erinnern;
- 5) freiliegende kleine »Körperchen«, die man einzeln oder gehäuft antrifft.

Im Protoplasma der Stäbchen eingeschlossene (3 a und b) und freiliegende (5) »Gebilde« und kleine »Körperchen« brechen das Licht stark mit einem grünlichem Ton. Manche von den freiliegenden Körperchen waren zu zwei oder zu vier miteinander verbunden, andere wieder von einem hellen Halo eingerahmt. Die kleinen, stark lichtbrechenden Körperchen und die größeren von körniger Struktur waren beweglich. Dies war eine aktive Bewegung, die hauptsächlich in gerader oder zickzackähnlicher Richtung vonstatten ging und die oft das ganze Feld des Mikroskops einnahm. Das starke Licht hemmte zeitweise diese Bewegung und diese hörte nach der Einwirkung von Chloroform oder Äther auf den hängenden Tropfen ganz auf.

Bei Vitalfärbung mit Brillantkresilblau färben sich kleine Granula im Protoplasma der Stäbchen rot, aber die »Gebilde« und »Körperchen«, von welchen die Rede ist, färbten sich nicht. Diese behielten ihren natürlichen, grünlichen Ton bei, sogar nach einer längeren Einwirkung der Farbe, wogegen das Protoplasma der Stäbchen einen violetten Ton annahm.

Zur Erklärung der Natur dieser oben geschilderten »Gebilde« und »Körperchen« untersuchte ich sie mit Hilfe gewisser mikrochemischer Reagenzien auf protoplasmatische Granula, metachromatische Körperchen, Glykogen und Fette. Bei vitaler Färbung mit Methylenblau, Neutralrot und anderen vitalen Farbstoffen färbten sich die »Gebilde« und »Körperchen« nicht. Die Reaktion auf Volutin mit kochendem H_2O , mit Methylenblau und H_2SO_4 (1/4%) und anderen Färbemitteln waren negativ. Die »Gebilde« und »Körperchen« wurden mit Ausnahme der Membran von größeren Formen mit der Jod-Jodkali-Lösung als Reaktion auf Glykogen nicht gefärbt. Ebenso ergaben auch andere

Reaktionen auf Glykogen ein negatives Resultat. Sudan III, Scharlach R und andere Reagenzien auf Fette färbten nur kleine Körnchen im Nährboden und ebenso kleine Granula in gewissen »Gebilden« von körnigem Bau, die sich mitten in der Hauptmasse nicht gefärbter Körperchen mit einem grünlichen Ton befanden. Eine interessante Färbung erhielten wir nach der Färbung mit Nilblaulorhydrat. Die grünlichen »Körperchen« färbten sich ebenfalls nicht, sondern es nahmen nur kleine, sich in der Grundsubstanz befindende Granula gewisser »Gebilde« rote Färbung mit violetterm Ton (Farbe einer Mischung von neutralen Fetten und Fettsäuren) an. Das Protoplasma der Stäbchen, die in Nr. 3 a beschrieben sind, färbte sich nicht, ebensowenig wie die darin liegenden Körperchen. Dagegen färbte sich das Protoplasma der Stäbchen des Typus Nr. 3 b blau und die einzelnen darin befindlichen Körperchen dunkelblau (Fettsäuren) und orangerot (neutrale Fette). In den runden »Gebilden« dieser Stäbchen färbte sich ein Teil der Granula orangerot. Unter diesen gefärbten Granula fielen grünliche, nicht gefärbte »Körperchen« ins Auge.

Die grünlich abgetönten »Körperchen« in dem Protoplasma der Bakterien und in den Gebilden, sowie auch die freiliegenden reagierten also nicht, wie bei gewöhnlichen protoplasmatischen Granulen (Mikrosomen, Plasmosomen oder Cytosomen) und bei ergastoplasmatischen Bildungen, wie metachromatische Körperchen, Glykogen und Fette. Ihren Eigenschaften nach erinnern Körperchen an Sporen. Intra vitam besitzen sie einen grünlichen Ton und brechen stark das Licht. In Präparaten färben sie sich stark und entfärben sich schwer. Diese Körperchen nehmen ihren Ursprung im Protoplasma der Bakterien, entstehen durch Fragmentation, unmittelbar oder in besonderen Gebilden. Nachher verlassen sie die Zelle, bewegen sich lebhaft und teilen sich. Das sind gonidiale Formen, mit deren Hilfe der *Bac. megatherium* sich rasch vermehrt. In einer Kultur, von der das Material zu der oben beschriebenen Untersuchung genommen wurde, vermehrten sich die Bakterien außergewöhnlich schnell; schon im Laufe von 48 Stunden war die ganze Fläche der Kartoffelkeile mit einer kremefarbigem Schicht von ungefähr 3 mm Stärke bedeckt. In dieser Kultur beobachtete ich die gonidialen Gebilde von grobkörnigem Bau, die sich an einem Pole des Stäbchens bildeten (Abb. 49). Sie schlüpfen dann

aus der Zelle wie aus einer Scheide heraus. Dann zerfielen diese Gebilde in kleine, rundliche oder polygonale, bewegliche Körperchen: die Gonidien. Auf den mit diesem Material begossenen Platten wuchsen typische Kolonien des *Bac. megatherium* in reiner Kultur.

In einer Serie von Untersuchungen der Gonidien habe ich Beobachtungen gemacht, die den oben erwähnten Entwicklungszyklus vervollständigen. Am vierten Tag traten in dieser Kultur, die nicht mehr bewegliche Stäbchen enthielt, breite, etwas gebogene Stäbchen auf, die im Protoplasma gonidiale Gebilde von körnigem Bau enthielten und freiliegende, sich bewegende, kleine Gonidien. Am nächsten Tag sah man in dieser Kultur eine Menge kleiner, beweglicher Stäbchen, die durch Zwischenformen mit den Gonidien verbunden waren. Eine von diesen Zwischenformen zeigte die Gestalt von dünnen, etwas gekrümmten, langen Gebilden mit zugespitztem Ende. Trotzdem die Kultur, in der ich diese Wachstumsformen beobachtet habe, schon fünf Tage alt war, enthielt sie dennoch wenig Sporen und wuchs noch schnell. Auf den mit dieser Kultur begossenen Platten entstanden typische Kolonien.

Auf Grund der letzten Beobachtung und der erhaltenen Ergebnisse der Untersuchung der Präparate, wovon noch später die Rede sein wird, kann man annehmen, daß sich die Gonidien bei gewissen Bedingungen in vegetative Stäbchen umgestalten.

Die intra vitam gemachten Beobachtungen wurden durch die an der Hand von Präparaten erhaltenen Ergebnisse ergänzt. Die Struktur der Gonidien tritt auf feucht fixierten Präparaten gut hervor. Nach dem, was oben von den Gonidien gesagt wurde, kann man auch die in den Präparaten beobachteten Gonidien in vier Kategorien teilen: zu der ersten gehören die intrazellulären Formen, die unmittelbar im Protoplasma der Bakterien liegen; zu der zweiten dieselben Formen, die aber in speziellen Gebilden liegen; die dritte und vierte Kategorie bilden die extrazellulären Formen, wobei die ersten in speziellen Gebilden, die anderen aber frei liegen.

Die Gonidien der I. Kategorie sehen wir in Abb. 50 dargestellt (Präparate einer 20 Stunden alten Kultur). Im Protoplasma der beiden Hälften der sich teilenden Bakterie heben sich auf dunklem Grunde rundliche Körperchen ab: die Gonidien. Die

gewöhnlichen Färbungsmethoden kann man bei dieser Gonidienform nicht anwenden; sie werden nach der Beize gefärbt. Von demselben Präparate sind extrazelluläre Gonidien in Gestalt einer Traube in Figur 51, Taf. 25 abgebildet.

Die Abb. 52 und 53 von dem Präparat einer 24 Stunden alten Kultur stellen die Gonidien der II. Kategorie dar. Das Protoplasma der ersten Bakterie enthält drei Vakuolen mit Fettkörperchen. Im oberen Teil der Zelle liegt ein gonidiales Gebilde mit rotgefärbten Körperchen-Gonidien. Das Protoplasma der zweiten Bakterie enthält ebenfalls Vakuolen mit Fettkörperchen und in der oberen Hälfte der Zelle ein gonidiales Gebilde mit kranzähnlich geordneten Gonidien. Tiefer liegen zwei große Gonidien, welche durch Fragmentation entstanden sind. Abb. 54 stellt eine extrazelluläre Form der Gonidien dar. Im Zentrum liegt eine Vakuole mit Fettkörperchen. Diese ist von einem Streifen von Protoplasma, dem Rest der Mutterzelle umgeben und in demselben liegen zwei Gonidien: ein größeres, stark lichtbrechendes mit einem chromatophilen Körnchen, und ein kleineres, stark gefärbtes.

In der Kultur, von der die Rede ist, beobachtete ich auch extrazellulären Gonidien, die den in den Abb. 52 und 53 dargestellten intrazellulären Gonidien ähnlich waren. In Abb. 55 ist eine von dieser Form in Gestalt eines Kranzes abgebildet, aus einem Präparat, das nach der Methode von Möller gefärbt war.

In Abb. 56 und 57 aus dem Präparate einer 40 Stunden alten Kultur sehen wir intrazelluläre Gonidien, die sich aber etwas von den oben geschilderten unterscheiden. Das Protoplasma beider Bakterien enthält Vakuolen. In der ersten Bakterie liegen drei Gonidien: zwei kleinere nebeneinander und ein größeres. Die zweite Bakterie enthält fünf kleine kranzähnlich angeordnete Gonidien. Ähnliche Gonidien sehen wir in Abb. 58—62 eines Präparates aus derselben Kultur, das auch nach der modifizierten Methode von Ziel gefärbt wurde. In der ersten Abbildung sehen wir im blauen Protoplasma rotgefärbte Gonidien. In der oberen Hälfte der sich teilenden Zelle in Abb. 59 stehen die Gonidien nebeneinander, dagegen liegen sie in der unteren Hälfte lose nebeneinander. In Abb. 60 sehen wir im blau gefärbtem Protoplasma der unteren Zelle drei Partien, die nach Entfärbung des Präparates mit Säure und Alkohol zum Teil ihre rote Farbe beibe-

halten haben. Diese Partien des Protoplasmas sind die ersten Anfänge der Entwicklungsphasen der Gonidien. Die obere Zelle enthält rotgefärbte, kranzförmig geordnete Gonidien. Ebenfalls sauer und alkoholfest sind die Gonidien in dem Gonidialgebilde der Bakterie in Abb. 61 und die extrazellulären Gonidien in Abb. 62.

Die Gonidien von den Präparaten einer 48 Stunden alten Kultur, an der die oben beschriebenen Beobachtungen *intra vitam* gemacht wurden, sind in Fig. 63—67 abgebildet. Die Bakterie in der ersten Abb. enthält im unteren Teil der Zelle ein stark gefärbtes Gebilde. Im Protoplasma an der Peripherie der Vakuole mit Fettkörperchen liegen Gonidien. Auf der linken Seite erblickt man ein stark gefärbtes Gonidium, auf der rechten ein stark lichtbrechendes und daneben kleine Körnchen. Die Bakterien in Abb. 64 und 65 (Taf. 26) enthalten reichlich Vakuolen mit Fettkörperchen und Gonidien. Im oberen Teil der ersten Zelle liegt ein kranzförmiges Gebilde und an den Rändern der Vakuole befinden sich einzelne Gonidien. Das zwischen der dritten und vierten Vakuole liegende Gonidium (von unten gezählt), besteht aus sehr kleinen Körperchen. Neben der zweiten Bakterie rechts oben liegt ein extrazelluläres, polygonales Gonidium und darunter ein kleineres von rundlicher Gestalt. Beide Gonidien sind stark lichtbrechend und enthalten einzelne chromatophile Körnchen. In Figur 66 und 67 sind extrazelluläre Gonidien derselben Kultur, jedoch eines etwas anderen Typus abgebildet.

Die intra- und extrazellulären Gonidien sind zusammen mit bakteriellen Fäden der Kultur, von der die Rede war, in der Mikrophot. 5 und 6 Taf. 27 abgebildet. Sehr kleine Formen der Gonidien sind in den Mikrophotographien 7 und 8 zu sehen. Es sind Körperchen von rundlicher oder polygonaler Gestalt, die einzeln oder paarweise verbunden liegen. In der Mikrophotographie 9 sehen wir ein kleineres Gonidium von einem versilberten Präparat mit zwei sehr zarten Geißeln.

Die Gonidien einer drei Tage alten Kultur aus den nach einer modifizierten Methode von Ziel gefärbten Präparaten sind auf Fig. 68—71, Taf. 26 abgebildet. Auf Abb. 68 enthält das Stäbchen im unteren Teil ein Gonidialgebilde mit vier rosa-gefärbten Fragmenten; weiter oben liegt ein Gonidium von dunkelroter Farbe. Eben solche säure- und alkoholfeste Gonidien befinden sich in der Bakterie, die auf Abb. 69 zu sehen ist. Im unteren

Teil der Zelle, im Zentrum der Vakuole liegt eine Gruppe kleiner Gonidien und an der Peripherie zweier anderer Vakuolen bemerkt man einzelne Gonidien. Außer den einzeln, paar- oder gruppenweise auftretenden, säurefesten, kleinen Gonidien (Abb. 70) sah ich in den Präparaten auch größere säurefeste Gonidien in Form langgezogener Körperchen, die oft in der Mitte durch einen hellen Streifen in zwei Teile geteilt waren (Abb. 71).

In Abb. 72—75 sind intrazelluläre Gonidien aus einer vier Tage alten Kultur dargestellt. Das Protoplasma der ersten drei Bakterien ist mit Giemsa-Mischung rosagefärbt und enthält Vakuolen. In der ersten Bakterie liegt ein Gonidium, in der zweiten ein gonidiales Gebilde mit einigen Gonidien. Die dritte Bakterie enthält ein gonidiales Gebilde mit drei Gonidien. Ein sehr kleines Gonidium liegt außerhalb der Zelle, ist aber mit ihr verbunden. In der Abb. 75 sehen wir eine kurze, kegelartige Zelle und neben ihr ein rundes, mattes, nicht gefärbtes Gebilde in der Membran, die ein stark lichtbrechendes Gonidium enthält.

Diese erwähnte Kultur enthält zahlreiche Bakterien, deren Protoplasma Vakuolen mit Fettkörperchen und Gonidien von demselben Typus aufweist, wie der, welcher in der drei Tage alten Kultur beschrieben wurde. Es befanden sich auch einige Bakterien mit erythrophilem Protoplasma und leeren Vakuolen, doch von den letztgenannten enthielten nur manche Zellen Gonidien von regenerativem Typus (Abb. 72—74, Taf. 26). Die extrazellulären Formen der Gonidien dieser Kultur sind in Fig. 76 und 77 abgebildet. Der erste Typus weist kleine, einzeln, zu zweien oder zu dreien auftretende Formen auf (Abb. 76). In Abb. 76 sehen wir in der Mitte ein Gonidium des zweiten Typus, dessen Morphologie der intrazellulären Form in Abb. 75 entspricht. Ganz unten befindet sich ein Gonidium von ähnlicher Struktur mit einem mit ihm verbundenen, sehr kleinen Gonidium. Unter den Gonidien befanden sich dünne, langgezogene und etwas gekrümmte Formen (Abb. 77). Diese halte ich für das erste Stadium des Umbildungsprozesses der Gonidien in vegetative Formen, das ist in drei Stäbchen, wobei ich mich auf die Beobachtungen *intra vitam* stützte.

Um die chemische Beschaffenheit der Körperchen, die als Gonidien geschildert wurden, ferner die Beschaffenheit der Fettbildungen in den Vakuolen der Bakterien der oben beschriebenen, vier Tage

alten Kultur, zu erklären, wurden sie mit lösenden Reagenzien untersucht und dann mit der Giemsalösung gefärbt. Die sich stark färbenden Formen der Gonidien lösten sich in kochendem H_2O nicht; nur in größeren Formen sah man in einer blaugefärbten Grundsubstanz ein oder zwei rotgefärbte Körnchen — chromatophile Elemente. Diese Gonidien lösten sich ebensowenig in konzentriertem, schwefelsaurem Ammonium, 2%-igem NaCl und in Mischungen: Alkohol mit Äther, Alkohol mit Azeton, Alkohol mit Chloroform und Alkohol mit Benzin. Diese Reaktionen zeigten, daß die Gonidien Reagenzien gegenüber sich nicht verhalten wie metachromatische Körperchen (Volutin), leicht sich lösende Eiweißstoffe und Fette, sondern daß sie ein kondensiertes Protoplasma und chromatophile Elemente enthalten. Die sich schwach färbenden und stark lichtbrechenden Gonidien reagieren ebenso. Nur bei manchen konnte man nach der Einwirkung von kochendem H_2O an gefärbten Präparaten einen roten Rand sehen. Die Körperchen in den Vakuolen der Bakterien, die als Fette bezeichnet wurden, lösen sich nicht in kochendem H_2O , 2%-igem NaCl und Alkohol. Sie lösten sich dagegen in Mischungen: Alkohol mit Äther und Alkohol mit Chloroform. Sie verhielten sich also wie Fette.

Die intrazellulären Gonidien von einer 5 Tage alten Kultur sind in Abb. 78—80 dargestellt. Die erste Bakterie im unteren Teil der Zelle enthält eine Spore, im oberen ein gonidiales Gebilde mit drei stark lichtbrechenden Gonidien und drei stark gefärbten Körnchen. Das Protoplasma der zweiten Bakterie ist vakuolisiert und färbt sich schwach. In der Mitte der Zelle liegt ein typisches gonidiales Gebilde. Auf Abb. 80 ist eine Bakterie mit zwei gonidialen Gebilden von irregulärer Gestalt mit einigen Gonidien dargestellt. Diese Gonidien sind noch nicht ganz gebildet worden und deshalb auf der Grundsubstanz nur wenig sichtbar. Die extrazellulären Gonidialgebilde sehen wir auf Abb. 81 und 82, Taf. 26. Auf Fig. 83 sind freiliegende, kleine Gonidien dieser Kultur abgebildet.

Das Präparat aus einem hängenden Tropfen der in Rede stehenden Kultur mit beweglichen Gonidien war auf Geißeln gefärbt. Von diesem Präparat sind Gonidien in Abb. 84 und 85 dargestellt. Die erste größere Form besitzt einige Geißeln, die nach dem Typus »peritricha« geordnet sind. Das zweite, kleinere Gonidium besitzt nur zwei Geißeln (vergl. Mikrophot. 9).

In manchen alten Kulturen (20—25 Tage) auf Kartoffelkeilen konnte ich noch das Anwachsen der Kolonie beobachten. In diesen Kulturen befinden sich außer Sporen und degenerierten Stäbchen, deren Protoplasma nicht (mit Giemza-Mischung) oder erythrophil gefärbt war, Gonidien bildende Wachstumsformen. Auf Abb. 86—88 sind solche Bakterien abgebildet. Auf der ersten Abb. sehen wir die Anfangsphase dieser Gonidien. Zwei miteinander verbundene, in regelmäßig gefärbtem, cyanophilem Protoplasma liegende Zellen von unregelmäßiger Gestalt enthalten violette Körnigkeiten. Das Protoplasma der Bakterien von Abb. 87 und 88 ist ebenso gefärbt, aber es enthält runde, violette Körperchen. Ebensolche Körperchen — Gonidien — liegen extrazellulär den Bakterien an. Auf den Abb. 89 und 90 sind aus derselben Kultur Gonidien in etwas anderer Morphologie in Knospengestalt dargestellt. Das Protoplasma der ersten Bakterie besitzt gleiche Struktur wie die oben geschilderte. An dieser Bakterie liegen in Verbindung mit ihr Gonidien, welche sich aus stark gefärbten, an einem dünnen Stiel befestigten Körperchen zusammensetzen. Auf der Mikrophot. 9, Taf. 27 ist ein solches Stäbchen abgebildet. Zur rechten Seite desselben befindet sich ein Gonidium von gleicher Gestalt. Auf Abb. 90 sehen wir ein Gonidium in Gestalt eines Ausläufers von anderer Struktur als das vorige. Dieser Ausläufer enthält ein konzentriertes, rotgefärbtes und mit doppelter Membran umhülltes Protoplasma.

Sehr kleine Gonidien in Knospengestalt sind auf der Mikrophotographie 10 abgebildet. In ihrem oberen Teil befinden sich gewöhnliche, kleine Gonidien, aber unten in der Mitte liegt ein kugeliges, stark gefärbtes Gebilde, an dem mit ihm verbundene sehr kleine Gonidien liegen.

Außer den oben beschriebenen Formen in den besprochenen Kulturen befinden sich genügend große, extrazelluläre Gonidialgebilde in Membranen mit stark lichtbrechenden, runden Gonidien (Abb. 91). Diese Körperchen verhielten sich gegenüber mikrochemischen Reaktionen nicht wie Fette. In einem und demselben Präparat befanden sich genügend große extrazelluläre Gonidien als einzelne oder paarweise verbundene Körperchen (Abb. 92).

Amöbenähnliche Formen.

Die amöbenähnlichen Formen entstehen in etwas älteren oder alten Kulturen aus Stäbchen. Ihre Morphologie ist etwas anders als bei den gewöhnlichen amöbenähnlichen Formen. Diese erscheinen oft in alten Kulturen als degenerative, nicht mehr entwicklungsfähige Formen. Sie färben sich ganz schwach oder nur mit protoplasmatischen Farben und bilden keine starkgefärbten Territorien von Protoplasma oder Gonidien (Abb. 93).

Amöbenähnliche Formen aus 48-stündiger Kultur von einem Präparat, das nach der modifizierten Methode Ziel's gefärbt war, sind auf Abb. 94 und 95 dargestellt. Ihr blaugefärbtes Protoplasma enthält rosagefärbte Partien mit säure- und alkoholfesten Gonidien. Amöbenähnliche Formen von ein wenig abweichender Form sind auf Abb. 96 und 97 aus 14-tägiger Kultur abgebildet. Ein schwach gefärbtes und vakuolisiertes Protoplasma der ersten Bakterie enthält drei stark gefärbte Partien von homogener Struktur mit verdicktem Rande. Das ebenso vakuolisierte und sehr schwach gefärbte Protoplasma der zweiten Bakterie enthält ein gonidiales Gebilde mit stark lichtbrechenden Gonidien und dabei ein gefärbtes Gonidium.

Auf der Mikrophot. 12, Taf. 27 sind amöbenähnliche Formen desselben Typus abgebildet und auf der Mikrophotographie 13 ein kurzer, aus gleichen Formen zusammengesetzter Faden. In diesem Faden entspricht die zweite Form links in ihrer Struktur der auf Abb. 97, Taf. 26 abgebildeten.

Zusammenstellung der Ergebnisse, allgemeine Schlüsse und Literatur.

Oben habe ich möglichst objektiv die Wachstumsformen beschrieben, soweit es mir gelungen ist, sie bei dem *Bac. megatherium* zu beobachten: Stäbchen, Endosporen, sporoide Formen, Mikrocyten, Arthrosporen, verzweigte und kolbenartige Formen, Gonidangien, Gonidien und amöbenähnliche Formen. Diese untereinander verbundene Formen stellen den Entwicklungszyklus des *Bac. megatherium* vor.

Auf Grund des oben geschilderten Materials kann man diesen Zyklus provisorisch in folgender Weise konstruieren: auf frischem Nährboden keimen die Endosporen und aus ihnen ent-

stehen Stäbchen, typisch vegetative Formen, die sich durch gewöhnliche Teilung vermehren. Nach einer Reihe von Teilungen ist der vegetative Zyklus der Stäbchen beendet. Ein Teil erzeugt Endosporen, der Rest dagegen bildet sich in andere Wachstumsformen um oder degeneriert.

Die Endosporen werden durch bekannte physikalisch-chemische Eigenschaften ihres Protoplasmas gekennzeichnet, ferner durch Vorhandensein einer undurchsichtigen Membran, sowie endlich dadurch, daß sie grundsätzlich nur je eine in einem Individuum entstehen. Die sporoiden Formen sind den Endosporen analog, aber sie entstehen in der Zelle zu zwei.

Die Mikrocyten sind gleichfalls in Anbetracht der Eigenschaften ihres Protoplasmas und der Anwesenheit einer doppelten Membran den Endosporen ähnlich. Sie stellen eine umgebildete Zelle im ganzen und nicht das Produkt einer Umgestaltung nur eines gewissen Territoriums des Zellprotoplasmas dar, wie die Sporen und die sporoiden Formen.

Die Endosporen, die sporoiden Formen und die Mikrocyten lassen auf frischem Nährboden eine neue Generation entstehen. Im Gegensatz zu den Stäbchen sind es propagative Formen.

Zu solchen Formen gehören auch die Arthrosporen. Diese weichen von den oben erwähnten propagativen Formen insofern ab, als sie keine stabile Form besitzen, da sie umgewandelte, ältere Stäbchen sind, die ihre regelmäßige Gestalt verloren haben. Ihr Protoplasma ist kondensiert und stark gefärbt. Die Arthrosporen kann man zu den Wachstumsformen des regenerativen Typus zählen, weil sie Fäden bilden, die sich aus alten, degenerierten Zellen zusammensetzen und weil sie unter ihnen die einzigen entwicklungsfähigen Formen sind.

Die Gonidien sind nicht, wie die oben erwähnten Wachstumsformen, an ein bestimmtes Alter der Kultur gebunden und auch ihre Gestalt ist verschiedenartig.

Die Gonidangien sind hypertrophische, in die Länge oder in die Breite gewachsene Zellen, wobei die ersteren oft die typischen Formen des »Clostridium« annehmen. Die länglichen Gonidangien des ersten Typus enthalten je 2—4 sich stark färbende, runde Gebilde von homogener Struktur. Diese Gonidien entstehen auf dem Wege der Kondensation gewisser

Territorien des Protoplasmas und ihrer Teilung. Die Gonidangien des zweiten Typus sind große, runde Gebilde von grobkörniger Struktur. Sie enthalten eine große Anzahl sich schwach färbender Gonidialkörperchen. Die Gonidangien sind propagative Formen, die sich nach der Aussat auf frischem Nährboden entwickeln.

Die Morphologie der Gonidien *sensu stricto* ist in einem gewissen Grade durch das Alter des Individuums bedingt. Im Protoplasma junger Zellen, die keine Vakuolen und ergastoplasmatische Gebilde enthalten, bilden sich die Gonidien direkt im Protoplasma. Sie haben die Gestalt von traubenförmigen Gruppen winziger Körperchen, die den zentralen Teil der Zelle einnehmen. Diese Körperchen färben sich schwer, wenn sie aber aus dem Innern der Zelle herausgekommen sind, ziemlich stark. In dem Protoplasma älterer Bakterien entstehen die Gonidien einzeln oder in nicht großen Gruppen auch unmittelbar, wobei kleine Formen oft durch nacheinanderfolgende Teilung der größeren in zwei, vier Teile und s. w. entstehen. Die Gestalt dieser Formen ist eine andere als bei den vorherigen. Sie sind von verschiedener Größe und färben sich schon im Protoplasma der Bakterien stark oder sind stark lichtbrechend und färben sich schwach. Die sich starkfärbenden und die säure- und alkoholfesten Formen entstehen oft in Zellen mit vakuolisiertem Protoplasma, das sich normal oder schwach mit protoplasmatischen Farbstoffen färbt. Diese Gonidien sind die regenerativen Elemente dieser Stäbchen, welche keine Sporen oder andere propagative Formen bilden.

Die Gonidialformen der zweiten Kategorie in Zellen in besonderen Gebilden bilden sich auch durch Kondensation des Protoplasmas und durch Teilung. In den ersten Entwicklungsphasen eines solchen Gebildes sieht es wie ein rundes Klümpchen Protoplasma aus, das stärker gefärbt ist als das umgebende. Dieses zerfällt in zwei Teile, weiter in vier Teile und s. w. Die auf diesem Wege entstandenen, kleinen Gonidien färben sich stark und sind oft säurefest. In den letzten Phasen der Entwicklung sind sie oft an der Peripherie des Gonidialgebildes kranzförmig angeordnet, oder sie füllen dasselbe ganz aus. Solche Gonidialgebilde kommen aus der Zelle wie aus einem Futeral durch eine Öffnung in der Zellmembran an dem Pole der Zelle heraus. Liegt das Gonidialgebilde in der Mitte der Zelle, dann verschwindet

die Zellmembran an dieser Stelle. Diese Gonidien werden durch Bakterien von verschiedenem Alter gebildet: junge Zellen mit stark sich färbendem Protoplasma und ältere Zellen mit vakuolisiertem Protoplasma oder mit Fettkörperchen.

Die freiliegenden extrazellulären Gonidien kann man in zwei Gruppen einteilen. Zu einer gehören die sich mehr oder weniger stark färbenden, zu der anderen die sich schwachfärbenden und stark lichtbrechenden Formen. Die ersteren sind rundliche oder etwas längliche, kleine und auch etwas größere Körperchen, oft paarweise hantelartig oder zu vieren verbunden. Diese Formen stellen die Entwicklungsphasen der extrazellulären Vermehrung der Gonidien dar. Die größeren Formen der anderen Kategorie zeigen eine komplizierte Struktur. Sie enthalten eine gefärbte Membran und ein chromatophiles Körnchen. Das Protoplasma einiger dieser Formen besitzt grobkörnige Struktur, es ist die Phase der vielfachen Teilung der Gonidien.

Die Einteilung der kleinen Gonidien in obenerwähnte zwei Gruppen läßt sich wegen der minimalen Ausmaße derselben nicht immer durchführen. Wahrscheinlich verhalten sich die Gonidien in den verschiedenen Entwicklungsmomenten zu den Farbstoffen verschieden.

Gewisse Gonidien sind beweglich. Kleine Formen besitzen zwei zarte Geißeln, bei größeren findet man mehrere auf der ganzen Körperoberfläche von dem Typus »peritricha«.

Eine besondere Art von Gonidien bilden Formen in Knospengestalt. Sie entstehen in dem Protoplasma alter Bakterien als stark sich färbende Körperchen. Nachher wachsen sie nach außen als rundliche Körperchen auf dünner Unterlage und trennen sich von der Mutterzelle ab. Sie entstehen in alten Kulturen.

Die Gonidialformen spielen im Entwicklungszyklus des *Bac. megatherium* nicht dieselbe Rolle. Ein Teil von ihnen gehört den vegetativen Formen an. Diese Gonidien bilden sich in jungen oder in alten Stäbchen bei optimalen Bedingungen der Kultur und vermehren sich durch wiederholte Teilung; sie dienen der schnellen Vermehrung der Gattung. Die anderen Gonidien besitzen den Charakter von regenerativen Formen, da sie in Kulturen bei ungünstigen Bedingungen und in Bakterien mit degeneriertem Protoplasma entstehen.

Die amöboiden Formen besitzen, wie schon ihr Name zeigt, typische Formen. Innerhalb dieser kann man zwei Typen unterscheiden. Der eine kommt in jungen Kulturen vor. Das Protoplasma dieser Bakterien färbt sich grünlich, oft ist seine zentrale Partie teilweise azidophil und enthält säure- und alkoholfeste Gonidien. Der andere Typus der amöboiden Formen erscheint in alten Kulturen. Das Protoplasma dieser Bakterien ist vakuolisiert und färbt sich schwach. Sie erzeugen gonidiale Gebilde mit stark lichtbrechenden Gonidien. Die amöbenähnlichen Formen stehen also in Verbindung mit den Gonidien des vegetativen und des regenerativen Typus. Beide Typen muß man von den degenerierten Formen von amöbenähnlicher Gestalt unterscheiden, die keine Gonidien produzieren.

Die verzweigten und die kolbigen Formen unterscheiden sich von den anderen Wachstumsformen durch ihre Gestalt. Die kolbenartigen Formen gehören wahrscheinlich zu den propagativen Wachstumsformen, die verzweigten stehen in einer gewissen Beziehung zu den Gonidien.

Den Entwicklungszyklus des *Bac. megatherium* zusammenfassend, soweit er von mir erforscht wurde, kann ich folgendermaßen darstellen:

A. Der vegetative Zyklus:

- 1) die gewöhnliche Teilung der Stäbchen;
- 2) die Fragmentation der Stäbchen;
- 3) die multiple Teilung der Gonidien:
 - α) die intrazelluläre;
 - β) die extrazelluläre.

B. Der propagative Zyklus:

- 4) Sporen;
- 5) Sporoide Formen;
- 6) Arthrosporen;
- 7) Mikrozysten;
- 8) manche Gonidienarten.

Vom zytologischen Standpunkte stellt der *Bac. megatherium* eine Zelle dar, in der an Stelle des Zellkernes chromatophile, mehr oder weniger eng mit dem Cytoplasma verbundene Elemente vorhanden sind. In jungen, vegeta-

tiven Stäbchen differenziert sich die chromatophile Substanz teilweise morphologisch, und dann entsteht in der Zelle ein Gebilde, die an den Zellkern erinnert. Dieses Gebilde unterliegt bei der Teilung der Zelle auch einer Teilung in zwei Teile. In allen anderen Wachstumsformen ohne Ausnahme kann man im Protoplasma chromatophile Elemente feststellen, die mit ihm eng verbunden oder in Gestalt von Körnigkeit differenziert sind. Nur in degenerierten Wachstumsformen, die nicht weiter wachsen und sich nicht vermehren, verschwinden diese Elemente. In Wachstumsformen mit chromatophilen, in der Zelle zerstreuten Elementen, unterliegen sie bei der Teilung keiner zyklischen Umgestaltung. Jedes Teilchen des Protoplasmaterritoriums einer solchen Zelle ist der ganzen Zelle äquipotential, kann nach der Abtrennung von der Mutterzelle selbständig leben und sich weiter vermehren.

Die Wachstumsformen, welche ich in dieser Arbeit als besondere beschrieben habe, wurden bereits von anderen Autoren bei vielen Gattungen von Bakterien festgestellt und unter verschiedenen Bezeichnungen beschrieben. Eine ausführliche Zusammenstellung dieser Ergebnisse bis zum Jahre 1918 befindet sich im I. Teil der großen Arbeit von Löhnis (1921) unter dem Titel: »Studies upon the life cycles of the bacteria«. Die neuere Literatur findet man in dem Artikel Gotschlich's (1927) in der letzten Ausgabe des »Handbuchs der pathogenen Mikroorganismen«.

Da ich mich in dieser Arbeit ausschließlich mit den Wachstumsformen des *Bac. megatherium* beschäftige, führe ich nur diese Posten aus der Literatur an, die sich unmittelbar auf diese Gattung beziehen. De Bary (1884), welcher die Gattung des *Bac. megatherium* festgestellt hat, beschreibt bei dieser Bakterie nicht nur Stäbchen und Endosporen, sondern auch breite, kokkenähnliche Formen. Diese isodiametrischen, klar begrenzten Zellen vermehren sich reichlich und bilden lange Ketten, welche in einzelne Kokken zerfallen, so daß auf diese Weise dichte Massen dieser Formen entstehen. Diese »torulosen Kettenformen« oder »Kokken«, wie sie De Bary nennt, verwandeln sich in reiner Kultur, wenn sie auf einen neuen Nährboden umgeimpft werden, in typische Stäbchen. Schröen (1890) beschreibt beim *Bac. megatherium* etwas gekrümmte und breitgewordene Formen »Ba-

zillen-Säcke«, die stark lichtbrechende Körnchen enthalten. Aus diesen Körnchen bilden sich innerhalb der Zelle, oder auch nachdem sie aus derselben herausgeschlüpft sind, durch Teilung und weiteres Wachstum kleine Stäbchen. Schröen erwähnt weiter Sporen, die einer aktiven, lang dauernden Bewegung fähig sind; die Sporen tragen seiner Meinung nach wahrscheinlich auf der ganzen Oberfläche des Körpers zarte Geißeln. Die runden Formen beim *Bac. megatherium* beschreibt auch Kruse (1896) folgendermaßen: »Das Plasma der Stäbchen erscheint häufig fein granuliert, sie haben eine große Neigung, Involutionsformen, namentlich kugelig Art zu bilden«. Gamaleja (1911) macht bei den verzweigten Wachstumsformen des *Bac. megatherium*, die Bemerkung, daß sie oft auf Nährböden mit Lithiumsalzen entstehen.

In den obenerwähnten Arbeiten finden sich leider weder eine ausführliche Beschreibung der besonderen Wachstumsformen des *Bac. megatherium*, noch auch Abbildungen oder Mikrophotographien, so daß man nur annähernd bestimmen kann, mit welchen Formen diese Autoren zutun gehabt haben. Die runden Formen von De Bary erinnern stark an die von mir als Gonidangien des kugeligen Typus beschriebenen Formen. Dieselben Formen und Gonidangien des länglichen Typus erwähnt auch Schröen.

Aus den Ergebnissen der Literatur kann man schließen, daß die besonderen Wachstumsformen, besonders die des runden Typus, in den Kulturen des *Bac. megatherium* ziemlich häufig vorkommen. Auch die anderen besonderen Wachstumsformen bilden keine Ausnahme. In gut wachsenden Kulturen des *Bac. megatherium* kann man sie leicht feststellen, besonders die größeren Formen. Bei den kleinen Wachstumsformen ist dies schwieriger. Langdauernde Beobachtungen *intra vitam* im hängenden Tropfen, fortwährend nach verschiedenen feinen, zytologischen Methoden hergestellte Präparate und mikrochemische Reaktionen bieten bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit, sie zu charakterisieren und sie in einem geringeren oder größeren Grad von Wahrscheinlichkeit von ergastoplasmatischen und anderen gewöhnlichen Körnigkeiten zu unterscheiden. Da besondere Wachstumsformen zu wenig erforscht und gewisse Kategorien winzig sind, ist ihre Klassifikation schwer und kann nur provisorisch durchgeführt werden. Sie ist aber notwendig als »Arbeitshypothese«, welche die Forschungen an diesen

Formen erleichtert und in der Zukunft zur Aufklärung ihrer wahren Bedeutung im Lebenszyklus der Bakterien beitragen wird.

Die Arbeit ist im Institut für experimentelle Veterinärkunde und Medizin (Leiter Prof. Dr. Julian Nowak) ausgeführt worden.

Literaturverzeichnis.

- 1) Löhnis F. Studies upon the life cycles of the bacteria. National Academy of sciences. V. XVI. 1921. 2. De Bary. Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Leipzig 1884. 3. E. Gottschlich. Allg. Morphologie und Biologie der pathogenen Mikroorganismen. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, III. Aufl. Lief. I. 1927. 4. Schröen. Zur Genese der Mikroorganismen. Verhandlungen des X. internationalen medizinischen Kongresses. Bd. II. 1891. 5. Kruse. Bacillen. Die Mikroorganismen. C. Flügge. II. Teil. 1896. 6. Gamaleia N. Elemente der allgemeinen Bakteriologie. 1900.

Erklärung der einzelnen Abbildungen auf den Tafeln 24—27.

Alle Abbildungen stellen verschiedene Wachstumsformen des *Bac. megatherium* aus reiner Kultur dar. Die Konturen der Zeichnungen sind mit Hilfe des Okularmikrometers ausgeführt (zirka 4000-fache Vergrößerung). Die Einzelheiten sind mit Hilfe von Mikroskop von Zeiss (mit Apochromat 1.5 mm und mit Kompensationsokularen VII oder XII) gezeichnet.

Bezeichnung der Kulturen.

B — Kultur in Bouillon mit Heuinfusion.

K — Kultur auf Kartoffelkeilen mit Glyzerin.

Die Methodik der Fixierung und der Färbung der Präparate.

Nr. 1 fixiert mit Schaudinns Fixierungsgemisch; gefärbt mit Romanowsky-Mischung nach Giemsa.

Nr. 2 fixiert mit Tellyesniczky's Fixierungsgemisch; gefärbt mit Romanowsky Mischung nach Giemsa;

Nr. 3 fixiert mit Mayers Fixierungsgemisch; gefärbt mit Romanowsky-Mischung nach Giemsa;

Nr. 4 fixiert mit Manns Fixierungsgemisch; gefärbt mit Romanowsky-Mischung nach Giemsa;

Nr. 5 fixiert mit Pikroformol-Fixierungsgemisch; gefärbt mit Romanowsky-Mischung nach Giemsa;

Nr. 6 fixiert mit Osmiumsäure; gefärbt mit Romanowsky-Mischung nach Giemsa;

Nr. 7 fixiert mit Mayers Fixierungsgemisch; Zettnows Beize; gefärbt mit Romanowsky-Mischung nach Giemsa;

Nr. 8 fixiert mit Tellyesniczky's Fixierungsgemisch; gefärbt mit Hämatoxylin nach Delafield und Rubin S;

Nr. 9 fixiert mit Mayers Fixierungsgemisch; gefärbt mit Mallory'schem Hämatoxylin;

Nr. 10 fixiert mit Pikroformol; gefärbt mit Methylenblau und 0.25 H₂SO₄;

Nr. 11 fixiert mit Sapëhins Fixierungsgemisch; gefärbt mit modif. Methode von Ziel;

Nr. 12 fixiert mit Sapëhins Fixierungsgemisch; gefärbt mit modif. Methode Möeller's;

Nr. 13 fixiert mit Osmiumsäure; gefärbt mit Toluidinblau;

Nr. 14 fixiert mit Osmiumsäure; versilbert nach Zettnov.

Tafel 24.

Vegetative Formen.

Abb. 1. B. 9 Std. Techn. Nr. 1. Stäbchen von homogener Struktur.

Abb. 2. B. 9. Std. Techn. Nr. 2. Stäbchen mit chromatophilen Körperchen auf hellem Hintergrund.

Abb. 3--5. B. 6 Std. Techn. Nr. 2. Stäbchen mit chromatophilen Körperchen in Teilung.

Abb. 6--8. B. 12 Std. Techn. Nr. 9. Stäbchen mit chromatophilen Körperchen in Teilung.

Abb. 9. Wie oben. Ein Stäbchen von homogener Struktur, in Teilung begriffen.

Abb. 10. B. 14. Tag. Techn. Nr. 1. Degenerierte Stäbchen von unregelmäßiger Gestalt, rosagefärbt.

Abb. 11. B. 9 Std. Techn. Nr. 11. Ein Faden von vier Segmenten.

Abb. 12. K. 3 Tag. Techn. Nr. 2. Rundliche und runde Formen und ihre Teilung.

Endosporen.

Abb. 13--14. B. 14 Tage; Techn. Nr. 5. Sporen in doppelter Membran und mit chromatophilen Körperchen.

Abb. 15. B. 48 Std. Techn. Nr. 5. Eine Spore im Stäbchen.

Abb. 16. B. 14 Tage. Techn. Nr. 6. Eine Spore mit chromatophilen Körperchen an den Polen und Fettkörperchen.

Abb. 17. B. Wie oben, aber Techn. Nr. 10.

Abb. 18. B. 3 Tage. Techn. Nr. 12. Eine Spore in gefärbter Membran.

Abb. 19. K. 3 Std. » » » Differenzierung des Protoplasmas einer Spore vor der Sprossung in einen achromatophilen, peripherischen und einen chromatophilen, zentralen Teil.

Abb. 28. Wie oben. Sprossung.

Abb. 21. B. 3 Std. Techn. Nr. 3. Im oberen Teil des Stäbchens liegt eine Protospore und in dem unteren eine Vakuole mit metachromatischen Körperchen.

Abb. 23. K. 25 Tage. Techn. Nr. 12. Eine Spore mit dem Protoplasmarest eines Stäbchens an den Polen.

Sporoide Formen.

Abb. 24. B. 14 Tage. Techn. Nr. 5. Eine sporoide Form in doppelter Membran.

Abb. 25. K. 5 Tage. Techn. Nr. 3. Eine Zelle mit zwei sporoiden Formen.

Abb. 26—27. K. 25. Tag. Techn. Nr. 6. Eine längliche Zelle mit zwei sporoiden Gebilden und eine runde Zelle mit einer sporoiden Form, welche hantelförmige, chromatophile Körperchen enthält.

Mikrocyste.

Abb. 28. K. 25 Tage. Techn. Nr. 6. Eine Mikrocyste in dicker Membran.

Arthrosporen.

Abb. 29. K. 3 Tage. Techn. Nr. 6. Vier Segmente eines Bakterienfadens in gemeinsamer Membran.

Abb. 30. K. 14 Std. Techn. Nr. 3. Im oberen Teil eine stark gefärbte Arthrospore und daneben eine degenerierte Zelle.

Abb. 31—32. K. 25 Tage. Techn. Nr. 6. Arthrosporen von sphärischer Gestalt, paarweise verbunden.

Abb. 33. Wie oben. Im oberen Teil liegt eine stark gefärbte Arthrospore, die ein degeneriertes Stäbchen enthält; chromatophile Elemente von zickzackartiger Gestalt.

Abb. 34. Wie oben. Zwei starkgefärbte Arthrosporen in kugelige Zelle.

Verzweigte und kolbige Formen.

Abb. 35. 14 Tage. Techn. Nr. 5. Ein aus 3 Zellen bestehender Faden. Von der mittleren geht die Verzweigung aus.

Abb. 36. 25 Tage. Techn. Nr. 6. Ein aus drei Fragmenten bestehender Faden. Der mittlere bildet sozusagen den Deckel des Kolbens. Der kolbenartige Teil enthält dunkelviolette Körnigkeiten.

Tafel 25.

Abb. 37. K. 25 Tage. Techn. Nr. 6. Eine fragmentierte, kolbige Form.

Gonidangien.

Abb. 38. K. 3 Std. Techn. Nr. 4. In einer großen, länglichen Zelle liegt ein starkgefärbtes Gebilde von birnförmiger Gestalt.

Abb. 39. K. 48 Std. Techn. Nr. 13. Jedes Stäbchen enthält je zwei Gonidialgebilde.

Abb. 40. Wie oben. Eine längliche Zelle, in der Mitte etwas verengt, enthält vier in Teilung begriffene Gonidialgebilde.

Abb. 41. Wie oben. Eine verlängerte Zelle mit vier Gonidialgebilden.

Abb. 42. Wie oben. Eine stark verlängerte, etwas gekrümmte Zelle mit vier Gonidialgebilden von ovaler Gestalt und mit zwei Vakuolen mit metachromatischen Körperchen.

Abb. 43. K. 48 Std. Techn. Nr. 1. Eine breite, lange Zelle mit einer Wand in der Mitte, enthält vier runde Gonidien.

Abb. 44. K. 25 Tage. Techn. Nr. 6. Ein Gonidangium in »Clostrydium«-Gestalt. Ein großes, ovales Gonidialgebilde liegt in dem oberen, erweiterten Teil der Zelle.

Abb. 45. K. 4 Tage. Techn. Nr. 13. Ein jedes der Stäbchen enthält zwei Gonidialgebilde von grobkörniger Struktur in einer Membran eingeschlossen.

Abb. 46. Wie oben. Eine Kette von Gonidangien von grobkörniger Struktur.

Abb. 47—48. Wie oben. Gonidangien von großem Typus und grobkörniger Struktur je von einer Membranen umgeben.

Gonidien.

Abb. 49. Intra vitam aus Kultur K; 48 Std. \times 2000. An dem Pole der oberen Zelle liegt ein Gonidialgebilde von körniger Struktur.

Abb. 50. K. 20 Std. Techn. Nr. 7. Jede Hälfte der sich teilenden Zelle enthält rundliche Körperchen: intrazelluläre Gonidien.

Abb. 51. Wie oben. Eine Gruppe von extrazellulären Gonidien.

Abb. 52. K. 24 Std. Techn. Nr. 3. Im oberen Teil des Stäbchens liegt ein großes Gonidialgebilde mit vier Gonidien.

Abb. 53. Wie oben. In der Mitte der Zelle liegt ein Gonidialgebilde aus kranzförmig geordneten Gonidien und darunter ein Gonidialgebilde mit zwei Fragmenten.

Abb. 54. Wie oben. In einer runden Bildung liegt an der rechten Seite ein großes, stark lichtbrechendes Gonidium mit einem chromatophilen Elemente. Links sieht man ein kleines Gonidium.

Abb. 55. K. 24 Std. Techn. Nr. 11. Eine Gruppe von Gonidien in einem freiliegenden Gonidialgebilde.

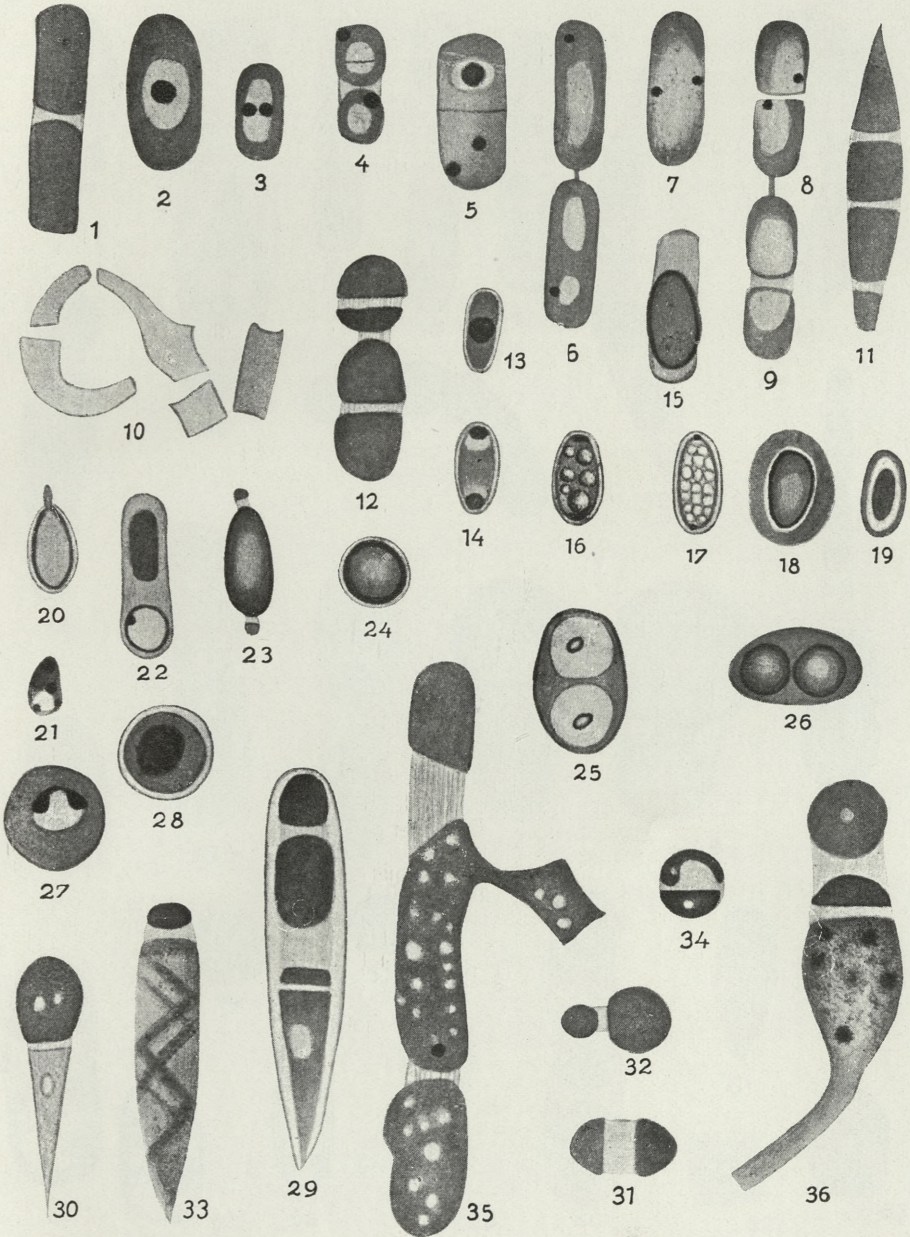
Abb. 56—58. K. 40 Std. Techn. Nr. 11. Im vakuolisierten, blaugefärbten Protoplasma liegen paarweise, im oberen Zellenteil noch zusammenhängende rotgefärbte Körperchen — die Gonidien.

Abb. 60. Wie oben. Die untere Zelle enthält in blauem Protoplasma drei rosagefärbte Partien. In der oberen Zelle liegen rotgefärbte, kranzförmig gelagerte Gonidien.

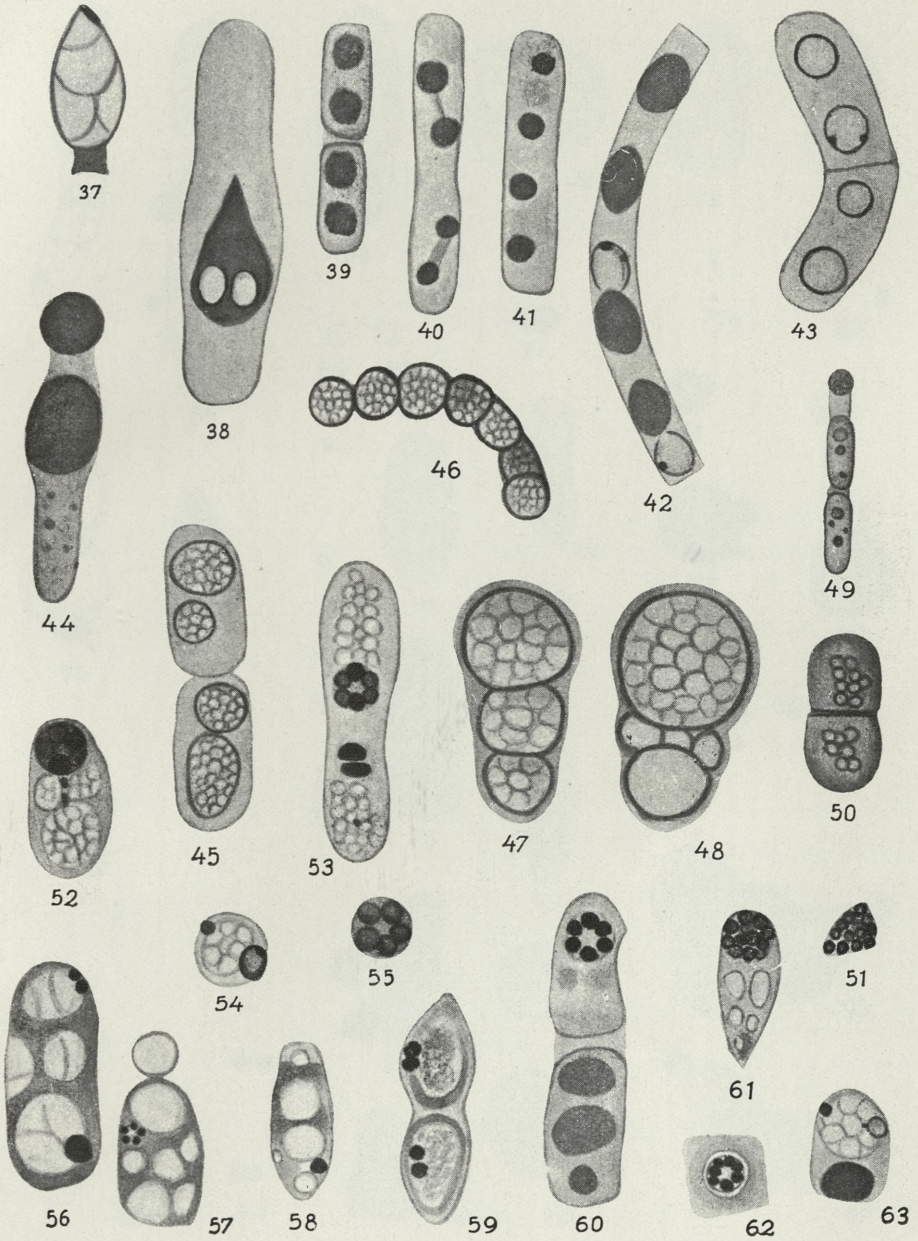
Abb. 61. Wie oben. Im oberen Zellenteil liegt ein Gonidialgebilde, das rotgefärbte Gonidien enthält.

Abb. 62. Wie oben. Ein extrazelluläres Gonidialgebilde mit rotgefärbten Gonidien.

Abb. 63. K. 48 Std. Techn. Nr. 6. Im oberen Zellenteil neben der Vakuole mit Fettkörperchen liegt rechts ein stark lichtbrechendes Gonidium mit einem winzigen Körperchen daneben, links ein starkgefärbtes Gonidium.



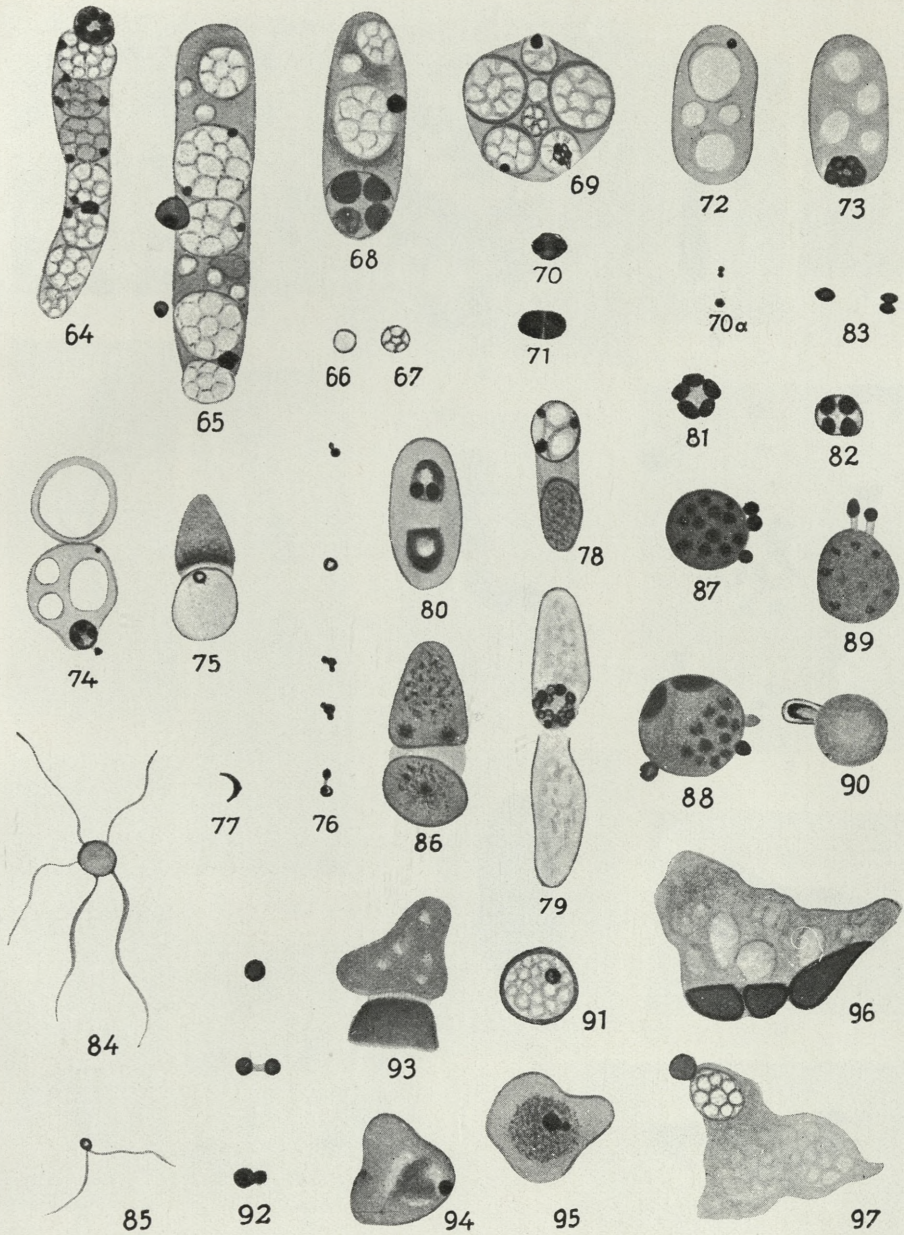
B. F. Petschenko.



B. F. Petschenko.

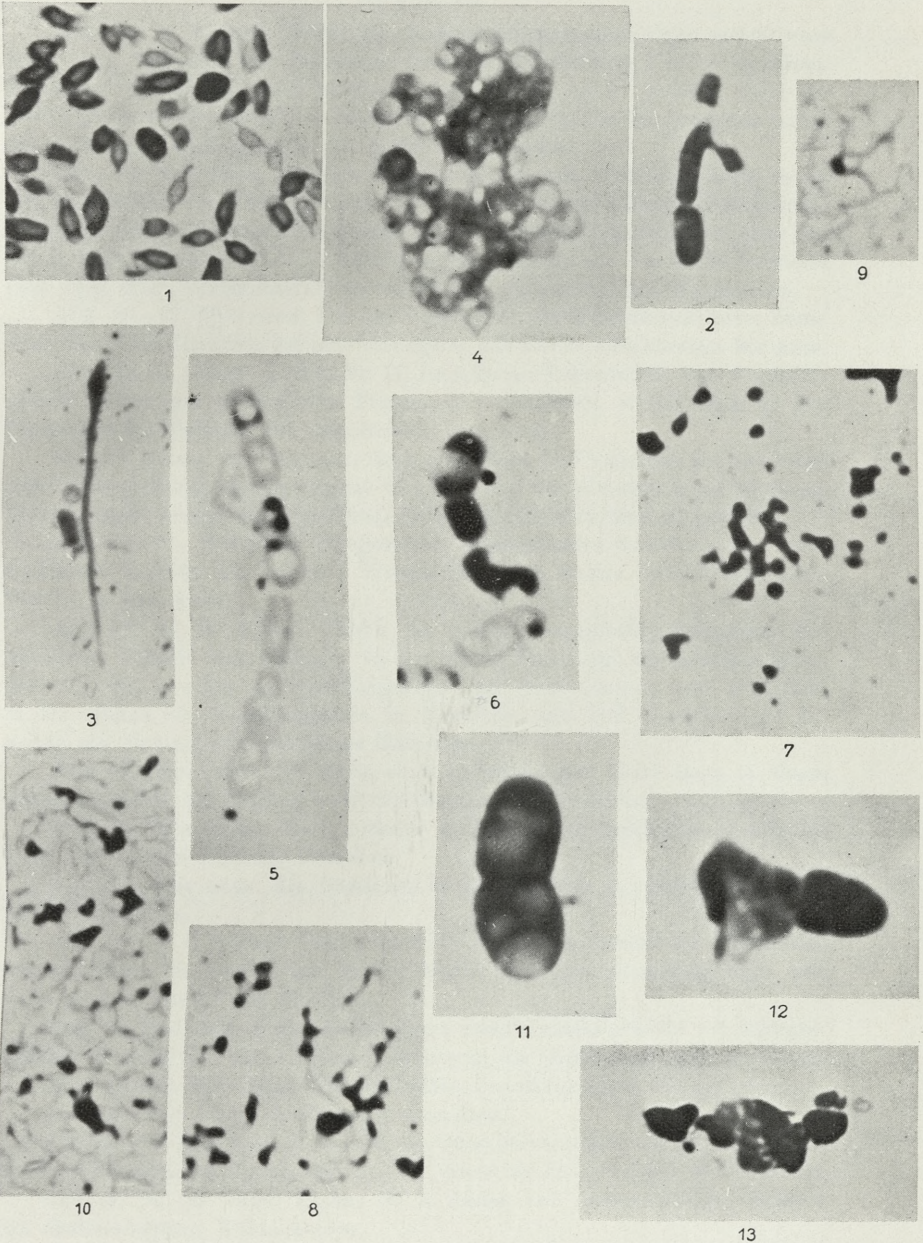


PLATE 1. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (Common Reed)



B. F. Petschenko.





B. F. Petschenko.

Tafel 26.

Gonidien.

Abb. 64. K. 48 Std. Techn. Nr. 6. Eine langgezogene Zelle enthält eine Reihe von Vakuolen mit Fettkörperchen und rotgefärbten, kleinen Gonidien. Zwischen der dritten und vierten Vakuole, von unten gezählt, liegt ein etwas größeres Gonidium von körniger Struktur. Im oberen Zellenteil befindet sich ein Gonidialgebilde mit größeren Gonidien.

Abb. 65. Wie oben. In einer langgezogenen und verdickten Zelle sehen wir eine Reihe von Vakuolen mit Fettkörperchen und kleinen Gonidien an der Peripherie. Zwischen den letzten in der zweiten Vakuole, von oben gezählt, liegt ein Gonidium von körnigem Bau. Links von der Zelle befinden sich zwei stark lichtbrechende Gonidien mit chromatophilen Körperchen.

Abb. 66—67. Wie oben. Die extrazellulären, stark lichtbrechenden Gonidien. Das erste Gonidium hat eine homogene, das zweite eine körnige Struktur.

Abb. 68. K. 3 Tage. Techn. Nr. 11. Im unteren Zellenteil in dem Gonidialgebilde liegen vier rosagefärbte Fragmente — Gonidien, weiter oben an der Peripherie der Vakuole ein rotgefärbtes Gonidium.

Abb. 69. Eine große, rundliche Zelle enthält an der Peripherie der Vakuolen mit Fettkörperchen einzelne kleine Gonidien und unten rechts in der Mitte der Vakuole eine Gruppe winziger Gonidien. Die Gonidien sind rotgefärbt.

Abb. 70—71. Wie oben. Rotgefärbte, extrazelluläre Gonidien: das erste Gonidium besteht aus kleinen Körperchen, das zweite besitzt eine helle Furche in der Mitte.

Abb. 72—74. K. 4 Tag. Techn. Nr. 6. Das rosagefärbte Zellplasma der Bakterien enthält eine Vakuole. In der ersten Zelle liegt ein einzelnes Gonidium; in der zweiten ein Gonidialgebilde mit einer Gruppe von Gonidien; in der dritten ein Gonidialgebilde in Membran mit drei Gonidien und daneben ein kleines, extrazelluläres Gonidium.

Abb. 75. Wie oben. An Seite einer kegelförmigen Zelle liegt in einem runden Gebilde ein kleines stark lichtbrechendes Gonidium.

Abb. 76. Wie oben. Stark gefärbte und stark lichtbrechende einzeln, zu zwei und zu drei liegende Gonidien.

Abb. 77. Wie oben. Ein Gonidium in Sichelgestalt mit einem chromatophilen Elemente.

Abb. 78—79. K. 5 Tage. Techn. Nr. 6. Die erste Zelle enthält im oberen Teil drei Gonidien, die zweite, ein in der Mitte liegendes Gonidialgebilde mit einer großen Anzahl von Gonidien.

Abb. 80. Wie oben. In der Zelle liegen zwei Gonidialgebilde von unregelmäßiger Gestalt, mit einer hellen Vakuole in der Mitte und mit Gonidien.

Abb. 81—82. Wie oben. Extrazelluläre Gonidialgebilde.

Abb. 83. Wie oben. Freiliegende Gonidien.

Abb. 84—85. K. 5 Tage. Techn. Nr. 14. Oben befindet sich ein größeres Gonidium mit Geißeln vom Typus »peritricha«, unten ein kleineres mit zwei Geißeln.

Abb. 86. K. 25 Tage. Techn. Nr. 6. Zellen von unregelmäßiger Gestalt mit dunkelvioletten Körnigkeiten.

Abb. 87—88. Wie oben. Im Zellplasma liegen dunkelviolettgefärbte Kör-

perchen — Gonidien — und ebensolche Körperchen befinden sich außerhalb der Zellen.

Abb. 89. Wie oben. Gonidien in Gestalt stark gefärbter Körperchen, die mittels hell gefärbter Stiele mit der Zelle verbunden sind.

Abb. 90. Wie oben. Ein Gonidium in Knospengestalt in der Membran, mit chromatophilem Protoplasma an der Peripherie.

Abb. 91. Wie oben. Ein Gonidialgebilde in der Membran mit Gonidien.

Abb. 92. Wie oben. Einzeln und paarweise verbundene, freiliegende Gonidien.

Amöbenähnliche Formen.

Abb. 93. K. 14 Tage. Techn. Nr. 11. Schwachblaugefärbte, amöbenähnliche Form vom degenerativen Typus.

Abb. 94—95. 48 Std. Techn. Nr. 11. In blaugefärbtem Protoplasma, im rotfarbigen Mittelteil desselben liegen dunkelrote Gonidialkörperchen.

Abb. 96. K. 14 Tag. Techn. Nr. 11. Im vakuolisierten und hellblau gefärbten Protoplasma liegen im unteren Teil der Zelle drei Partien mit verdickten, rotgefärbten Rändern.

Abb. 97. Wie oben. Im Protoplasma von ebensolcher Struktur wie oben, liegt im oberen Teil ein Gonidialgebilde von stark lichtbrechenden Gonidien.

Tafel 27.

Mikrophographien.

Abb. 1. B. 15 Tage. Techn. Nr. 12. $\times 2000$. Ovoide Endosporen und einzige runde sporoiden Formen.

Abb. 2. K. 14 Tage. Techn. Nr. 5. $\times 2000$. Eine verzweigte Form.

Abb. 3. K. 25 Tage. Techn. Nr. 13. $\times 2000$. Eine kolbige Form. Der lange, bakterielle Faden im oberen Teil kolbenartig verdickt.

Abb. 4. K. 4 Tage. Techn. Nr. 6. $\times 2000$. Die Gonidangien bilden eine Art von Zoogleen.

Abb. 5. und 6. K. 48 Std. Techn. Nr. 6. $\times 2000$. Bakterielle Fäden mit intrazellulären und freiliegenden Gonidien.

Abb. 7. und 8. K. 48 Std. Techn. Nr. 7. $\times 4000$. Winzige Gonidien, einzeln, paarweise und zu vierten liegend.

Abb. 9. K. 48 Std. Techn. Nr. 14. $\times 4000$. Ein winziges Gonidium mit zwei Geißeln.

Abb. 10. K. 25 Tage. Techn. Nr. 6. $\times 4000$. Im oberen Teil der Mikrophographie sieht man winzige Gonidien, unten ein kleines, ovoides Gebilde mit zwei Gonidien in Knospengestalt.

Abb. 11. Wie oben. $\times 4000$. Ein an seiner rechten Seite (knospenartiges) Gonidium tragendes Stäbchen.

Abb. 12. K. 14 Tage. Techn. Nr. 11. $\times 4000$. Eine amöbenähnliche Form mit stark gefärbter alkohol- und säurefester Partie des Protoplasmas.

Abb. 13. Wie oben. Amöbenähnliche Formen. Die rechts liegende enthält ein Gonidialgebilde mit stark lichtbrechenden Gonidien.

*Roślinność gołobórz pasma Łysogórskiego (Gór Śto-Krzy-
skich). — La végétation des éboulis des Monts de S-te
Croix.*

Mémoire

de MM. **R. KOBENDZA** et **J. MOTYKA**,

présenté dans la séance du 4 Février 1929, par M. B. Hryniewiecki, m. c.

(Planches 28—33).

Avant-propos.

Nous avons entrepris le présent travail à l'occasion de la V-ème Excursion Phytosociologique Internationale, qui a eu lieu en Pologne et en Tchéco-Slovaquie en 1928, — la chaîne des Monts de S-te Croix s'étant trouvée sur le passage des excursionnistes.

A notre vif regret, ce travail n'a pu paraître lors de cette excursion pour des raisons d'ordre technique: néanmoins, malgré ce retard apporté à la publication, nous prions nos lecteurs de bien vouloir le considérer comme une partie intégrante de la série de travaux qui ont paru à cette occasion.

La cueillette des plantes et les observations enregistrées dans le terrain étudié remontent à l'été des années 1926 et 1927, ainsi qu'à l'hiver et au printemps de l'année 1928.

Il nous a été possible d'achever ce travail grâce aux subsides accordés par la Commission Physiographique de l'Académie Polonaise des Sciences et de Lettres.

I^o PARTIE.

R. Kobendza.

La végétation des éboulis de la chaîne des Łysogóry (Monts de S-te Croix).

1. Esquisse géomorphologique.

Dans tout le territoire occupé par les Monts de Sainte-Croix, on rencontre des amas de débris de roches, qu'on appelle «éboulis», («gołoborza»). Ces amas sont disposés en zones, sur les versants ou à proximité des sommets, là où la roche-mère est plus résistante. On trouve des éboulis dans les chaînes: Dymińskie et Masłowskie, sur le mont Radostowa, dans les Łysogóry, ainsi que sur les monts Witosław et Jeleniów, qui sont des prolongements de la chaîne des Łysogóry.

Nous savons que les éboulis de roche ne sont pas des phénomènes exceptionnels. On en trouve en Pologne dans les Gorgany, sur la Babia Góra, ainsi que dans les Tatras. En dehors de la Pologne, nous les voyons dans les Carpathes, dans les monts Sudètes, dans les Montagnes Rocheuses, dans l'Oural et dans le Tien-Tchanin (9).

Le présent travail est le résultat de nos recherches sur les éboulis d'une partie de la chaîne des Łysogóry, depuis le sommet de la Łysica (611 m.) jusqu'à la Łysa, appelée également Mont de S-te Croix (593 m.), chaîne qui s'étend dans la direction nord-ouest-ouest. Toute cette partie de la chaîne se compose de formations cambriennes, constituées par des quartzites, des grès et des schistes. Ceux-ci étant plus tendres, ont été en partie éventés et font leur apparition dans les parois de profonds ravins. Quant aux grès, on en voit des fragments parmi les blocs de quartzites des éboulis. Les noyaux de quartzites n'apparaissent qu'à plusieurs endroits à la surface, où ils émergent sous forme d'affleurements. On aperçoit deux affleurements de quartzites immédiatement au-dessous du sommet de la Łysica, au-dessus de l'éboulis le plus élevé. L'un se trouve sur le chemin des touristes indiqué par la Société de Chorographie, tandis que l'autre affleurement est situé à une distance d'environ 30 m. au nord du premier. Des affleurements de ces quartzites se voient également sur la crête de la chaîne à «Zameczek», appelé aussi «Agatka» (phot. n^o 1, pl. 28); on les

Végétation des éboulis des Monts de S-te Croix 177

trouve encore entre »Zameczek« et la petite chapelle de S-t Nicolas; enfin le plus important est situé à proximité de cette chapelle. On les rencontre de même sur la Łysa (Mont de S-te Croix), puis sur le versant est de la chaîne, des deux côtés de la route qui mène à Nowa Słupia.

Tous ces affleurements ne forment que de petits îlots dont les couches descendent visiblement dans la direction nord. Les îlots ne s'élevent que rarement à 2 ou 3 m. au-dessus du niveau de la crête rocheuse.

Le versant sud de la chaîne des Łysogóry descend en pente douce; il est entièrement couvert de forêts de sapins ou de forêts mixtes de hêtres et de sapins. De ce côté de la chaîne, les éboulis sont très rares et forment de petits îlots, p. ex. près de Kakonin et de Trzcianka.

Le versant nord est abrupt et descend en formant trois terrasses, jusqu'au pied de la chaîne. Aussi bien les terrasses, que les sommets sont couverts de forêts de sapins, ou bien, mais plus rarement, de bois mixtes composés de sapins et de hêtres. A la surface du sol, on aperçoit de grands blocs de quartzites, qui parfois sont enfoncés à une assez grande profondeur dans les loess et les argiles. On trouve aussi beaucoup de débris de roches plus menus. La pente de ces parties du versant est considérable et augmente de la base au sommet, au-dessous duquel l'inclinaison atteint parfois 40°.

Les éboulis se distinguent par une disposition très nette en zones. Celles-ci suivent la direction de la crête et celle des couches de quartzites. Ce caractère zoné des éboulis a déjà été signalé par Czarnocki (3—4) et par Łoziński (9). Ils forment trois étages distincts. L'étage le moins élevé correspond à une altitude d'environ 350 m. et comprend des surfaces couvertes de débris rocailloux, dont les dimensions varient, mais ne sont en général pas considérables. Ces surfaces sont séparées par des bandes de forêts de sapins, çà et là peu serrées, à cause du grand nombre de blocs de quartzite qui couvrent le terrain. Ce niveau des éboulis est le moins caractéristique. Leur couleur est ici foncée. On y voit pousser, quoique en petite quantité, certaines espèces de *Lecidea* (*L. macrocarpa* D. C.), ainsi que d'autres plantes caractéristiques pour les blocs gisant dans la forêt. On chercherait cependant en vain les lichens propres aux éboulis, de sorte que dans

les parties plus ombragées, même *Rhizocarpon geographicum* (L.) D. C., très commun ailleurs, fait absolument défaut. Cette pénurie d'espèces s'explique d'une part par l'ombre que projettent les parois des forêts qui entourent ces éboulis, de l'autre par l'humidité relativement trop forte du substratum et de l'air. On trouve des éboulis de ce type entre les localités: Wola Szczygielkowa et Dębno. La zone moyenne des éboulis située à une altitude moyenne de 425 m., ressemble beaucoup à la zone précédente, surtout en ce qui concerne les parcelles d'une moindre étendue. Les éboulis plus étendus se rapprochent par le caractère des plantes supérieures et inférieures, de ceux de l'étage le plus élevé. Les éboulis les plus intéressants de ce niveau, se trouvent près du sommet de Łysica, du côté du cloître de S-te Catherine et du village de Wzorki, de même que près du sommet de la Łysa, en face des villages de Huciska et de Baszowice.

Les éboulis de la zone la plus élevée, situés à 550 m. d'altitude, immédiatement au-dessous du sommet, sont non seulement les plus étendus, mais aussi les plus intéressants, en ce qui concerne leur végétation. Ils se composent de blocs de quartzite de différentes dimensions. Les blocs ont parfois 2 m. de diamètre. Les débris de roc sont plus gros dans certains éboulis et plus menus dans d'autres. Les éboulis situés au-dessous du sommet de Łysica, puis l'éboulis de »Zameczek«, enfin celui qu'on voit sur le mont Łysa en face de Huciska, se distinguent par des blocs plus gros.

On peut souvent rencontrer des blocs avec des druses cristallines de quartzite dans des crevasses, ou avec des veines quartzées, traversant les blocs dans différentes directions. L'éboulis le plus étendu de cette zone est celui de près de 2 km. de long à proximité de la Łysa. Il s'étend presque sur le même niveau et forme des embranchements situés à des niveaux soit plus élevés, soit plus bas. Dans certaines parties, il est transversalement coupé par des bandes étroites de forêts. La limite entre les bois et les éboulis, n'est en général ni tranchée, ni rectiligne, car le plus souvent son parcours est très variable. La forêt s'étend parfois en pointes dans l'éboulis et forme des langues plus ou moins fortement boisées, qui comme des antennes descendent du sommet de la montagne. Les langues de forêt sont de différentes dimensions, habituellement plus longues que larges et terminées

en forme de cônes dont la base communique avec les bois qui couvrent la crête des montagnes (phot. n° 2). On peut voir parfois des bandes étroites de forêt qui coupent l'éboulis en travers. Leur largeur varie de trois à plusieurs dizaines de mètres. Souvent on peut voir à travers ces bandes la continuation de l'éboulis (phot. n° 2). Les bandes et les langues de forêt se ramifient parfois, changent de direction et s'étendent en sens oblique.

Les éboulis sur lesquels se développent des agglomérations forestières plus ou moins étendues, au milieu des débris de roches, offrent un aspect assez particulier. Ces agglomérations ou îlots forestiers, sont plus fréquentes à la périphérie qu'au centre des éboulis (phot. n° 3, pl. 29). Leurs dimensions sont très différentes et leur diamètre varie entre 2 et 15 m. Les îlots forestiers isolés, comme les bandes et les langues de forêt, occupent des renfoncements de terrain en forme de cuvettes ou de rigoles au milieu des débris de roches. Je crois ne pas beaucoup me tromper si j'évalue l'étendue de tous les éboulis de la chaîne des Łysogóry à 6 km². L'observation des trois étages de débris de roche, fait dire avec raison à Czarnocki (4) que ces étages correspondent à trois phases successives de la disparition lente des éboulis. On attribue généralement à la végétation le rôle principal dans cette disparition progressive. Łoziński (9) dit que »l'étendue des éboulis diminue, parce qu'ils sont envahis par la végétation. Progressivement, après avoir été couverts de mousses, ils finissent par se couvrir de forêts«. Czarnocki (4) exprime la même opinion en disant que »la lutte entre la végétation et les éboulis arides se poursuit sans trêve ni merci« et que »les lichens, puis les mousses, sont les pionniers de cette conquête, après laquelle s'avancent les arbustes et les arbres«. En effet, on ne peut guère ne pas aboutir à cette conclusion, en présence d'une certaine régularité qu'on observe dans l'apparition des associations végétales dans tous les éboulis, lichens, mousses, arbustes, arbres. On s'aperçoit après un examen plus approfondi que la présence de forêts, ne serait-ce que sous forme d'îlots d'arbres ou de langues forestières, est en rapport étroit avec les matières glaiseuses qu'on trouve entre les blocs des éboulis. Ni la forêt, ni même les ronces ne peuvent pousser sur les éboulis composés uniquement de blocs de pierre, bien que ceux-ci soient complètement couverts de mousses. Czarnocki (4) a raison de dire que « les mousses jouent

le rôle de collecteurs assidus, en retenant chaque grain de poussière, ou de sable, qu'elles emmagasinent dans les réseaux enchevêtrés de leurs parties à moitié mortes». Et pourtant, on ne saurait admettre la conclusion tirée de ces observations, qu'une végétation vigoureuse d'arbustes se développe avec le temps sur l'humus formé par le tapis de mousses sans cesse renouvelé. En effet, une couche d'humus, même de plusieurs centimètres d'épaisseur, ne suffit pas au développement normal d'une forêt, ni d'une végétation d'arbustes. Seul le sorbier peut végéter sur l'humus formé par les mousses qui couvre la surface des débris, mais il ne peut pas y développer son système radical et périt avec le temps.

La description de deux fosses creusées par nous à l'étage le plus élevé des éboulis, nous renseignera plus exactement sur les rapports dans le sous-sol des bandes de forêt.

I. La fosse fut creusée à l'endroit, où une bande boisée large de $1\frac{1}{2}$ m. croise l'éboulis. En fait d'arbres, on trouvait: le sapin, l'épicéa et le sorbier. Dans le tapis végétal, on voyait la myrtille (*Vaccinium myrtillus* L.) et des mousses. Sur la coupe, nous pûmes distinguer les couches suivantes: a) une couche mince d'humus de 0.05 à 0.3 m. d'épaisseur, formé par les mousses et par *Vaccinium myrtillus* L. qui couvre les débris de roche; b) une couche de 0.3 à 0.5 m. d'épaisseur, remplissant les crevasses entre les blocs; elle était formée d'un sol glaiseux gris foncé, dans lequel on pouvait distinguer des couches plus minces, produit d'une sédimentation successive. Il est également possible de trouver dans ce sol des débris de roche de provenance locale. Le sol toujours humide de cette couche donne, après avoir été desséché, une poussière dans laquelle il est difficile de trouver des parties sableuses. c) A partir d'une profondeur de 0.5 m., on trouve du loess jaune humide, qui remplit tous les espaces libres entre les pierres. En dehors des grands blocs, on aperçoit beaucoup de matériel plus menu dont la quantité augmente à mesure qu'on creuse en profondeur. Les bords des petits fragments de quartzites et de grès sont érodés. Quoique la fosse eût eu 2 m. de profondeur, je n'ai pas réussi à percer l'épaisseur de cette couche. On pouvait voir à cette profondeur les racines des arbres, tordues d'une façon bizarre dans les loess entre les pierres.

II. On avait creusé la seconde fosse dans une agglomération de *Vaccinium myrtillus* L. d'environ 2 m. de diamètre, au milieu

de l'éboulis formé de grands blocs dénudés. (phot. n° 4). La strate végétale au ras du sol était composée des mousses: *Hypnum Schreberi*, Willd., *Dicranum undulatum* Ehrh., *Ceratodon purpureus* (L.) Brid., *Politrichum juniperinum* Willd. et des Hépathiques: *Jungermannia Florkei* W. et M.; dans un seul endroit on voyait croître sur les mousses *Cladonia rangiferina* (L.) Web. Enfin, on apercevait dans le même îlot un petit sapin et deux petits sorbiers. En dehors de cette strate végétale, on pouvait encore distinguer plus en profondeur les couches suivantes: a) à la surface des débris de roches, s'étendait une couche de l'humus de 0.1 à 0.3 m. d'épaisseur. Les pierres et les couches du sol plus profondes, étaient presque complètement sèches. Les blocs de grandes dimensions, plus près de la surface, étaient reliés par de la terre glaiseuse dans laquelle on distinguait des couches tantôt plus claires, tantôt plus foncées. b) A une profondeur de 0.3 à 0.6 m., on trouvait des blocs de plus en plus petits dont le diamètre ne mesurait çà et là que 0.01 m. Les morceaux de quartzite et de grès se distinguaient par des bords érodés. Les grès éventés se désagrégeaient facilement pour donner du sable. En dehors du matériel rocheux, on voyait des loess; le tout fut trempé d'eau. Plus on creusait, plus il y avait d'eau et de débris de petites dimensions. Comme dans les fosses mentionnées, de même dans d'autres, dont je m'abstiendrai de donner la description, on voyait dans le sous-sol des bois croissant sur les éboulis, apparaître du loess qui remplissait les crevasses entre les blocs. Dans les deux cas dont il a été question ci-dessus, on n'a pas creusé au-delà de la couche des loess. Parfois la couche dans laquelle s'étendent les racines des plantes, n'a pas plus de 50 cm. d'épaisseur. Plus bas s'étendent des quartzites et les crevasses entre ces blocs ne contiennent aucun sédiment. Il s'agit alors le plus souvent d'emplacements situés à la lisière de parties boisées, où la partie superficielle du sol aux couches plus claires et plus foncées a été apportée des loess voisins et déposée par suite de l'intervention d'agents pluviaux. Dans ces cas-là, on voit pousser en masse à la surface le sorbier et le framboisier, puis çà et là de tout jeunes échantillons d'épicéas et de sapins.

La présence de l'eau dans le substratum de la seconde fosse dont il a été question, témoigne de la proximité de la roche-mère sous forme de schistes. L'eau joue certainement un rôle important dans

les processus dont les éboulis ont été le siège dans le passé et qui s'y produisent encore actuellement. La masse glaiseuse détrempée, contenant de petits blocs dans le substratum des éboulis formés de grands blocs de quartzite, doit certainement donner lieu à des glissements et à des affaissements. L'abaissement du niveau des parties boisées des éboulis est peut-être attribuable à l'action de l'eau. L'étendue des éboulis diminue sans aucun doute au profit de la forêt. La sédimentation des loess a été la première étape du boisement des éboulis. Le boisement est extrêmement lent de nos jours et il n'est guère possible d'observer des changements plus considérables durant la vie d'une génération. Quoique plus lente que jadis, l'action des précipitations atmosphériques n'emporte pas moins les loess, les glaises et l'humus des terrasses, des îlots forestiers et des bandes de forêt, pour les déposer plus bas entre les pierres et sur celles-ci. C'est ainsi qu'ont pris naissance dans le passé et que continuent à se former les bandes de forêt qui descendent comme des bras, tandis que les bandes déjà existantes s'élargissent à la périphérie, surtout dans la direction des pentes.

L'observation minutieuse des éboulis dans différentes parties de la chaîne des Lysogóry, m'a fait supposer que du moins en ce qui concerne l'étage le plus élevé, rapproché du sommet, les éboulis ne remontent pas à la même époque. Cette supposition m'a été suggérée lorsque j'ai comparé les grands éboulis du Mont Łysa (Mont de S-te Croix) où l'on ne trouve pas d'affleurements de roches-mères, avec les éboulis comme ceux de Łysica, de Zameczek et de S-t Nicolas, pourvus au sommet de noyaux de roche primitive. Les premiers sont formés par des blocs relativement plus petits aux bords érodés, souvent même arrondis. Ils sont couverts d'une quantité de lichens propres aux roches parmi lesquels on distingue les espèces suivantes: *Lecanora badia* Ach., *Parmelia incurva* (Pers.) Schaer., *Lecanora polytropa* (Ehrh.), *Parmelia stygia* Ach., *Pertusaria corallina* (L.), *Lecidea Kochiana* Hepp., *Rhizocarpon geographicum* (L.) D. C. Ces plantes se développent sur les blocs en formant peu à peu des croûtes d'une épaisseur considérable qui une fois tombées, mettent à nu la surface intacte et pour ainsi dire fraîche des quartzites. Ces emplacements devenus libres sont encore une fois occupés par des lichens qui les couvrent d'une croûte. Les croûtes détachées renferment

en dehors de débris végétaux, également du sable produit par l'événement de la roche.

Les éboulis dans lesquels on trouve des affleurements de la roche-mère, se composent de grands blocs aux bords tranchants et aux surfaces peu érodées. Les lichens y sont moins nombreux et l'on y aperçoit uniquement en grand nombre l'espèce *Rhizocarpum geographicum* (L.) D. C. Ces détails paraissent témoigner en faveur de la supposition qu'il sont bien plus jeunes.

2. Les caractères biologiques des arbres et des arbustes des éboulis.

Dans les bandes et les îlots isolés de forêt qu'on rencontre dans les éboulis, nous trouvons toutes les espèces d'arbres et d'arbustes qu'on connaît dans les bois de la chaîne des Łysogóry. La fréquence relative des différentes espèces dans ces groupes d'arbres reflète les rapports numériques entre ces espèces dans la forêt. Nous rencontrons par conséquent le plus souvent le sapin (*Abies alba* Mill.), le sorbier (*Sorbus aucuparia* L.) et nous voyons plus rarement l'épicéa (*Picea excelsa* Lk.) et l'érable (*Acer pseudoplatanus* L.). Le hêtre (*Fagus silvatica* L.) déroge à la règle, car il est très rare sur les éboulis, tandis que dans les forêts il est un composant le plus fréquent après le sapin. L'épicéa se montre sous forme *pendula* sur les éboulis, où il n'atteint que rarement 20 m. de hauteur. Il est généralement moins élevé, fortement branchu au-dessus du sol, et pourvu d'une couronne étroite à ramure épaisse (phot. n° 5, pl. 30). Cette forme d'épicéa s'écarte beaucoup des autres, aussi ne peut-elle guère passer inaperçue lorsqu'on visite les éboulis. On voit de beaux échantillons de cette variété d'épicéa au-dessous du sommet de la Łysica, à Zameczek (Agatka), à S-t Nicolas et au Mont Łysa (S-te Croix). Un autre trait caractéristique de cette variété d'épicéa est donné par sa faculté extraordinaire de se reproduire par des rejets (5, 6). Il n'existe presque pas d'éboulis où ne pousse au moins un épicéa dont les branches les plus basses n'émettent des rejets au contact avec le tapis de mousse. Ces branches sont tordues d'une façon bizarre par suite de la rencontre de l'obstacle que constitue la pierre. Avec le temps, les branches en question pénètrent dans l'humus et y prennent racine. L'extrémité d'une branche, parfois

aussi un rameau latéral, suivent une direction perpendiculaire et forment des troncs de second ordre. Les branches les plus basses de second ordre peuvent à leur tour émettre des racines et donner ainsi naissance à des troncs de troisième ordre et ainsi de suite. En conséquence, on peut trouver facilement plusieurs rejets autour des individus-mères. J'ai vu près du sommet de Łysa, au bord d'un éboulis, un épicéa ayant donné 36 rejets. J'ai rencontré des épicéas de 30 ans, issus de rejets, chez lesquels on pouvait encore distinguer l'union primitive avec le tronc-mère. Bon nombre d'épicéas plus vieux permet de reconnaître l'inflexion caractéristique du collet des racines, ce qui dénote leur reproduction par des rejets, quoiqu'il ne soit pas possible d'établir un rapport direct entre ces arbres et les épicéas qui leur ont donné naissance.

Le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) se distingue sur les éboulis par une couronne peu élevée qui prend la forme d'une coupole. Je n'ai vu cependant que trois vieux échantillons de cet arbre dans les îlots forestiers d'une plus grande étendue sur les monts Łysica et Łysa. Comme ces arbres n'étaient que peu ombragés, leurs troncs et leurs branches étaient couverts d'une quantité de mousses, d'hépatiques et de lichens. Les plantes suivantes s'élevaient du tapis végétal de la forêt pour envahir la partie inférieure des troncs: *Plagiotecium denticulatum* (Dien.) Br. et Sch., *Hypnum reptile* Rich., *Hypnum cupressiforme* L., *Dicranum scoparium* (L.) Hedw. On y voyait moins souvent: *Dicranum montanum* Hedw. et *Pleuroschisma trilobatum* (L.) Dum.; on pouvait encore observer sur les troncs en fait des mousses: *Metzgeria furcata* Lindb. *Isothecium myurum* (Poll.) Brid., *Jungermannia Florkei* (W. et M.) et en fait des lichens: *Cetraria glauca* (L.) Ach., *Parmelia sulcata* Tayl., *Parmelia physodes* Ach., *Parmelia amara* (Ach.), *Parmelia tubulosa* Schaer., *Parmelia furfuracea* Ach., *Perthusaria communis* D. C., *Lecidea olivacea* Borr.

L'érable (*Acer pseudoplatanus* L.) se distingue par une taille qui rappelle celle du hêtre et se montre dans les éboulis plus fréquemment que celui-ci. On rencontre des échantillons isolés de cet arbre sur les différents éboulis de la chaîne entière. Son tronc et ses branches sont bien plus abondamment couverts de mousses et d'hépatiques que les mêmes parties du hêtre, phénomène qu'il est possible d'expliquer par les conditions différentes de l'habitat. L'écorce de l'érable sycomore pèle lentement et forme

de nombreuses fentes qui retiennent facilement l'humus et l'humidité, circonstance favorable au développement des mousses. Il faut ranger parmi les mousses les plus fréquentes: *Hypnum cupressiforme* L., *Homalotecium sericeum* (L.) Br. et Sch., var. *robustum* Warnst., *Anomodon longifolius* (Schleich.) et parmi les espèces plus rares: *Bryum obconicum* Hornsch., *Tortula ruralis* (L.) Hedw., *Brachytecium rutabulum* (L.) Br. et Sch., var. *robustum*, *Brachytecium reflexum* (Starke) Br. et Sch. (Gotsche), *Metzgeria furcata* Lindb., *Jungermannia Florkei* W. et K., *Pleuroschisma trilobatum* (L.) Dum., enfin on rencontre *Peltigera canina* (L.) au pied des troncs. Parmi les arbres relativement rares des éboulis, il nous faut nommer le cerisier à grappes (*Prunus padus* L.), dont plusieurs échantillons croissent sur l'éboulis situé à proximité du couvent de Sainte-Croix, au nord de celui-ci. Comme c'est le cas pour d'autres arbres, les conditions d'existence difficiles marquent également cette espèce de leur empreinte.

Le tilleul à petites feuilles (*Tilia parviflora* Ehrh.) ne fait que très rarement son apparition sur les éboulis, aussi ne l'ai-je rencontré qu'une seule fois près du Mont de Sainte-Croix.

Parmi les arbustes les plus fréquents dans les éboulis de roches, il faut nommer le sorbier (*Sorbus aucuparia* L.) qui borde la périphérie des forêts, des îlots d'arbres et des bandes boisées, mais qu'on ne rencontre que rarement dans les forêts serrées et ombreuses. Nous avons observé des échantillons isolés et peu développés de sorbier en dehors de la forêt, sur des coussins de mousse, toutefois ces exemplaires périssent souvent déjà pendant la seconde année de leur existence et ne vivent tout au plus que plusieurs années, vu qu'ils ne trouvent pas de couche de sol entre les blocs de pierre. Dans la lutte contre les conditions d'existence défavorables, le sorbier fait preuve d'une grande vitalité; en effet, il émet des racines adventives ainsi que de nouvelles pousses. Une fois abattu par la tempête, il émet de nouvelles racines et prend une forme recourbée, parfois très caractéristique (phot. n° 6).

Notons comme intéressant, le fait que sur les terrasses défrichées ainsi qu'après des coupes de bois, des taillis serrés de sorbier se développent et atteignent une hauteur de 5 m. Comme différents arbustes de sorbier sont ici assez serrés, on voit se former une forêt composée de tronc minces qui se ramifient dans leurs parties supérieures. Dans le sous-bois et le tapis végétal de

la forêt, on voit s'installer le sapin qui, à mesure qu'il pousse, refoule le sorbier. Le sapin s'élève rapidement au-dessus du sorbier, lui donne de l'ombre et le fait dépérir peu à peu. Dans les parties défrichées, voisines des sommets, il est possible de suivre pas à pas toutes les phases de cette lutte, depuis l'apparition du sorbier en masse jusqu'au moment où le sapin prend définitivement le dessus. La grande quantité de sorbiers peut s'expliquer par les conditions favorables à la germination de ses graines, qu'offre l'humus dont on trouve beaucoup entre les pierres. Les oiseaux se chargent de semer les graines de cet arbuste. Le sorbier ne fleurit pas et ne donne pas de fruits tous les ans, circonstance qui a induit en erreur Tyszkiewicz (13). En effet, cet auteur dit que le sorbier ne fleurit pas dans la chaîne des Łysogóry et vraiment cet arbuste n'a pas donné de fleurs en 1926, année où Tyszkiewicz a enregistré ses observations.

Les espèces suivantes qu'on trouve dans le tapis de mousse montent sur les troncs des sorbiers: *Plagiotecium denticulatum* (Dill.) Br. et Het., *Hypnum cupressiforme* L., *Hypnum exannulatum* Güm. Elles sont accompagnées de *Jungermannia quinque-dentata* Web. Plus haut, sur les troncs et les branches, apparaissent en masses: *Ulota intermedia* Schimp. et plus rarement le lichen *Nephroma laevigatum* (Ach.) Nyl. Outre le sorbier, on rencontre encore, quoique plus rarement le coudrier (*Corylus avellana* L.), le saule (*Salix caprea* L.) et le saule cendré (*Salix cinerea* L.); celui-ci apparaît au-dessous du sommet de la Łysica. Son pivot s'enfonce entre les quartzites dans les argiles; ses branches s'étalent sur l'éboulis et émettent bon nombre de racines adventives, là où elles entrent en contact avec les coussins de mousses; ces racines se fixent dans les crevasses et dans les fentes des quartzites. Lorsqu'on déplace un morceau de ces quartzites, on y voit des racines déformées, disposées à plat, qui accélèrent la marche du processus mécanique de l'éventement.

Parmi les arbustés rencontrés très rarement sur les éboulis, il faut nommer le groseiller des Alpes (*Ribes alpinum* L.), qui décore les forêts de la zone moyenne au-dessous du sommet de Łysa (Mont de Saint-Croix). Cet arbuste forme des groupes dont les branches recourbées s'étendent dans la direction de l'éboulis et émettent des racines aussitôt qu'elles ont pris contact avec des touffes de mousses.

Sur les bords des éboulis, on rencontre très souvent la ronce (*Rubus hirtus* W. K.) qui ne pénètre pas sur l'éboulis proprement dit, car son apparition est étroitement liée à la présence d'un sol approprié. On voit cette plante apparaître en masse sur les terrasses, lorsque la forêt y a été abattue. Elle peut recouvrir en quelques années de grandes étendues, où ses longues pousses entrelacées prennent racine. Dans certains endroits, la ronce couvre la surface d'une couche tellement épaisse que les plantes herbacées sont incapables de se développer dans le tapis végétal et que l'on voit seulement un jeune sapin ou un hêtre se frayer un chemin dans cet enchevêtrement. Dès que la forêt a grandi et qu'elle commence à ombrager le terrain, les ronces disparaissent peu à peu.

De temps en temps on peut rencontrer sur les éboulis des spécimens isolés de pins (*Pinus silvestris* L.), de genévriers (*Juniperus communis* L.), de chênes pédonculés (*Quercus robur* L.), de poiriers (*Pirus communis* L.), de nerpruns (*Frangula alnus* Mill.) de *Rhamnus cathartica* L. et de sureaux (*Sambucus racemosa* L.). Ce dernier arbuste est plus fréquent dans la partie est de la chaîne des Lysogóry où on le voit dans les emplacements ombragés à la lisière des forêts. Durant les périodes de sécheresse prolongée, on peut observer dans les fragments de forêt sur les éboulis le phénomène du dessèchement progressif de la végétation. Ce sont avant tout les plantes herbacées et les arbustes qui se dessèchent à la périphérie des bandes de forêt. Les feuilles desséchées, couleur de rouille, contrastent avec la verdure de la végétation à l'intérieur du bois. Les effets d'une sécheresse prolongée se manifestent également, quoique jamais au même degré, dans la végétation à l'intérieur des îlots ou des bandes de forêt bien éclairées.

Il faut chercher l'explication de ce phénomène dans la circonstance que les racines des plantes herbacées et des jeunes arbustes, qui croissent à la lisière des bandes de forêts, s'enfoncent soit dans l'humus formé par les mousses, soit dans des argiles à la surface et perdent rapidement leurs réserves d'humidité. Le degré de dessiccation peut être différent: on voit de jeunes échantillons de *Sorbus aucuparia* complètement desséchés, des individus plus âgés ayant perdu leurs pousses aériennes, tandis que le collet des racines est encore en état d'émettre des pousses nouvelles, lorsque les conditions d'humidité ont changé; il a y aussi

des exemplaires qui ont réagi contre la sécheresse uniquement par la perte de leurs feuilles. *Rubus idaeus* L. et *Vaccinium myrtillus* L. se comportent d'une façon analogue, par contre *Polypodium vulgare* L., *Aspidium dilatatum* Sm. et *A. spinulosum* Sw., qui avaient perdu leurs feuilles et dont les rhizomes avaient fortement souffert de la sécheresse, n'ont cependant pas perdu la faculté de se régénérer.

Une année de sécheresse, même lorsqu'elle est suivie d'une série d'années humides, fait de grands dégâts dans la végétation déjà assez pauvre des éboulis. Plusieurs mois de sécheresse suffisent à détruire les arbustes et les plantes herbacées qui ont lutté pendant des années contre les conditions défavorables du milieu. L'année 1928 a été critique pour les éboulis mais dès que les conditions auront changé, les fougères, le sorbier, le framboisier, l'épicéa, feront leur apparition sur les coussins de mousses, pour refaire en quelques années ce qui a été détruit par deux ou trois mois de sécheresse.

3. La flore des îlots, des bandes et des »langues« de forêt.

Pour permettre de se renseigner sur la végétation des bandes de forêt, je veux dresser un tableau statistique de la flore de plusieurs îlots et bandes.

Les exemples cités suffisent à nous donner une idée de l'apparition successive de certaines associations végétales dans les îlots de forêt qu'on trouve sur les éboulis.

Le tapis végétal se compose partout de mousses répandues aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des îlots de forêt moins ombragés. En ce qui concerne les espèces, la composition du tapis de mousse est des plus uniformes et l'on ne trouve que rarement une espèce propre à un seul ébouli, p. ex. *Ptilium crista castrensis* (Sull.) De Nat., qu'on voit exclusivement sur les débris de roches au-dessous de S-t Nicolas. Dans le tapis de mousses à la périphérie des îlots de forêt, se montrent les fougères: *Aspidium dilatatum* Sm., *A. spinulosum* Sw. et *Polypodium vulgare* L., celui-ci en masse. Cette dernière espèce est un satellite inséparable des éboulis situés à proximité des sommets; bien souvent, elle se montre isolée, ou l'emporte sur les autres fougères. Là où l'humus formé par les mousses constitue une couche plus épaisse et

TABLEAU I.

N°		Première strate superficielle (jusqu'à 0.1 m.)	Strate herbacée (jusqu'à 0.2—0.6 m.)	Strate arbustive	Strate des arbres
1	Plot dans l'éboulis de la Łysica, versant nord.	<i>Hylocomium splendens</i> <i>Dicranum undulatum</i> <i>Politrichum juniperinum</i> » <i>formosum</i> » <i>commune</i> <i>Hypnum Schreberi</i> <i>Plagiotecium denticulat.</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>	A la périphérie: 3 ex. de <i>Sorbus aucuparia</i> 3 ex. d' <i>Abies alba</i> de 5 m. de hauteur. Dans le fond: 5 ex. (jeunes) d' <i>Abies alba</i> .	1 ex. de <i>Picea excelsa</i> 4 ex. de <i>Abies alba</i> .
2	Plot dans l'éboulis de la Łysica (fortement ombragée).	Mousses uniquement à la périphérie. Espèces, identiques à celles du no. 1.	<i>Aspidium spinulosum</i>	A la périphérie: 8 petits ex. de <i>Sorbus aucup.</i> 1 jeune ex. de <i>Picea excelsa</i> Dans le fond: 29 jeunes ex. d' <i>Abies alba</i> .	5 ex. de <i>Picea excelsa</i> 1 ex. d' <i>Abies alba</i> jusqu'à 20 m. de hauteur.
3	Plot de 50 m ² de surface dans l'éboulis entre Zameczek et la Łysica.	Mousses. Espèces identiques à celles du no. 1; de plus rarement: <i>Sphagnum acutifolium</i> <i>Jungermannia Florkei</i> <i>Cladonia rangiferina deformis.</i>	<i>Aspidium dilatatum.</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Aspidium dilatatum</i> » <i>spinulosum.</i>	A la périphérie 7 ex. de <i>Sorbus aucuparia</i> 2 ex. d' <i>Abies alba</i> jusqu'à 4 m. de hauteur. Dans le fond: 5 jeunes ex. d' <i>Abies alba</i> .	5 ex. de <i>Picea excelsa</i> jusqu'à 15 m. de hauteur. 3 ex. de <i>Picea excelsa</i> jusqu'à 6 m. de hauteur.
4	Plot dans l'éboulis de la Łysa (S-te Croix).	Mousses fortement développées. Espèces identiques à celles du no. 1.	<i>Polypodium vulgare.</i>	A la périphérie: 5 ex. de <i>Sorbus aucuparia</i> 1 ex. de <i>Picea excelsa</i> de plus: <i>Rubus idaeus</i> . Dans le fond: 15 ex. d' <i>Abies alba</i> .	3 ex. de <i>Picea excelsa</i> jusqu'à 12 m. de hauteur.
5	Langue de forêt de l'éboulis de la Łysica.	Mousses fortement développées. En dehors des espèces, énumérées au no. 1, on y voit: <i>Dicranum scoparium</i> <i>Hypnum cupressiforme</i> <i>Oxalis acetosella</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Geranium Robertian.</i> <i>Stellaria Holostea</i> <i>Pteris aquilina</i> qui forment une strate au-dessus du <i>Vaccinium myrtillus</i>	A la périphérie: 15 ex. de <i>Sorbus aucuparia</i> jusqu'à 2 m. de hauteur; beaucoup de jeunes sorbiers 1 ex. de <i>Frangula alnus</i> . Dans le fond: 61 ex. d' <i>Abies alba</i> de 0.2—2 m. de hauteur.	5 ex. de <i>Picea excelsa</i> 5 ex. d' <i>Abies alba</i> (1 ex. jusqu'à 15 m. de hauteur). 1 vieil ex. de <i>Fagus sylvatica</i> de 10 m. de hauteur.
6	Langue de forêt de l'éboulis de la Łysa (S-te Croix).	Mousses, comme au no. 1.	<i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Polypodium vulgare</i> A la périphérie: rarement <i>Solidago virga aurea</i> .	A la périphérie: <i>Rubus idaeus</i> 6 ex. de <i>Sorbus aucuparia</i> 4 ex. de <i>Picea excelsa</i> de 1 m. de hauteur. Dans le fond: 31 jeunes ex. d' <i>Abies alba</i> .	

TABELA I

№	Nomen generis	Fam. (nomen generis)	Loc. (nomen generis)
1	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)
2	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)
3	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)
4	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)
5	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)
6	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)	Larva (nomen generis)

où les arbres ne donnent pas trop d'ombre, on rencontre en masse la myrtille (*Vaccinium myrtillus* L.). Parfois tout l'îlot de végétation de l'éboulis est envahie de cette plante et ce n'est que çà et là qu'on voit un jeune sapin, un sorbier ou un épicéa émerger du tapis de myrtilles.

Ainsi que nous l'avons appris en creusant les fosses déjà mentionnées, les crevasses entre les blocs sont remplies de loess à un niveau plus profond. C'est le sorbier (*Sorbus aucuparia* L.) qui est le précurseur de la forêt dans les îlots de végétation des éboulis. Il borde les îlots et les bandes de forêt et encadre les bois à la limite des éboulis. (phot. n° 7, pl. 31). *Rubus idaeus* L. l'accompagne, puis on voit apparaître: d'abord l'épicéa (*Picea excelsa* L. K.), ensuite le sapin (*Abies alba* Mill.) (phot. n° 9, pl. 32). L'épicéa ne forme pas de forêts serrées dans la chaîne de Sainte-Croix et se borne à décorer les bois de sapins ou les forêts mixtes de hêtres et de sapins; il est incapable de soutenir la concurrence avec le sapin qui finit par l'évincer. Les graines de sapin germent protégées par l'épicéa, après quoi le premier exerce peu à peu une domination incontestable et occupe toujours la partie centrale de la bande boisée qui s'étend sur l'éboulis, phénomène qui s'explique par la couche de loess plus épaisse à cet endroit. Cette observation confirme la constatation faite par Wierdak (13) pour les Carpathes de la région de Sącz. Voici ce que dit cet auteur: »Au-dessous de 1000 m., le territoire étudié était couvert de forêts de sapins et de forêts mixtes de sapin et de hêtres, dans lesquelles l'épicéa poussait en plus ou moins grand nombre. Toutefois, l'épicéa ne pouvait se mesurer avec le sapin et le hêtre, ni au point de vue de la longévité, ni en ce qui concerne la résistance à différents cataclysmes, auxquels il succombait en qualité d'arbre plus faible; aussi est-ce probablement pour cette raison qu'il n'a joué qu'un rôle secondaire dans la composition de la forêt«.

4. Le rôle de la végétation cryptogamique.

Les débris de roches paraissent dépourvus de végétation, mais il ne s'agit là que d'apparences, car les surfaces inégales des blocs de quartzite sont couvertes de lichens de roche, multicolores, auxquels la seconde partie de la présente étude est exclusivement consacrée. Les renforcements entre les blocs sont occupés par

des lichens gris et touffus, tandis que les parties plus ombragées sont envahies par des mousses.

Les mousses envahissent les éboulis en venant des forêts, aussi les voit-on toujours dans leur voisinage. Elles forment des bandes, larges de quelques mètres qui entourent tous les groupes forestiers, même les plus petits. Le tapis de mousses se développe le mieux sur les côtés nord, nord-est et nord-ouest. On y trouve les espèces suivantes, typiques pour la forêt: *Hypnum Schreberi* Willd., *H. cupressiforme* L., *Hylocomium proliferum* (L.) Lindb., *Dicranum undulatum* Ehrh., *D. scoparium* Hedw., *Politrichum juniperinum* Willd., *P. commune* L., *P. formosum* Hedw., *Pohlia nutans* Lindb., *Catarinea undulata* W. AM., ainsi que l'hépatique: *Pleuroschisma trilobatum* (L.) Dum.

Au milieu des grands éboulis, les îlots de mousses ne peuvent se développer entre les blocs de pierre que lorsque ceux-ci sont de grandes dimensions et leur donnent de l'ombre. Sur les éboulis plus petits, on les voit couvrir toute la surface de l'amas de débris. Comparés avec les tapis de mousse dans le voisinage des forêts, ceux qu'on trouve au milieu des éboulis sont riches en espèces. On rencontre ici le plus souvent *Politrichum juniperinum* Willd. et *P. formosum*, Hedw., qui forment des gazons compactes, difficiles à séparer. Après avoir retiré une pareille touffe, on voit que la partie constituée par l'humus a une forme correspondant à celle de la fente entre les blocs de pierre et qu'elle est plus fortement développée que la partie verte à la surface. L'humus a retenu en effet tous les éléments qu'avaient pu apporter l'eau ou le vent.

A mesure qu'ils croissent en hauteur, les coussins de mousse s'élargissent en forme d'entonnoir et finissent par envahir les renforcements voisins. Le développement des mousses à la surface des éboulis n'est pas illimité. Au fur et à mesure que le tapis de mousse gagne en épaisseur et qu'il atteint le niveau des pierres, sa croissance devient plus faible et finit par s'arrêter. Enfin, on voit les coussins de mousses mortes envahis par des lichens et se développer un *Cladonietum* typique.

Cladonietum est une association caractéristique, propre à tous les éboulis plus ensoleillés et exposés à l'action du vent. (phot. n° 8, pl. 31). En se développant, elle s'élève parfois au-dessus des blocs de pierre et forme des tapis étendus, surtout du côté nord et nord-ouest, plus rarement du côté nord-est.

Cette association apparaît sur les éboulis dans le voisinage immédiat des bois de sapins et des forêts mixtes de sapins et de hêtres qui poussent sur les terrasses. *Cladonietum* correspond aux tapis de mousses des autres éboulis plus ombragés et mieux protégés contre les vents. Notons comme une des espèces de lichens les plus fréquentes *Cladonia rangiferina* Hoffm. y compris les formes *crispata* Coem. et *tenuior* Del., qu'on ne rencontre que rarement dans les plaines. On trouve moins souvent: *Cladonia silvatica* (L.), *Cl. squamosa* (Scop.) Hoffm. f. *denticulata*, *Cl. deformis* Hoffm., *Cl. cornuta* (L.) Schaer., ainsi que les formes: *phyllostoca* Flk. et *scyphisa*, *Cl. degenerans* (Flk.) Spreng., *Cl. crispata* (Ach.), f. *elegans*, *Cl. pleurota* (Flk.), *Cl. coccifera* (L.), *Cl. gracilis* (L.) Willd. y compris les formes: *chordalis*, *dilatata* et *aspera*. En fait de lichens rares, il nous faut nommer *Cladonia alpestris* (L).

5. Le cycle de succession de la végétation des éboulis.

Les crevasses ombragées et humides entre les blocs des éboulis, sont occupées au début par les hépatiques: *Jungermannia quinqueidentata* Web., *J. barbata* Schreb., *J. ventricosa* Dicks., *J. Florkei* W. et M.; elles s'attachent aux pierres, puis elles commencent à former des touffes serrées qui remplissent les petites crevasses. A côté de ces hépatiques, on rencontre la mousse *Plagiotecium denticulatum* (L.) qui s'étend à la surface des blocs, en manifestant comme les premières une tendance à occuper de plus grands espaces. Lorsque les hépatiques se sont suffisamment développées et ont formé un peu d'humus, les mousses envahissent le terrain ainsi préparé. Ce sont: *Politrichum formosum* Hedw., *P. juniperinum* Willd., *Hypnum Schreberi* Willd., *Dicranum undulatum* Ehrh. et moins souvent: *Politrichum commune* L. et *Hylocomium proliferum* (L.) Lindb. Au début, on voit les mousses pénétrer dans les touffes de *Jungermannia*. Au fur et à mesure que ces touffes se développent, elles reçoivent plus de lumière et de nouvelles espèces de mousses ne tardent pas à faire leur apparition, de sorte qu'il se forme de petits tapis de mousses, dans lesquels on n'aperçoit que çà et là des pousses de *Jungermannia*. Finalement les mousses sont les maîtres absolus de la situation. A la périphérie de la forêt, surtout lorsqu'elles se trouvent dans

des endroits ombrés, les mousses peuvent passer directement des bois sur les éboulis, sans attendre le stade intermédiaire de préparation par les hépatiques. Au fur et à mesure que les mousses croissent en hauteur, les conditions thermiques et l'état d'humidité deviennent de moins en moins favorables à leur développement et d'autant plus propices à celui des lichens en brossailles (*Cladonia*). Les mousses qui poussent dans les renforcements, ne sont pas exposées à l'action des rayons du soleil et gardent plus d'humidité. Une fois qu'elles ont atteint la surface de l'éboulis, elles y trouvent des conditions plus favorables aux lichens, aussi bien en ce qui concerne la température et l'humidité.

En mesurant la température dans les renforcements et au-dessus de ceux-ci, dans le courant du mois d'août 1926, on put observer une différence de 4° C. Les différences de température n'ont cependant pas fait ressortir le contraste entre les renforcements dans la roche et la surface des quartzites, exposée au soleil au mois de juin et de juillet, c'est-à-dire à l'époque de la plus forte insolation. Il est possible d'observer des épisodes de la lutte entre les mousses et les lichens, dans la zone où le tapis de mousses est exposé à l'action des rayons solaires. Lorsque les lichens se sont entièrement rendu maître du terrain, on peut encore distinguer facilement dans l'humus des tiges de mousses incomplètement décomposées.

Le stade des mousses peut cependant faire encore une fois son apparition dans des conditions exceptionnelles, lorsque les fougères *Aspidium spinulosum* S. W., *Aspidium dilatatum* Sm., ainsi que le framboisier et de jeunes sorbiers, s'introduisent dans le *Cladonietum* et que ces plantes ombragent le terrain. Malgré son pouvoir absorbant, le tapis de mousse n'assume que les fonctions d'un intermédiaire au moment où la forêt envahit les parties de l'éboulis où l'on ne trouve de la terre qu'à une certaine profondeur qui ne dépasse pas 0.6 m. au-dessous de la surface. Lorsque le tapis de mousse d'un éboulis est protégé par la forêt et lorsqu'une couche épaisse d'humus s'est formée au-dessous de lui, le développement de la végétation peut suivre une direction différente. En effet, l'humidité augmente très fortement dans les mousses et après la fonte des neiges au printemps ou après de longues pluies, on voit l'eau ruisseler dans les agglomérations de mousses et jaillir sous les pieds. Nous pouvons expliquer ce caractère ma-

récegeux du terrain par les propriétés de l'humus qui est peu perméable à l'eau. Dans ces conditions, les lichens ne s'étendent pas sur les mousses, mais l'existence devient également difficile pour celles-ci et l'on voit *Sphagnetum* se développer à la surface. Cette association apparaît sur les pentes des éboulis, même assez abruptes et se compose exclusivement de *Sphagnum acutifolium* (Ehrh.) Russ. et Warnst. et de *S. riparium* Ångstr. Le *Sphagnetum* le mieux développé de ce genre, se voit au-dessous du sommet de Zameczek. Il y fait son apparition sur les bords d'un ébouli et est protégé par un bois peu serré, composé des *Abies alba* Mill., *Picea excelsa* Lk., *Acer pseudoplatanus* L., parmi lesquelles on trouve plus rarement *Fagus sylvatica* L. Le *Sphagnetum* pénètre d'abord sur les coussins de mousses sous la forme de plantes isolées, puis il prend peu à peu l'aspect d'un tapis. On y distingue facilement des coussins de mousses formés par *Politrichum juniperinum* Willd., *P. formosum* Hedw., dans lesquels *Sphagnum* est abondamment représenté. Grâce à son développement rapide, *Sphagnum* prend complètement le dessus sur les mousses. Dans les parties inférieures du tapis que forme cette plante, on peut distinguer pendant quelque temps des tiges de mousses pas encore décomposées et reconnaître ainsi l'origine du *Sphagnetum*. S'étant ainsi trouvé une place, *Sphagnetum* absorbe presque toute l'eau des précipitations atmosphériques et l'empêche de pénétrer dans l'humus formé par les mousses. Un *Sphagnetum* pareil élargit spontanément son domaine d'extension et s'étend sur les blocs dénudés des éboulis. *Sphagnetum* ne forme pas de couches épaisses dans le sous-sol et ne s'étend tout au plus qu'à une profondeur de 0.3 m., c'est pourquoi il n'exerce pas d'influence sur le développement des arbres dont le système radical s'étend dans un sol normalement saturé d'humidité. L'arbre dominant dans ce *Sphagnetum* est *Abies alba* Mill., qu'on trouve aussi bien dans le sous-bois que dans le tapis végétal. L'épicéa se montre uniquement dans le sous-bois et nous avons rencontré deux échantillons de sorbier exclusivement dans le tapis végétal. On ne trouve pas les plantes qui dans des conditions normales font leur apparition dans les hautes tourbières. Il est possible de rencontrer fréquemment *Sphagnum acutifolium* (Ehrh.) Russ. et Warnst. sur l'ébouli-même, sur des coussins bien développés de *Politrichum juniperinum* Willd. *Sphagnum* forme ici des touffes plus com-

factes, le plus souvent rouges. Disons pour aboutir à une conclusion plus générale, que les renforcements entre les blocs des éboulis sont d'abord occupés par *Jungermannia*, puis par *Politrichum* qui donne naissance à *Politrichetum*. Cette dernière association végétale se transforme suivant les conditions en *Cladonietum* ou en *Sphagnetum*:

Jungermannia → *Politrichetum* { → *Sphagnetum*
→ *Cladonietum*.

Les bandes de forêt sur les éboulis, ainsi que les bois dans le voisinage immédiat de ceux-ci, vivent d'une vie précaire et ne sauraient être comparés avec les forêts couvrant les terrasses ou avec celles qu'on voit au pied de la chaîne des Łysogóry. Les conditions d'existence sont bien dures pour ces forêts, car les loess et les argiles sont peu abondants et se trouvent parfois à une assez grande profondeur: les espaces couverts de terre sont peu étendus, aussi les bandes de forêt couvrent-elles des surfaces peu importantes.

En général, les bois ne sont pas suffisamment serrés et leurs arbres n'atteignent pas la hauteur normale. Les arbres sont espacés et leurs couronnes se distinguent souvent par un développement unilatéral, par suite de l'action prolongée des vents qui soufflent dans la même direction.

Comme le développement des forêts réclame beaucoup de temps dans des conditions aussi précaires, les entreprises sylvicoles devraient prendre toutes les mesures de précaution dans la région où se trouvent des éboulis. On pourrait même se demander si la protection des forêts doit s'étendre à des bandes boisées, dont la surface est insignifiante et qui ne donnent guère de profit, vu la qualité inférieure du matériel et les difficultés qu'offre son transport. Les dégâts qu'entraînent les coupes de bois sont très considérables. Là où les coupes n'ont pas épargné la forêt couvrant les débris de roches, nous voyons souvent de nouveaux éboulis secondaires (phot. n° 10, pl. 33), dans lesquels non seulement les mousses, mais aussi une partie de l'humus, puis les jeunes arbres et arbustes, sont voués à la destruction. Il faut beaucoup de temps avant que la végétation puisse couvrir ces parties dénudées et que l'équilibre soit de nouveau rétabli.

6. Les plantes relativement rares dans les éboulis.

Les espèces à fleurs ont pénétré dans les éboulis, en venant des forêts de sapins ou des bois mixtes de sapins et de hêtres, qui couvrent les sommets ou les versants de la chaîne des Łysogóry.

Certaines espèces assez rares dans les bois situés plus bas apparaissent plus souvent, voire même en masse sur les éboulis. Il faut ranger parmi ces plantes: *Sorbus aucuparia* L., *Rubus idaeus* L. et *Polypodium vulgare* L. D'autres plantes sont rares sur les éboulis, quoiqu'elles soient fréquentes à un niveau moins élevé. Nous rangeons dans cette catégorie: *Impatiens nolitangere* L., *Senecio Fuschii* Gmel., *Milium effusum* L., *Polygonatum verticillatum* (L.) All. Dans le même terrain, on rencontre également des plantes assez rares aussi bien sur les éboulis que dans les bois; ce sont: *Calamagrostis villosa* (Chaix) Mut., qu'on trouve au-dessous du sommet de Łysica, *Mercurialis perennis* L. et *Festuca silvatica* Vill.; cette dernière a été observée dans les bois par K. Kaznowski et S. Dziubałowski. Quant à moi, j'en ai vu nombreux échantillons dans les éboulis, notamment sur l'amas de débris de roches à proximité de S-t Nicolas. D'autre part, des espèces comme *Geranium phaeum* L., *Melandrium rubrum* Gke. et *Ribes alpinum* L., font presque exclusivement leur apparition dans voisinage des éboulis formés par des quartzites. *Geranium phaeum* L. observé par Kaznowski à proximité du sommet de la chaîne des Łysogóry près de Sainte-Croix, du côté sud, pousse en abondance du côté nord au pied du cloître, dans la direction de Nowa Słupia. Au même endroit, on trouve des grandes touffes de *Mercurialis perennis* L.

D'entre les lichens, nous devons noter: *Nephroma laevigatum* Ach., de la famille de *Peltigeraceae*, que j'ai recueilli sur des troncs de sorbiers (*Sorbus aucuparia* L.) plus âgés. C'est un lichen rare dans la chaîne des Łysogóry et qui a été observé la première fois dans les Monts de S-te Croix. Un autre lichen intéressant est représenté par *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., de la famille des *Stictaceae* qui croît sur l'érable sycomore et sur les sorbiers qu'on voit sur l'éboulis à côté de la source de S-t Adalbert. Cette dernière espèce est un lichen en général rare dans la chaîne des Łysogóry, tandis qu'ailleurs, p. ex., dans la Forêt de Białowieża, on l'observe très souvent sur le tremble, sur le

chêne et sur l'érable. Je l'ai également recueilli en 1925 à Orawa dans les environs de Bukowina-Podszkle, en 1923 dans les bois près de Łuków et en 1929 à Mienia près de Varsovie quoique ici et là il n'eût pas fait son apparition en masse.

D'entre les mousses nous devons noter: *Rhacomitrium hypnoides* (L.) Lindb., *R. microcarpum* Brid., *Politrichum piliferum* Schreb. espèces qu'on rencontre assez rarement dans les éboulis des monts Łysa et Łysica. L'espèce de mousse la plus intéressante est représentée par *Tetraplodon angustatus* (L.), une mousse de haute montagne que l'on n'a observée ni dans les Monts de la S-te Croix, ni dans les plaines de la Pologne. Cette mousse fut trouvée dans les Tatra par Chałubiński (2) dans la vallée Kasprowa sur un grand bloc de pierre, dans la forêt située à un niveau plus élevé, puis dans la partie supérieure de la vallée Chochołowska près de Wołowiec sur le Starorobociański Wierch.

Dans les fentes des grands blocs de quartzite du côté nord, surtout sur les parois de l'affleurement à Zameczek (Agatka), nous trouvons: *Dicranum longifolium* Ehrh., *D. juscescens* Turn., *D. Sendtneri* Limpr., *D. montanum* Hedw. On voit également assez souvent ces espèces sur l'écorce de vieux arbres.

II° PARTIE.

J. Motyka.

La flore des lichens sur les éboulis des Monts de S-te Croix.

La flore des lichens épilithiques qu'on trouve aux étages inférieurs des éboulis, est très pauvre et n'offre rien de particulier.

Sur les blocs on rencontre des espèces communes appartenant aux genre *Lecidea* (*L. macrocarpa* for. div.) et *Lecanora* (*L. polytropa*, *L. badia*), moins souvent *L. (Aspicilia) cinerea*; dans les endroits plus exposés à l'action du soleil, on trouve *Rhizocarpon geographicum*, *Acarospora fuscata*, *Parmelia conspersa*, *P. sorediata* qui sont des espèces peu exigeantes, d'habitude nitrophiles.

Sur les éboulis plus petits de l'étage le plus élevé, p. ex., sur le Mont S-te Catherine, les lichens sont peu nombreux et çà et là seulement nous voyons des spécimens isolés de *Parmelia stygia*, ainsi que, quoique assez rarement, les espèces nommées ci-dessus.

Nous ne trouvons une association plus intéressante et plus riche en espèces que sur le vaste éboulis au-dessous du sommet du Mont de S-te Croix (Łysa), du côté nord. L'inclinaison de cet éboulis, qu'il faut ranger parmi les plus grands, est assez forte et son altitude est relativement considérable, aussi est-il fortement exposé à l'action des agents atmosphériques. Sur les blocs de grès et de quartzite de cet éboulis, pousse une série d'espèces inconnues ailleurs dans le centre de la Pologne. Dans les Carpathes, on ne trouve ces plantes qu'au-dessus de la limite supérieure de la forêt. Voici les espèces dont il s'agit: *Gyrophora polyphylla*, *Gyrophora hyperborea*, *Parmelia incurva*, *Parmelia stygia*, *Parmelia intestiniformis*, *Lecidea Kochiana*, *Pertusaria corallina*, *Lecidea obscurissima* (phot. n° 11, pl. 33). A côté des espèces communes appartenant au genre *Cladonia*, comme *Cladonia rangiferina*, *Cl. silvatica*, *Cl. squamosa*, *Cl. gracilis* for. div., on trouve aussi entre les blocs des espèces propres à la haute montagne, comme *Cladonia deformis* f. *extensa*, *Cladonia alpestris* et *Cladonia cornuta*.

En dehors des espèces énumérées, on ne rencontre presque pas celles qui poussent habituellement sur les roches de cette contrée, ni même celles qu'on trouve dans les Monts de Sainte-Croix, sauf sur les éboulis. Cette constatation est une preuve que les espèces nommées forment un groupe écologique à part qui réclame des conditions écologiques particulières.

Les espèces qui poussent dans les éboulis font partie des formes typiques, propres à la haute montagne et aux régions du nord. Les territoires les plus proches où se montrent ces lichens sont les Monts Tatra, respectivement les Carpathes (le Mont »Babia Góra«), puis les Monts Géants (Sudètes, Harz), où ces espèces ne descendent pas dans la règle au-dessous de la limite supérieure de la forêt et ne s'étendent pas plus bas que 1400 m. au-dessus du niveau de la mer. D'autre part, leur apparition dans la région des lacs de la Prusse est bien connue, où, excepté *Gyrophora hyperborea*, elles poussent sur des blocs erratiques. La présence de ces espèces à une altitude inférieure à 600 m. au-dessus du niveau de la mer, à l'étage des forêts mixtes de sapins et de hêtres, ne peut par conséquent que nous surprendre, aussi devra-t-on chercher la cause de ce phénomène.

Du point de vue écologique on peut assez facilement expliquer comment les lichens propres à la haute montagne peu-

vent vivre sur l'éboulis au-dessous du sommet de S-te Croix. Cet éboulis qui occupe une surface assez considérable, est protégé au sud par une forêt, grâce à quoi il est assez abondamment pourvu d'humidité et reste longtemps couvert de neige. Au nord et à l'ouest, la forêt ne protège que les parties inférieures de l'éboulis contre les vents de l'ouest. Or, ce sont précisément ces vents-là qui surtout en hiver, font ressembler les conditions écologiques à celles qu'on trouve dans la haute montagne. Ils chassent en hiver la neige des parties supérieures de l'éboulis, de sorte que les blocs plus élevés qui se dressent au-dessus de son niveau, sont découverts pendant un temps plus prolongé durant la mauvaise saison. Les lichens qui couvrent ces blocs trouvent par conséquent des conditions analogues à celles dans lesquelles apparaît dans les Monts Tatra le *Gyrophoretum cylindricae*, association de lichens épilithiques qui se compose entre autres d'espèces poussant sur les éboulis. Seule *Gyrophora hyperborea* qu'on rencontre très rarement dans les Monts Tatra, constitue une exception. Les espèces en question ne se montrent plus sur des roches respectivement sur des parties de roches, situées à une moindre altitude et protégées contre les vents de l'ouest. On y voit se développer une association d'espèces qui au point de vue écologique et floristique rappelle le *Rhizocarpetum geographicae* des Tatra. C'est une association relativement pauvre en espèces; elle est formée par: *Rhizocarpon geographicum*, *Lecidea Kochiana*, *Pertusaria corallina*, *Lecidea macrocarpa* et *Lecidea obscurissima*. L'influence des conditions écologiques se manifeste très nettement dans la répartition des lichens sur l'éboulis au-dessous du sommet de S-te Croix, même sur des blocs particuliers. Les espèces nommées ne sont groupées qu'à un seul endroit de cet éboulis, notamment à une place où les blocs forment un plissement assez net. En hiver on peut parfaitement distinguer les sommets des roches en saillie, couverts des thalles noirs de *Gyrophora polyphylla*, *G. hyperborea* et *Parmelia stygia*. Les parties de roches couvertes de ces lichens, continuent à être noires en été. Vu du côté ouest ou nord-ouest, l'éboulis paraît presque noire, mais sa couleur est blanche tirant sur le jaune, lorsqu'on le voit du côté est, phénomène qui s'explique par la présence de *Rhizocarpon geographicum*, de *Lecidea Kochiana* et de *L. macrocarpa*.

On se heurte à des difficultés, lorsqu'on essaie d'expliquer la provenance de ces espèces propres à la haute montagne, sur les éboulis de la chaîne de Sainte-Croix. L'explication la plus simple consisterait à admettre que ces espèces, respectivement leurs spores ou leurs sorédies, ont été apportées soit des Tatra, soit des Monts Géants ou encore du Nord. Elles auraient été transportées par les vents ou par l'intermédiaire d'autres facteurs, tels que p. ex. les oiseaux et auraient trouvé ici des conditions favorables à leur développement. Cette hypothèse paraît surtout plausible quand on tient compte du petit poids des spores et de la facilité avec laquelle elles peuvent être semées. Elle nous semblera cependant bien plus difficile à admettre, si nous ne nous demandons pas comment les lichens peuvent être dispersés, mais si nous essayons de savoir comment ils sont semés en réalité.

En étudiant les associations de lichens épilithiques dans les Tatra, j'ai maintes fois observé la façon dont ces plantes prennent pied dans de nouveaux habitats, p. ex. sur des roches récemment mises à nu après le défrichement des forêts. J'ai pu me rendre compte plus d'une fois que les lichens prennent beaucoup de temps à s'établir. Ce n'est qu'après des dizaines d'années qu'on voit s'établir les espèces ubiquistes, tandis que les associations de lichens ne se sont développées nulle part comme dans leurs stations primitives, quoiqu'elles eussent souvent disposé de plusieurs siècles. On ne peut guère admettre cependant que les conditions écologiques de deux roches, séparées l'une de l'autre par plusieurs dizaines de mètres, puissent être plus différentes que les conditions écologiques des éboulis de Łysica et celles dans les Tatra. Il résulte clairement de ce qui précède que ces espèces ne disposent que d'une force d'expansion très limitée. On peut considérer jusqu'à un certain degré, les habitats qu'elles occupent comme des stations relictaires, même dans les Tatra. Elles se maintiennent dans leurs habitats grâce à leur force vitale, se multiplient par voie végétative, mais ne conquièrent qu'avec peine de nouvelles stations. Si, même après plusieurs dizaines d'années, elles n'étaient pas capables d'occuper dans les Tatra des stations qui offraient certainement des conditions favorables, quoique elles fussent éloignées à peine de quelques dizaines ou centaines de mètres, on ne peut guère admettre que les spores et les sorédies aient été apportées des Tatra éloignées à 200 km. ou des Monts Géants séparés

par une distance de 300 km., ou encore qu'elles puissent provenir de la Poméranie à environ 400 km. de distance. Les chances que les spores puissent tomber dans un espace dont la surface s'élève parfois à plusieurs centaines de mètres carrés, espace dans lequel elles peuvent uniquement trouver les conditions nécessaires à leur développement et rencontrer les algues qui leur sont indispensables — ces chances sont tellement minimes, qu'on ne saurait sérieusement envisager cette supposition. L'ensemencement par les sorédies paraîtrait plus probable, car dans ce cas-là il ne serait pas nécessaire de trouver une algue et le développement pourrait sans doute être plus rapide.

L'objection fondamentale qu'on doit opposer à cette dernière explication est donnée par le fait, que d'entre les espèces qui se développent sur les éboulis, il n'y en a que deux, notamment *Parmelia incurva* et *Cladonia cornuta* qui forment des sorédies. En effet, la plupart des lichens qu'on y trouve ne produit jamais de sorédies et, circonstance très importante, deux espèces nettement caractéristiques pour la haute montagne, notamment *Gyrophora polyphylla* et *Cladonia alpestris* ne produisent ni spores, ni sorédies, respectivement si elles en forment, ce cas est tellement rare que seuls plusieurs botanistes ont eu l'occasion de l'observer. De fait, on ne peut pas admettre l'ensemencement de ces lichens par des spores ou des sorédies, de sorte que la façon dont ils se multiplient constitue une énigme. Il est probable que la prolifération de ces espèces a lieu par voie de bourgeonnement et par une fragmentation du thalle. Si malgré tout nous voulions supposer que ces lichens ont été transportés par les vents il y a relativement peu de temps, il nous faudrait admettre en bonne logique, que ce sont les espèces les plus communes et disposant de la plus grande force d'expansion dans les Monts Géants ou dans les Tatra, qui devraient êtreensemencées au premier lieu sur les éboulis. Or, il n'en est pas ainsi. En effet, on y chercherait p. ex. en vain une espèce aussi commune dans les montagnes et d'une si grande force d'expansion que *Gyrophora cylindrica*. On devrait s'attendre également à trouver dans les éboulis les espèces coprophiles, propres à la montagne, dont l'ensemencement est facile et qui croissent rapidement.

On évite toutes ces difficultés, lorsqu'on admet que les stations des espèces propres à la haute montagne qu'on trouve dans

Végétation des éboulis des Monts de S-te Croix 201

les éboulis des Monts de S-te Croix, sont des stations relictaires provenant de l'époque glaciaire. Il paraît inutile aujourd'hui d'appuyer cette hypothèse par de nouvelles preuves, mais il me semble opportun d'examiner à quelle époque et par quels moyens ces espèces ont pu pénétrer sur les éboulis. La réponse à ces questions n'offrirait pas de plus grandes difficultés, si nous pouvions savoir: 1^o) quel est l'âge des éboulis et en particulier, s'ils existaient déjà à l'époque préglaciaire; 2^o) si au moment de la plus forte glaciation, les Monts de Sainte-Croix étaient un «nunatak», ou s'ils étaient couverts par un glacier; 3^o) si pendant l'époque interglaciaire, ces éboulis étaient oui ou non couverts de forêts.

Si, comme cela semble probable, nous pouvions répondre par l'affirmative aux deux premières questions et donner une réponse négative à la troisième, nous pourrions admettre que les lichens des éboulis remontent au moins à l'époque de la première glaciation en Pologne.

Le glacier poussait devant lui la végétation de la toundra. La végétation préglaciaire a dû périr ou du moins reculer à cause de la température peu élevée, aussi la végétation de la toundra avait-elle l'espace nécessaire pour se développer. A côté de plantes à fleurs et de mousses, la végétation de la toundra se composait de lichens arctiques, mais seulement d'espèces qui poussent dans le sol ou se développent sur des mousses. Les espèces arctiques telles que *Nephroma arcticum*, *Nephroma expallidum*, *Cetraria hiascens* et peut-être aussi certaines espèces de lichens crustacés se développant sur des mousses, ont pénétré jusque dans les Tatra par l'intermédiaire de la toundra poussée par le front du glacier.

Les espèces de lichens propres aux rochers ne pouvaient pourtant pas s'avancer devant le glacier, car elles n'avaient pas d'habitats appropriés. On ne saurait guère admettre que p. ex. dans le territoire occupé par le haut plateau de la Petite-Pologne, il eût pu y avoir un nombre suffisant de blocs non calcaires, capables de servir à la migration. Quant à la moraine frontale du glacier, elle était sans doute un terrain trop mouvant pour que les lichens eussent pu se déplacer sur les blocs qui la composaient, évidemment si nous parlons de migration dans le sens large du terme. Quoi qu'il en soit, même si les espèces arctiques propres

aux roches avaient été capables de se déplacer en même temps que la moraine, elles n'auraient pu atteindre les Tatra. C'est ce qui explique peut-être l'absence de l'élément arctique parmi les espèces propres aux roches qu'on rencontre dans les Tatra, élément qui fait déjà son apparition dans les Monts Géants (*Parmelia centrifuga*) et dans le massif du Harz (*P. centrifuga*, *Gyrophora arctica*). Il faut cependant tenir compte du fait que les deux espèces nommées sont coprophiles et que comme telles, elles ont pu être plus facilement semées par les oiseaux que d'autres lichens. Dans tous les cas, l'élément arctique typique n'apparaît, ni dans les Tatra, ni dans les Alpes, ce qui est une preuve que pour la flore des lichens épilithiques, la possibilité d'échanges entre les Tatra et la Scandinavie, n'existait pas. La période du recul du glacier était probablement en même temps l'époque des migrations des lichens épilithiques. La quantité énorme de blocs de granit au front du glacier, puis des conditions climatiques plus supportables, étaient favorables au développement et aux migrations des espèces de lichens épilithiques; toutefois à cette époque déjà la communication avec les Carpathes n'existait plus au Sud, car l'espace qui en séparait les lichens devenait plus grand à mesure que le glacier reculait. Il n'y avait pas non plus de communication avec les montagnes scandinaves, car elles étaient également séparées par une immense étendue que couvrait le glacier. Par contre, la migration était facile dans le sens isocline, le long du front du glacier. A cette époque, les espèces propres à la haute montagne pouvaient descendre des Monts Géants et du Harz pour pénétrer jusque dans les Monts de Sainte-Croix. Le nombre et la répartition des espèces de lichens qu'on trouve dans les éboulis, parlent en faveur de cette explication, car toutes elles sont communes dans les Monts Géants, dans le Harz et dans les montagnes relativement élevées du centre de l'Allemagne. On trouve en revanche dans les Tatra certaines espèces assez rares, telles que *Parmelia incurva* et *Gyrophora hyperborea*. Quoiqu'il en soit, les rapports entre les Monts de Sainte-Croix et les Sudètes ou le Harz, sont plus étroits à cet égard, qu'entre les premiers et les Tatra.

On pourrait considérer en général les éboulis comme l'habitat des lichens de haute montagne le plus éloigné de la chaîne hercynienne, aussi ne présenteraient-ils comme tels rien de particulier. Il nous faut cependant tenir compte du fait que l'altitude

des Monts de Sainte-Croix est inférieure de 1000 m. à celle des Monts Géants et de 600 m. à celle du Harz. Dans les montagnes du centre de l'Allemagne, on ne trouve pas les espèces en question à une moindre altitude.

On pourrait encore admettre que les lichens de haute montagne qu'on trouve sur les éboulis sont des espèces autochtones ou dans tous les cas antédiluviales. Nous connaissons une série de lichens épilithiques dont l'aire d'extension est discontinue et qui remontent à une époque très reculée. Ils ne se déplacèrent pas pendant la période glaciaire, car il s'agit d'espèces xérophiles et thermophiles. Il faut ranger entre autres dans cette catégorie *Gyrophora leiocarpa* et *Cetraria normoerica*. On les rencontre dans les montagnes du centre de l'Europe et de la Scandinavie. L'ancienneté d'autres espèces est attestée par le fait que certaines d'entre elles ont déjà donné naissance à des espèces géographiques, parmi lesquelles il faut nommer *Acarospora chlorophana* en Scandinavie et *Acarospora oxytona* dans les Monts Tatra.

Les déplacements de ces espèces aux exigences spéciales et jouissant d'un pouvoir d'expansion très limité, paraissent peu probables, de sorte qu'elles n'entreprennent sans doute pas de migrations de nos jours comme elle ne changeaient de place pendant la période diluviale. Il nous faut chercher par conséquent des liens plus anciens qui auraient pu être établis par l'intermédiaire des montagnes du système hercynien. Il semble que rien ne nous empêche d'admettre que les montagnes hercyniennes soient le territoire dans lequel les espèces propres à la haute montagne se sont formées et développées. C'est de cette région qu'elles se sont répandues au Sud jusqu'aux Alpes et aux Carpathes, voire même peut-être plus loin, jusque dans la région des montagnes de l'Arctide. Cette façon d'envisager la question rendrait compte du fait que des montagnes très éloignées les unes des autres, en particulier des montagnes d'origine très ancienne, se distinguent par une flore de lichens tout à fait analogue. Cette ressemblance est bien plus frappante en ce qui concerne les lichens que les plantes à fleurs.

Les espèces propres à la haute montagne qu'on trouve sur les éboulis, seraient par conséquent le dernier vestige de la flore des grandes altitudes qui s'est conservée dans les Sudètes et dans le Harz, où elle est bien plus riche en espèces. On pourrait encore avancer la thèse que ces montagnes étaient un »nunatak«. On ne sau-

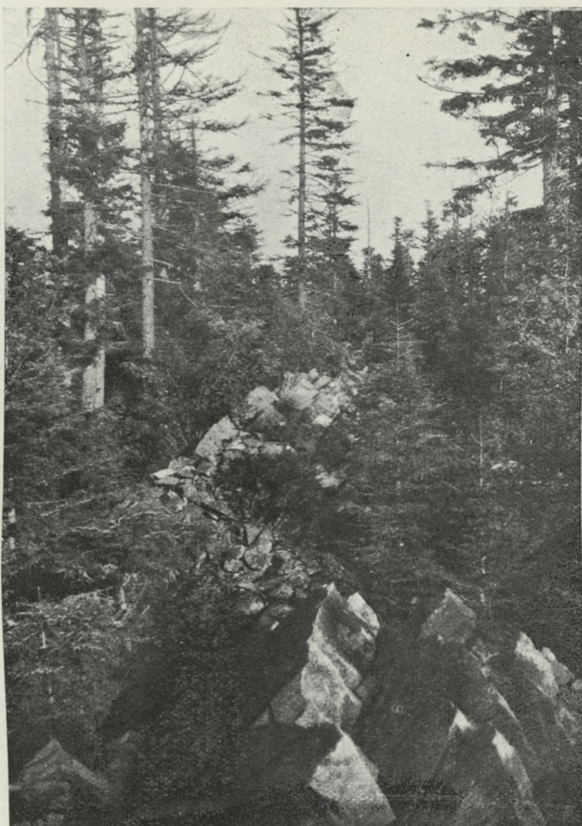
rait nier la possibilité que ces espèces eussent pu se maintenir sur place, surtout quand on ne perd pas de vue que les Monts de Sainte-Croix étaient autrefois bien plus élevés. On pourrait admettre cependant avec la même vraisemblance, que les espèces en question ont déjà disparu vers la fin de la période tertiaire, peut-être pendant l'époque interglaciaire et qu'ensuite durant les périodes de recrudescence de glaciation, elles sont revenues à leurs anciens habitats pour s'y maintenir jusqu'à nos jours. Il n'est pas possible de donner une réponse certaine à la question, si elles sont venues dans ces stations à l'époque de la plus forte glaciation ou si elles se sont établies pendant la période de la glaciation s'étendant dans le centre de la Pologne. Nous devons faire remonter sans aucun doute à la dernière glaciation, les stations de lichens que nous connaissons en Poméranie (Ohlert, Lettau) et qu'il sera probablement possible de mettre en rapport avec celles de la Lettonie et de l'Esthonie. En effet, ces stations n'auraient pu résister ici à la période des glaciations plus anciennes.

Nous voyons se poser la question, si les stations de lichens des éboulis ne remontent pas à cette période. On pourrait peut-être résoudre ce problème ou du moins jeter de la lumière sur la question, si l'on arrivait à connaître les stations de ces lichens sur les blocs erratiques du nord de la Pologne, stations qu'on n'a pas réussi à découvrir jusqu'à présent.

Le problème auquel nous venons de toucher est par conséquent assez compliqué. Il sera possible d'arriver à sa solution conjointement avec celle de l'ensemble des problèmes en rapport avec le diluvium. D'autre part, la question relative aux lichens de haute montagne sur les éboulis de la chaîne des Łysogóry, pourra contribuer également à éclaircir les problèmes mentionnés.

Index Bibliographique.

1. Błoński F. Wyniki poszukiwań florystycznych skrytokwiatowych. (Résultats des recherches floristiques sur les Cryptogames). Pamiętnik Fizjograficzny. T. X. 1890. — 2. Chałubiński T. Enumeratio Muscorum frondosorum tatrensiensium. Warszawa 1887 anno. — 3. Czarnocki J. Stratygrafia i tektonika Gór Świętokrzyskich. Prace Tow. Nauk. Warszawskiego. III. Wydział Mat.-Przyr. Nr. 28. 1819. (La stratigraphie et la tectonique des Monts de Sainte-Croix). III. Travaux de la Société pour la Propagation



n° 1.

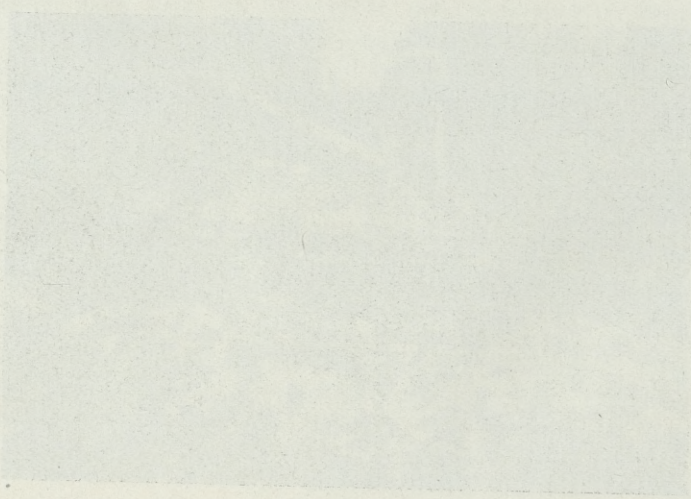
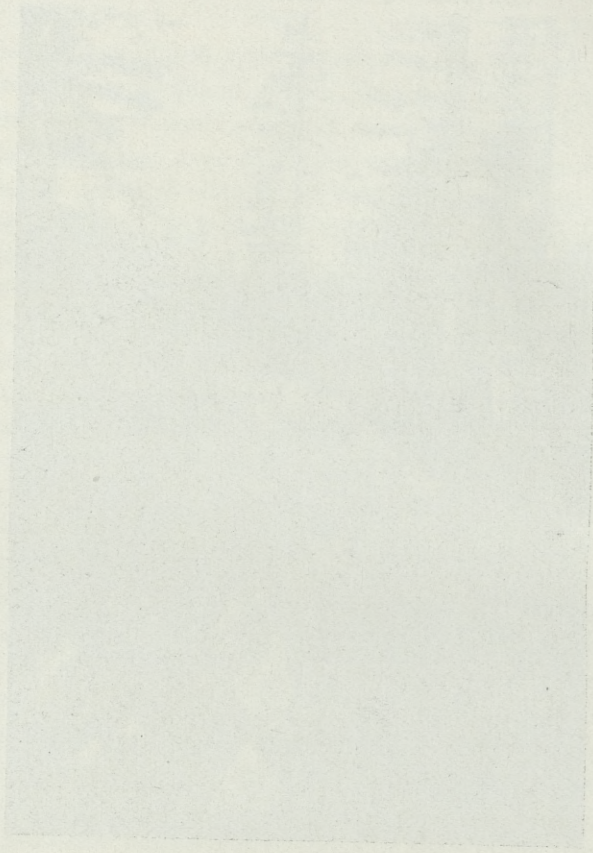


n° 2.

R. Kobendza et J. Motyka.

R. Kobendza phot.

Printed in Great Britain by the University Press, Cambridge



Printed in Great Britain by the University Press, Cambridge



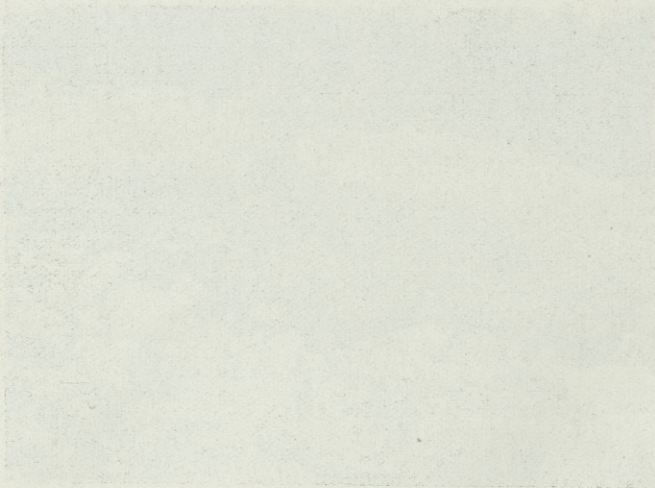
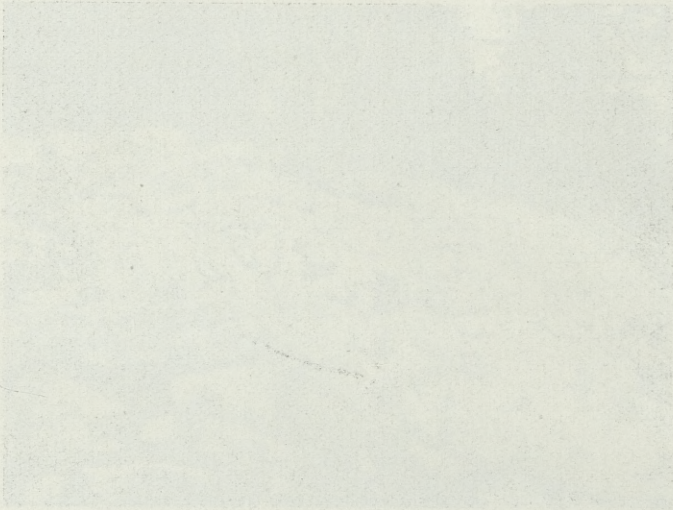
n° 3.

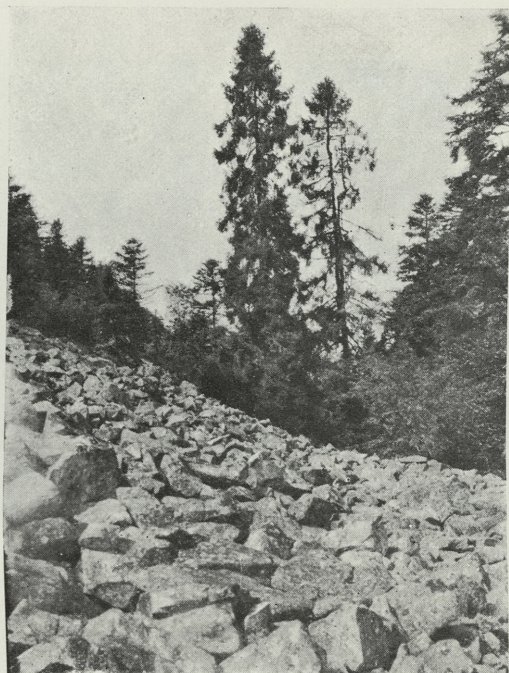


n° 4.

R. Kobendza et J. Motyka.

R. Kobendza phot.





n^o 5.



n^o 6.

R. Kobendza et J. Motyka.

R. Kobendza phot.



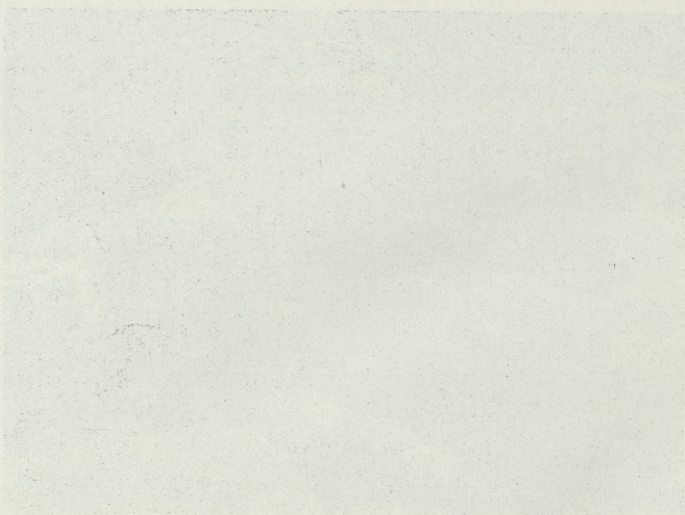
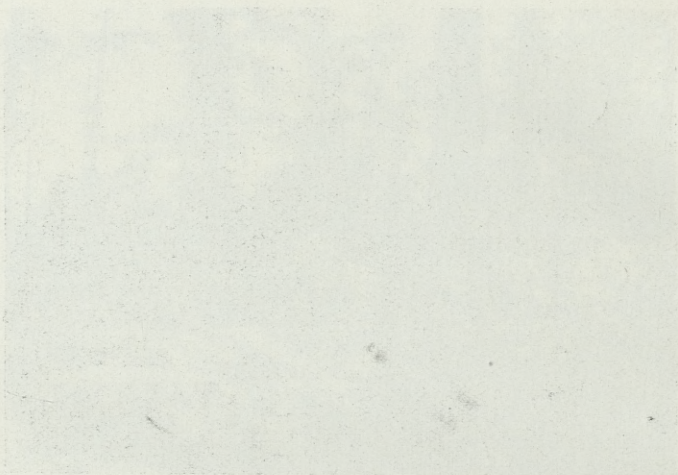
n° 7.

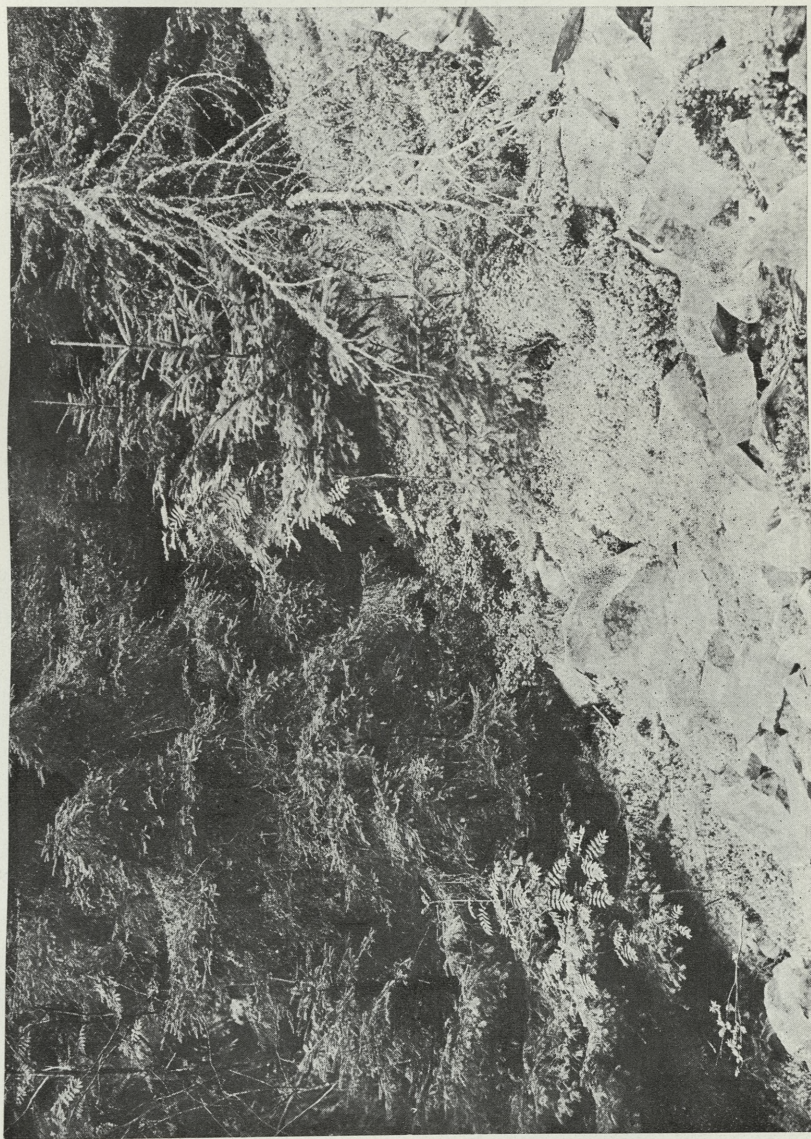


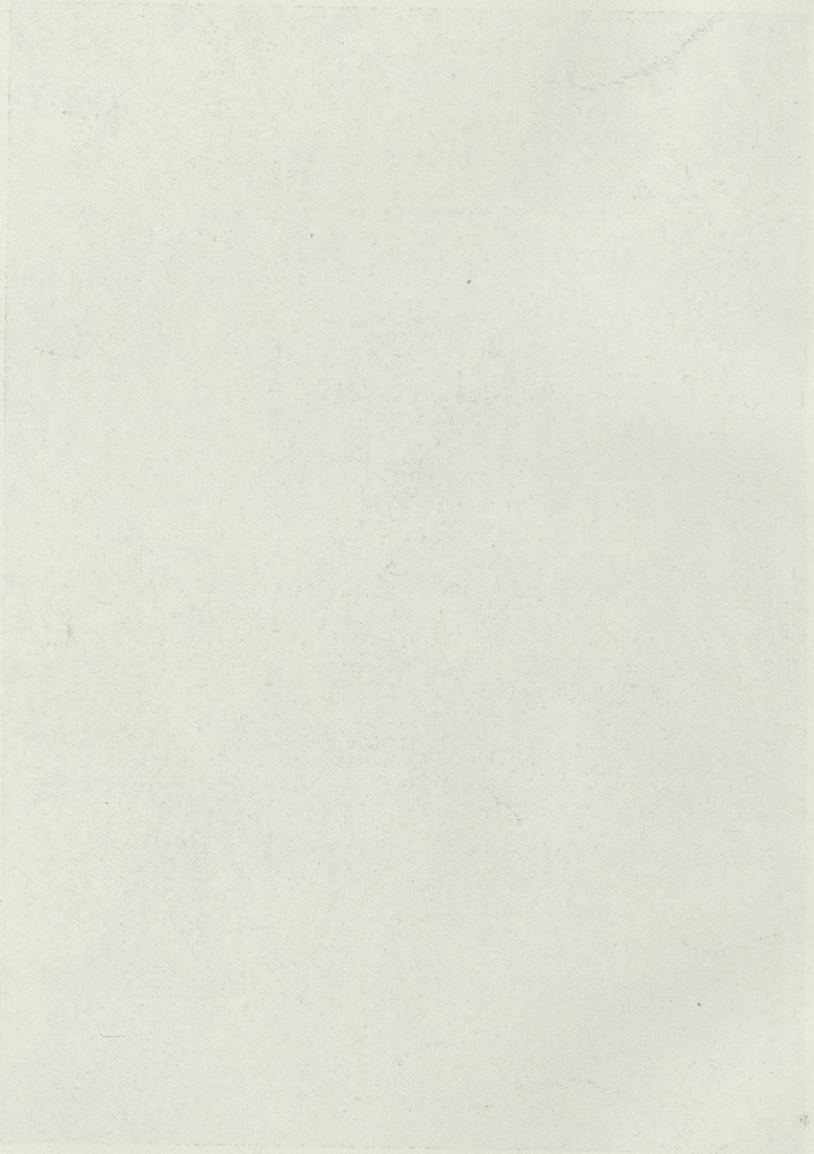
n° 8.

R. Kobendza et J. Motyka.

R. Kobendza phot.

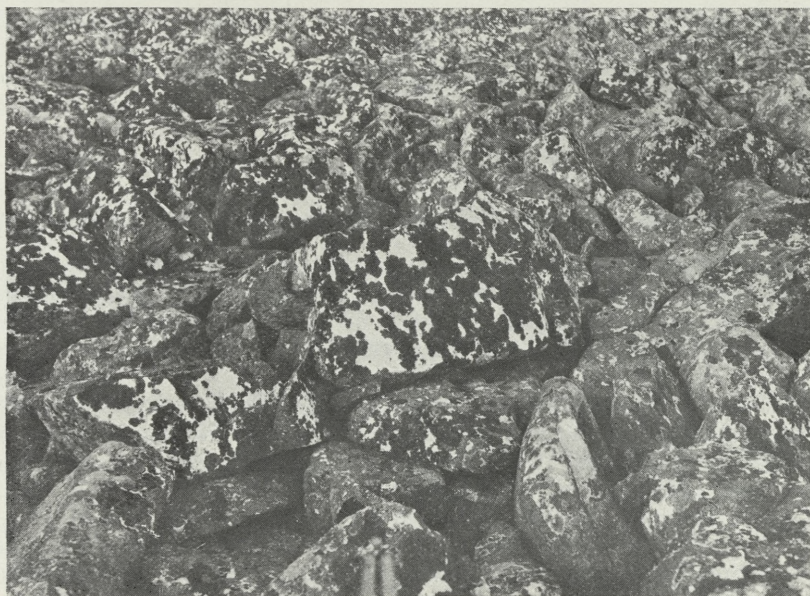








n° 10.



n° 11.

R. Kobendza et J. Motyka.

R. Kobendza phot.

Végétation des éboulis des Monts de S-te Croix 205

des Sciences de Varsovie. Sect. des Sc. mathématiques et naturelles. No. 28. 1919. — 4. Czarnocki J. Rezerwat w Górach Świętokrzyskich ze stanowiska potrzeb geologii. (La partie réservée du Massif de Sainte-Croix au point de vue géologique). — 5. Kobendza R. et Motyka J. Führer durch die »Goloborza«, Brockhalden des Łysogóry-Höhenzuges. (Guide à travers les éboulis de la chaîne des Łysogóry). 1928. — 6. Kobendza R. O wegetatywnem rozmnażaniu się świerka w Puszczy Białowieskiej. (La multiplication végétative de l'épicéa dans la Forêt de Białowieża). »Białowieża«. Fasc. 2. Wyd. Ministr. Rolnictwa i Dóbr państwowych. (Publication du Minist. de l'Agriculture et des Domaines de l'Etat). 1924. — 7. Lethan G. Beiträge zur Lichenflora von Ost- und Westpreussen. Festschr. des Preuss. Bot. Vereins. — 8. Lethan G. Beiträge zur Lichenographie von Thüringen. Hedwigia. 52. 1912. — 9. Łoziński W. Die periglaciale Facies der mechanischen Verwitterung. C. R. du XI-e Congrès International de Géologie. — 10. Puring N. J. Kratkij ocerk rastitelnosti Bodzentynskawo liesniczestwa Kieleckoj gub. 1899. (Courte esquisse de la verderie de Bodzentyn dans le gouvernement de Kielce 1899). — 11. Suza J. Nowy zostupce arktycké vegetace lišejnikové na Vysokych Tatrach. Čas. Mor. Musea Zemského Roč. XXI. v Brně 1923. — 12. Szenberg W. Izslidowanie jestiestwienno-istoriczeskich usłowij i tipow nasażdienij Bodzentynskawo liesniczestwa. Trudy po lesnomu opytnomu diełu w Rossii. T. XIV. 1908. (Recherches sur les conditions naturelles et historiques et sur les types de plantations dans la verderie de Bodzentyn. Tr. sur la question For. et Exp. en Russie). T. XIV. 1908. — 13. Tyszkiewicz S. Zręby kulisowe na północnych zboczach Łysicy. (Les coupes de second plan sur les versants nord de Łysica). Las Polski 1927. — 14. Wierdak S. Rozsiedlenie świerka, jodły i buka w Małopolsce. (La répartition de l'épicéa, du sapin et du hêtre en Petite-Pologne). Sylvan. Nr. 5. 1927. Lwów.

Explication des photographies sur les planches 28—33.

Phot. 1. Affleurements de quartzite à Zameczek (Agatka). On voit les couches descendre dans la direction nord. Le sommet est couvert d'une végétation cryptogame. Les arbres ont à lutter contre la pénurie du sol et contre les vents, de sorte que les arbres âgés finissent par dépérir et par se dessécher.

Phot. 2. Fragment de l'éboulis sur le Mont Łysa (Sainte-Croix). Les bandes de forêt coupent en travers la longue ligne des éboulis. Au fond, on aperçoit un éboulis dont l'inclinaison correspond à 40°. Dans les bandes de forêt, en dehors d'*Abies alba*, on voit *Picea excelsa*, de nombreux échantillons de *Sorbus aucuparia*, de *Rubus idaeus*, d'*Aspidium dilatatum*, d'*A. spinulosum*, de *Polypodium vulgare* et de *Calamagrostis arundinacea*.

Phot. 3. Fragment de l'éboulis sur la Łysica. Le bois de sapin contient en sous-bois, *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus*, puis *Aspidium spinulosum*, dont les échantillons sont assez espacés.

Phot. 4. L'éboulis sur la Łysa (Mont de S-te Croix). On voit entre les débris de roches, un îlot formé par *Vaccinium myrtillus*, ainsi que de petits échantillons de sorbier (*Sorbus aucuparia*).

Phot. 5. Fragment de l'éboulis sur la Łysa (Mont de S-te Croix). A la lisière d'une forêt de sapins, on aperçoit un épicéa à couronne étroite, représentant la variété *pendula*.

Phot. 6. Le bord de l'éboulis sur la Łysica. Entre les blocs, on aperçoit des agglomérations de mousses dans lesquelles croissent: *Aspidium spinulosum*, *A. dilatatum*, *Polypodium vulgare* et *Rubus idaeus*. Au premier plan, on voit *Sorbus aucuparia* dont les pousses et les racines sont tordues d'une façon bizarre, phénomène qui s'explique par les conditions difficiles qu'offre le terrain.

Phot. 7. Fragment de l'éboulis sur la Łysica. Au premier plan une couverture épaisse formée par les semis naturels de *Sorbus aucuparia*, de *Rubus idaeus*, d'*Aspidium spinulosum*, d'*As. dilatatum*, qui croissent dans de l'humus produit par les mousses.

Phot. 8. *Cladonietum* sur l'éboulis de Zameczek (Agatka). Il est composé par les espèces: *Cladonia rangiferina*, *Cl. silvatica*, *Cl. deformis*, *Cl. gracilis*.

Phot. 9. Paroi d'une forêt de sapins, voisine d'un éboulis. Au premier plan, on aperçoit des coussins de *Cladonietum*, puis à droite un épicéa en train de sécher. A proximité immédiate de la forêt, on voit de jeunes échantillons de sorbiers et d'épicéas ainsi que des îlots formés par *Vaccinium myrtillus*. (Phot. E. Massalski).

Phot. 10. Îlot de sapins dont les arbres ont été abattus. Zone médiane de l'éboulis à proximité de Wola Szczygłowa. On aperçoit sur la photographie les troncs des arbres abattus, ainsi que l'éboulis récemment dénudé. Les tapis de mousses, les jeunes arbres et les arbustes, ont été détruits par les travaux d'exploitation.

Phot. 11. Un autre éboulis sur la Łysa (Mont de Sainte-Croix).

Fragment composé de grands blocs de quartzite et de grès. Sur les parois rocheuses exposées à la lumière, on aperçoit les thalles noirs de *Parmelia stygia*, de *Parmelia incurva*, de *Gyrophora polyphyla* et de *G. hyperborea*. Sur les côtés moins fortement exposés à l'action de la lumière, on voit *Leccidea Kochiana*, *L. macrocarpa* et *Rhizocarpon geographicum*.

Table des matières.

Avant-propos	175
I-e. Partie. R. Kobendza. La végétation des éboulis de la chaîne Łysogóry (de S-te Croix)	176
1. Esquisse géomorphologique	176
2. Les caractères biologiques des arbres et des arbustes apparaissant dans les éboulis	183

Végétation des éboulis des Monts de S-te Croix 207

3. La flore des îlots, des bandes et des «langues» de forêt 188
4. Rôle de la végétation cryptogamique 189
5. Le cycle de succession de la végétation des éboulis . . . 191
6. Les plantes relativement rares dans les éboulis 195
II. Partie. J. Motyka. La flore des lichens sur les
éboulis des Monts de S-te Croix 196
Index bibliographique 204
Explication des photographies sur les planches 28—33. . 205

O tworzeniu się pędów i korzeni na izolowanych liściach dyni, ogórka i łubinu. — On the Formation and Development of Roots and Shoots on the Isolated Cotyledons of Cucurbita, Cucumis and Lupinus.

Mémoire

de Soeur **M. C. FUJA** de l'Ordre de St Félix,

présenté, dans la séance du 8 Avril 1929, par M. Wł. Szafer m. t.

(Planches 34—37).

Ever since the last part of the 19th century, considerable attention has been devoted to the study of the phenomena of regeneration on the isolated cotyledons of different plants.

Historical Sketch.

To review in short, we have Van Tieghem working with the cotyledons of: *Helianthus*, *Mirabilis*; Błociszewski (1) with *Pisum sativum* and *Lupinus luteus*; Zabel (16) with *Pisum* and *Borrago*; Küster (7) with same plants of the Gourd Family (*Cucurbitaceae*) and a number of other plants; Kanzler (5) with *Galium aparine*; Nakano (10) with *Vicia*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Soja* and *Ricinus*; Kowalewska (6) with *Phaseolus* and *Pisum*. The experiments were undertaken chiefly with the following point in view to study the formation of calluses, roots and shoots and their development on entire, as well as on portions of the cotyledons.

All the authors agree as to the ability of the isolated cotyledons to produce roots, but only Zabel, Küster and Kowalewska (6) speak of having also observed in their experiments the development of shoots. The nature of Kowalewska's regenerated shoots differed, however, from those of Zabel and Küster: the first received »Kallusrestitution«¹⁾ of the shoots, the latter »Adventivrestitution«.

¹⁾ The terminology followed is that introduced by Ungerer in his book »Die Regulationen der Pflanzen« 1926.

The purpose of the following experiments was to make a detailed study from the morphological point of view of the shoot regeneration occurring on the isolated cotyledons of *Cucurbita pepo*, *Cucumis sativus*, and *Lupinus*.

Method, Experiments Proper, and Discussion.

The cotyledons were removed from the embryo either before, or at various intervals after the germination of the seeds, — seeds previously soaked in water for 24—48 hrs., — then they were laid on moist blotters on plates, covered with bell cylinders and kept in a temperature, varying from 18°—22° C.

Results. The isolated cotyledons turned green after a few days and grew to about twice their original size. In about a week, calluses were being formed on the cut end, usually one on each of the several vascular strands, and after about 10 days roots began to emerge from the calluses. Some of the cotyledons developed only one large pad of callus, which produced one long and branched root and besides, 2—3 smaller ones. There were a few cotyledons, which produced no roots at all. This is quite a surprising fact, since the physical conditions were the same for all the cotyledons. Besides, many of the isolated cotyledons produced also shoots. These differed from each other with regard to the time of development, though the cotyledons were all taken from 1-day seedlings. Table I gives the results.

TABLE I.

Of the	30	isol.	cot.	used	1	began	to	develop	shoots	aft.	3	days
"	"	"	"	"	1	"	"	"	"	"	4	"
"	"	"	"	"	3	"	"	"	"	"	8	"
"	"	"	"	"	2	"	"	"	"	"	9	"
"	"	60	"	"	3	"	"	"	"	"	10	"
"	"	60	"	"	3	"	"	"	"	"	11	"
"	"	30	"	"	3	"	"	"	"	"	12	"
"	"	120	"	"	7	"	"	"	"	"	13	"
"	"	30	"	"	2	"	"	"	"	"	14	"
"	"	30	"	"	1	"	"	"	"	"	15	"
"	"	30	"	"	1	"	"	"	"	"	16	"
"	"	30	"	"	1	"	"	"	"	"	19	"

As far as it could be observed, the regeneration of shoots was to a certain extent dependent on the amount of food mate-

Formation of Roots on the Isolated Cotyledons 211

rials stored in the cotyledons. The following table serves as an illustration of that:

TABLE II.

Of the	240	cot.	removed	from	1-day	seedlings	12	developed	shoots
"	"	120	"	"	2	"	8	"	"
"	"	120	"	"	3	"	7	"	"
"	"	30	"	"	10	"	1	"	"

The regenerated shoots were produced at the end of the entire cotyledons, close to the cut surface, with a single exception, however, namely, shoots were produced by the calluses in two cases. Ungerer (13, p. 202) makes a special remark that as yet no one succeeded in obtaining the «callus-shoot-restitution» on the isolated cotyledons. In 1927, however, Kowalewska observed such a form on the detached cotyledons of *Pisum* and *Phaseolus*.

The manner of development of the regenerated shoots in general, differed but slightly from the development of the *Cucurbita* seedlings. The most striking deviation in that respect was observed on two of the cotyledons; on these in the very first stage of shoot-development there evolved 5–6 leaves simultaneously, whereas usually only one leaf is produced at first. These two specimens planted in the soil, produced after two months dwarfed plants, which lasted but two weeks; each of them developed 3 staminate flowers. (Pl. 34, Fig. 5).

The fact that such a great number of the isolated cotyledons produced shoots, led to the assumption that it must have been the development of the primordial axillary buds left on the cotyledons, while these were being detached from the embryo or from very young seedlings. It was but a mere supposition, however, on part of the writer that the seedlings of *Cucurbita* possess the cotyledon-axillary buds¹⁾.

It is true that Zabel (1882), Goebel and a few others observed the »Präventivrestitution« on *Phaseolus vulgaris* and *Phaseolus multiflorus* after the epicotyl was removed. But it was only after completing the experiments that the writer became acquaint-

¹⁾ Lubbock (9), Hitchcock (4), Velenovský (14), or Hickel (3) do not mention *Cucurbita pepo*, *Cucumis sat.*, *Lupinus*, or *Borrago* in the group of plants which possess the cot.-axillary buds.

ted with the work of Wagner (15), where for the first time she found any mention of the cotyledon-axillary buds on the *Cucurbitaceae* and *Lupinus*. Wagner observed on the seedlings of: *Beta*, *Cucurbita*, *Cucumis*, *Dianthus*, *Helianthus*, *Impatiens*, *Lactuca*, *Lupinus*, *Phaseolus*, *Ricinus*, and *Sinapis* that if the epicotyl be cut away, the cotyledon-axillary buds develop instead, giving rise to two normal plants.

Moreover, microscopic examinations of the longitudinal sections prepared by the writer from one-day seedlings of *Cucurbita* disclosed the axillary buds as existing in the axils of the cotyledons and partly extending on them (Pl. 35, Fig. 2). In older seedlings, the axillary buds two or more in the axil of each cotyledon are visible to the unaided eye on the fifth or sixth day after the epicotyl has been removed (Pl. 35, Fig. 1). With all probability *Cucurbita pepo* is the only representative of the Dicotyledones on which the serial buds were observed in the axils of the cotyledons so far. At least there is no record of a similar fact either in Velenovsky's »Vergleichende Morphologie der Pflanzen« Vol. II and Vol. IV, or in Walter Sandt's work »Zur Kenntnis der Beiknospen«.

The cotyledon-axillary buds having been definitely located, the experiments were repeated with over one hundred of the isolated cotyledons of *Cucurbita pepo*, great care being taken to not leave the buds. As a result, not one of the cotyledons produced shoots.

Consequently, since there was such a large number of shoot restitutions in the opening series of the experiments, and since the isolated cotyledons without the primordial buds developed no shoots whatever, it may be taken for granted that in all cases where such shoot restitution occurred, it was simply the development of the cotyledon-axillary buds. This class of restitutions according to Ungerer is known as the »Präventivrestitution«.

Other experiments with the isolated cotyledons of *Cucumis sativus* and *Borrago* gave similar results, i. e. whenever shoots were produced by the detached cotyledons, it was only the »Präventivrestitution«. Besides that, no other form of shoot-regeneration was observed.

Since the regenerated shoots observed by Zabel and Küster in their experiments with the isolated cotyledons of *Borrago* and

Formation of Roots on the Isolated Cotyledons 213

the *Cucurbitaceae* respectively were of the same morphological character as the regenerated shoots in the foregoing experiments, it may be concluded that in their case it must have been also the »Präventivrestitution« and not the »Adventivrestitution« as Ungerer has classified it. (Ungerer »Die Regulationen der Pflanzen« p. 202).

Thus we see that so far only two kinds of shoot-restitutions were observed on the isolated cotyledons of different plants: the »Präventivrestitution« (Zabel, Küster, Miss Kowalewska, and the writer) and the »Kallusrestitution« (Miss Kowalewska and the writer).

Besides the experiments with the entire cotyledons, a few others were performed with the longitudinal and the farther transverse halves of the cotyledons of *Cucurbita* and *Lupinus*. The purpose of this second series was to prove, whether only that particular end of a detached cotyledon is able to develop roots to which the embryo adhered.

Experiments with over fifty of the transverse farther halves gave the following results: 1) all the halves formed small calluses on the fibrovascular bundles at the middle cut end; 2) after about two weeks the calluses produced roots.

The longitudinal halves, ninety in number, gave somewhat similar results, but only when placed in an upright position, i. e. in such a way that the middle cut ends served as bases. After about two weeks, calluses were being formed on the detached ends and on the middle cut surfaces of some of them; after 24—32 days these calluses on the middle cut surface of four of the halves produced roots (Pl. 34, Fig. 4; Pl. 35, Fig. 4, 5). The development of roots in these few particular cases may be referred to the influence of gravity, due to which more tissue sap has collected in the lower part of the longitudinal halves, inducing thus the development of roots, as it was observed and explained by Loeb (8) on the leaves of *Bryophyllum*.

Experiments with the longitudinal and the farther transverse halves of the cotyledons of *Lupinus albus* gave no positive results, tho the cotyledons were kept under observation for a period of two months.

Miss Kowalewska (6) too, observed in one case only a small root produced by the farther transverse half of the cotyledon of

Phaseolus. But she makes a remark that this might possibly be due to the action of »nekrohormones«, for she applied an extract of the embryos to the middle cut surface.

On the whole, cotyledons isolated from the embryo or from seedlings in their early stages of development produce longer and more vigorous roots than cotyledons isolated from older seedlings or than portions of the cotyledons. This is perfectly in accordance with the mass relation formulated by Loeb (8), which states that »the dry weight of shoots or roots regenerated by a leaf or stem is (under equal conditions and in equal time) in direct proportion to the mass of leaves or stems in which regeneration occurs«.

In the third series, the experiments were carried with the detached cotyledons of *Lupinus luteus* and *Lupinus albus*. Method as in the first series.

The only data relating to regeneration on the isolated cotyledons of *Lupinus* are to be found in Błociszewski's work (1).

The author observed in his experiments roots produced by the cotyledons in many instances, but not in a single case did he observe the development of shoots.

Observations of the writer with regard to the isolated cotyledons of *Lupinus luteus* add nothing new to the results obtained by Błociszewski. One point, however, may be brought forth concerning which there is no mention in the said author's work, and that is, that the cotyledons do not develop calluses, but the roots grow out directly from the fibrovascular bundle, being produced by the cambium.

Lupinus albus was examined from two sorts: one with compact cotyledon tissues, the other with spongy cotyledon tissues.

The isolated cotyledons of the first sort showed signs of shoot development after about 2 weeks. In three weeks thirty out of fifty developed shoots. After a closer examination this proved to be the »Präventivrestitution«. Regardless of the fact that all the cotyledons were detached from seedlings of the same age, the mass of shoots produced by the different cotyledons was very unequal. (Pl. 36). It may be, that the axillary buds were injured more or less, when the cotyledons were being cut away from the seedlings, for according to the mass relation of Loeb equal masses of cotyledons ought to produce under equal conditions of

illumination, temperature, etc., approximately equal masses of roots and shoots in equal time.

The isolated cotyledons of *Lupinus albus*, with the spongy cotyledon tissues were set up in two ways: some were left petiolate, others without the petioles.

The cotyledons without the petioles developed calluses after a few days, one on each of the cotyledons, but none of the calluses produced roots.

The petiolate cotyledons, thirty in number, formed small calluses at the cut end; after 20—25 days, the calluses on three of the cotyledons produced roots. Besides, one of the cotyledons after 11 days also produced shoots, which protruded from a callus formed on the cut surface. (Pl. 37, Fig. 1). (Kallusrestitution).

In the course of the foregoing experiments the writer had the opportunity to observe the development of the cotyledon axillary buds, when the epicotyl was cut away from the seedlings of *Lupinus albus*.

In general, the shoots that developed from the primordial axillary buds did not differ from the normal type. The leaves were as a rule digitately compound from the first, with lanceolata leaflets, varying in number from 4—9.

In few instances however, the writer observed simpler forms of leaves: one, an altogether single leaf (Pl. 37, Fig. 5) similar form was also observed in two cases on the isolated cotyledons of *Lupinus albus* from the sort with compact cotyledon tissues (Pl. 37, Fig. 3); two of the leaves being composed of two leaflets (Pl. 37, Fig. 4), and still another two of a leaf being composed of three leaflets.

As far as it could be traced in literature, the simplest form of the lupine leaf ever described, is one composed of three leaflets. (Velenovsky 14, Vol. II, p. 480).

Besides, the writer observed trycotily in three of the seeds of *Cucurbita pepo* (Pl. 37, Fig. 2), and polyembryony in one of the seeds (Pl. 37, Fig. 6). In the seeds of *Lupinus albus* there happened to be trycotily also, but in one case only.

In conclusion, the writer desires to express her indebtedness to Professor C. Rouppert Ph. D. for suggesting this investigation, and for advice and assistance during its progress; thanks are

also due to Mr. John Zabłocki Ph. D. Assistant Botanist to the Laboratorium Botanicum Janczewskianum for the phototographs, which illustrate the paper.

Laboratorium Botanicum Janczewskianum U. J. Kraków, Aleja Mickiewicza 21.

Summary.

1. *Cucurbita pepo*, *Cucumis sativus* and *Lupinus* possess dormant buds in the axils of the cotyledons; these, if left on the isolated cotyledons develop into shoots, or may even produce an entire plant.

2. The axillary cotyledon buds of *Cucurbita pepo* appear as collateral-serial buds.

3. The isolated cotyledons of *Cucurbita*, *Cucumis*, and *Lupinus*, if kept in a moist place, develop calluses on the nerves at the cut end; these calluses produce roots, and in some rare cases shoots.

4. The isolated cotyledons of one sort of *Lupinus albus* form no calluses, but develop roots directly from the cambium of the fibrovascular bundle at the cut end; cotyledons derived from another sort produce calluses and roots.

5. The longitudinal and the farther transverse halves of the cotyledons of *Cucurbita pepo* form calluses on the middle cut surface and produce roots.

6. Cotyledons isolated from the embryo or from very young seedlings produce longer and more virgorous roots, than cotyledons isolated from older seedlings, or than portions of the cotyledons.

Explanation of plate 34—37.

Plate 34.

Fig. 1. *Cucurbita* seedling that developed from the cotyledon axillary bud found on the detached cotyledon. (Note the contour of the first leaf).

Fig. 2. Two isolated cotyledons of *Cucurbita pepo*, detached from various seedlings at the same time and kept under similar physical conditions. One of them formed a callus and produced a shoot (Präventivrestitution), the other formed a callus and produced roots and a shoot.

Formation of Roots on the Isolated Cotyledons 217

Fig. 3: 1, 2, 4, 5 isolated cotyledons of *Cucurbita pepo*; 3 of *Cucumis sativus*. All, except nr. 2 samples of »Präventivrestitution« of shoots. On cotyledon nr. 2 a shoot produced by the callus. (»Kallusrestitution« of the shoots).

Fig. 4. Longitudinal half of the cotyledon of *Cucurbita pepo* with a root produced on the middle cut surface.

Fig. 5. Dwarfed plant of *Cucurbita pepo*, which developed from the cotyledon-axillary buds left on the isolated cotyledon.

Fig. 6. Cotyledons of *Cucurbita pepo*, detached from the embryo simultaneously and kept under similar conditions. Some formed only calluses at the cut end, others produced roots besides. The photograph was taken one month after the beginning of the experiment.

Plate 35.

Fig. 1. A portion of a cotyledon of *Cucurbita pepo* detached together with a strip of hypocotyl from a 2-week seedling. Note the two primordial buds in the axil of the cotyledon (Serialknospen).

Fig. 2. Longitudinal section thro a 1-day seedling, showing the primordial buds in the axils of the cotyledons.

Fig. 3. Cotyledon of *Cucurbita pepo* with shoots produced by the callus.

Fig. 4, 5. Longitudinal halves of cotyledons of *Cucurbita pepo* with the roots produced on the middle cut surface.

Plate 36.

Cotyledons of *Lupinus albus* detached from seedlings of the same age. Note the quantitative difference in shoot production (Präventivrestitution) on the respective cotyledons.

Plate 37.

Fig. 1. A portion of an isolated cotyledon of *Lupinus albus*, showing the shoots produced by a callus formed on the petiole.

Fig. 2. Trycotily observed in a seed of *Cucurbita pepo*.

Fig. 3. Shoots developed from the cotyledon-axillary bud on an isolated cotyledon of *Lupinus albus*. Note the single leaf.

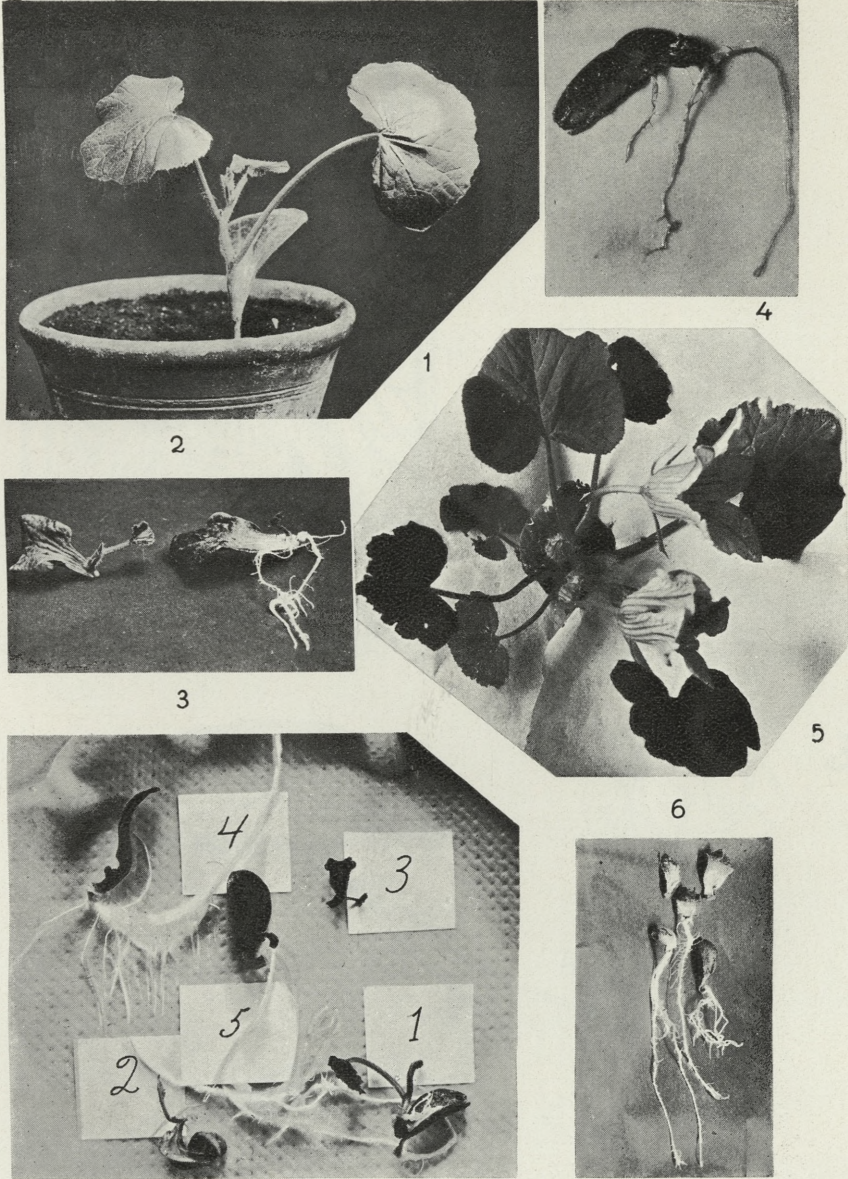
Fig. 4, 5. Shoots developed from the cotyledon-axillary buds on young seedlings of *Lupinus albus*, after the epicotyl was removed. Note the single leaf in fig. 5 and the leaf composed of two leaflets in fig. 4.

Fig. 6. Polyembryony in a seed of *Cucurbita pepo*. The same seedling, as seen from both sides.

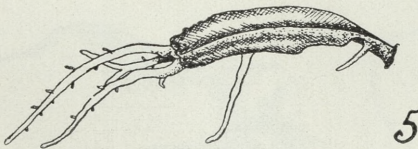
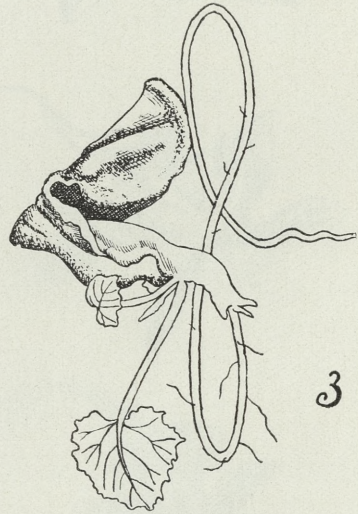
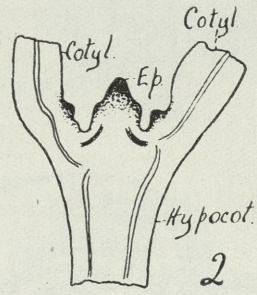
References.

1. Błociszewski T. — Physiologische Untersuchungen ueber d. Keimung u. weitere Entwicklung einzelnen Samentheile bedecktsam. Pflanzen. Landw. Jahrb. 1876. Bd. V. — 2. Goebel K. Eksperimentelle Morphologie

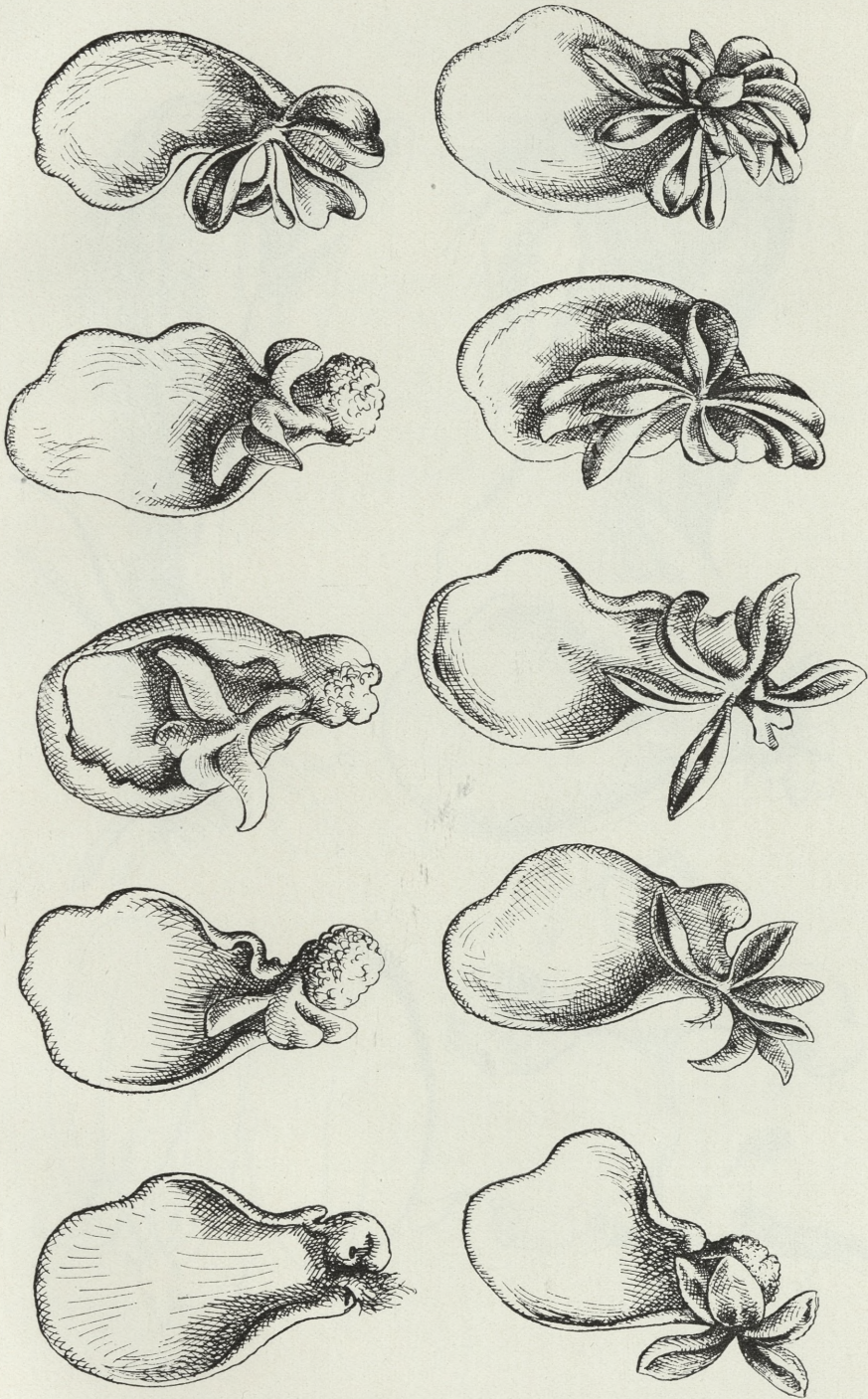
- d. Pflanzen. Leipzig, 1908. — 3. Hickel R. Graines et Plantules des Angiospermes. Versailles, 1914. — 4. Hitchcock A. S. Kansas Weeds. I Seedlings. Bul. Nr. 50. June, 1895. — 5. Kanzler L. Beiträge zur Physiologie der Keimung und der Keimlinge. Beihefte 2. Bot. Centralbl. XLI. Abt. I 1925. pp. 185-237. — 6. Kowalewska S. Über Sproßregenerate an isolierten Keimblättern von Bohnen und Erbsen. Extrait du Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Série B: Sciences Naturelles. Cracovie 1927. — 7. Küster E. Beobachtungen über Regenerationserscheinungen an Pflanzen. Beih. z. Botan. Centralbl. 14. 1903. — 8. Loeb J. Regeneration. New York. 1924. — 9. Lubbock J. Seedlings. Vol. I & II. London. 1892. — 10. Nakano H. Untersuchungen über Kallusbildung u. Wundheilung bei Keimpflanzen. I & II. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XLII. 1924. — 11. Pfeiffer H. Die pflanzlichen Trennungsgewebe. Hdb. d. Pflanzenanat. Bd. V. Berlin. 1928 — 12. Sandt W. Zur Kenntnis der Beiknospen. Bot. Abhandlungen. Heft 7. 1925. — 13. Ungerer E. Die Regulationen der Pflanzen. Berlin. 1926. — 14. Velenovský J. Vergleichende Morphologie der Pflanzen. Prag. Vol. II 1907; Vol. IV 1913. — 15. Wagner A. Entwicklungsänderungen an Keimpflanzen. Ein Beitrag zur experimentellen Morphologie und Pathologie. Denkschr. d. Akad. d. Wiss., Wien. Mathem. naturw. Kl. 94. 1918. — 16. Zabel N. Entwicklung der von der Achse abgetrennten Keimblätter. (Protocolle u. Ber. d. russ. Ges. d. Freunde d. Gartenbaus f. 1881) Moskwa 1882. (Russian.) (Ref. in Just, Botan. Jahresber. 10. 1882. Abt. 1. Berlin 1884).



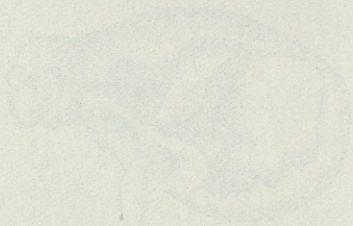
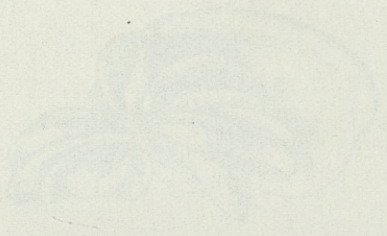
M. S. Fuja del.

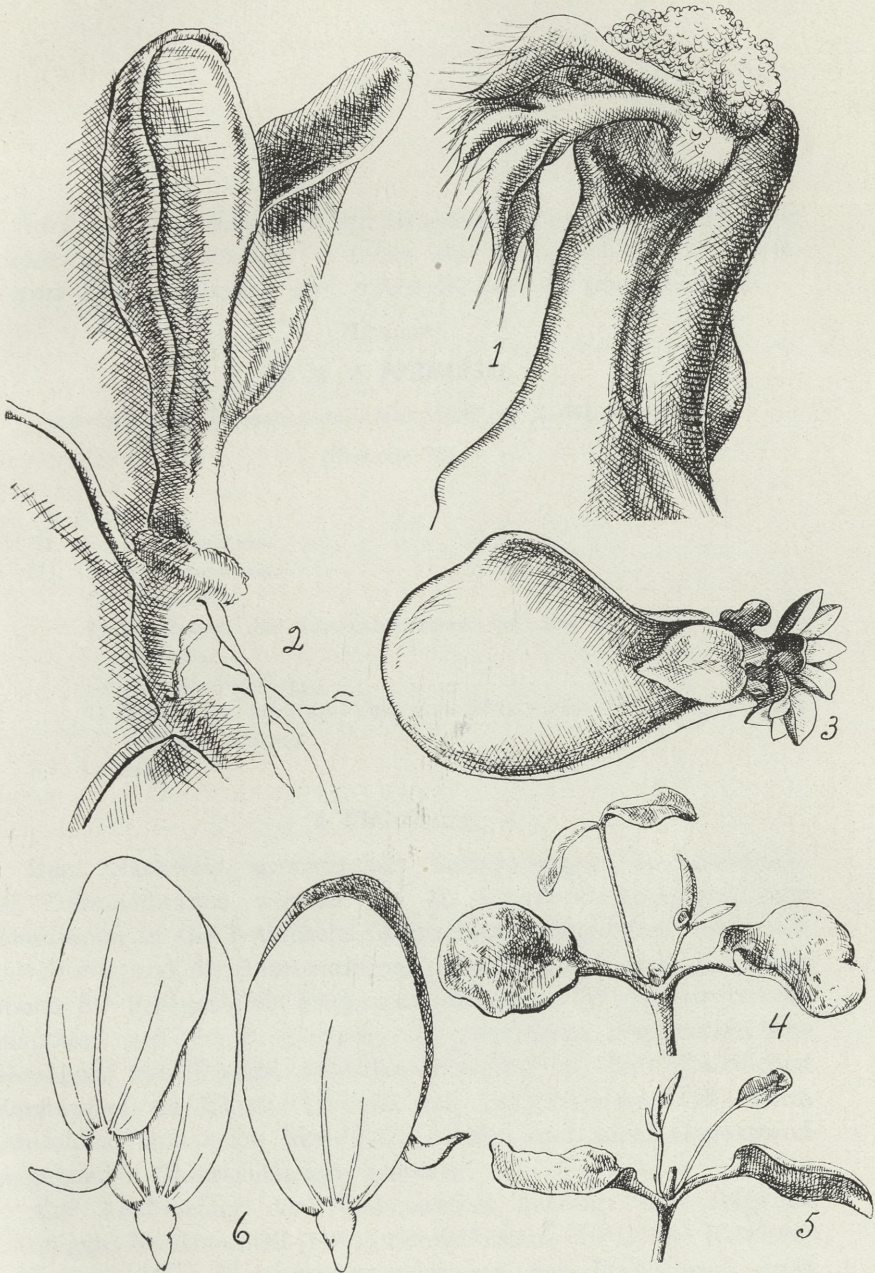


M. S. Fuja del.



M. S. Fuja del.





M. S. Fuja del.

O reakcji azotynowej i dwuazowej Raciborskiego błon komórkowych u roślin. — Über die Raciborskische Nitrit- und Diazoreaktion der pflanzlichen Zellmembranen.

Mémoire

de M. **F. POZNAŃSKI**,

présenté, dans la séance du 6 Mai 1929, par M. Wł. Szafer m. t.

(Planche 38).

- I. Einleitung.
- II. Die Diazoreaktion.
- III. Die Nitritreaktion.
 - 1) Allgemeines.
 - 2) Ergebnisse der Untersuchungen bei den einzelnen Pflanzengruppen.
 - 3) Zusammenstellung.
 - 4) Diskussion der Ergebnisse vom Standpunkt der systematischen Pflanzenanatomie.
- IV. Literatur.

I. Einleitung.

Zum Nachweis aromatischer Einlagerungen in unverholzten Zellmembranen wurden von M. Raciborski (10) 2 neue Reaktionen in die botanische Mikrochemie eingeführt, und zwar die Nitrit- und die Diazoreaktion. Raciborski hielt die Reaktionen für geeignet, die Frage nach der von J. Wiesner (21) behaupteten und von C. Correns (3) entschieden bestrittenen Anwesenheit von Plasma (»Dermatoplasma«) in den pflanzlichen Membranen zu klären. Obwohl von O. Tunmann (15) warm empfohlen, sind beide Reaktionen bisher noch nicht Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen.

Zur Ausführung der Nitritreaktion benötigt man folgende Lösungen: Natriumnitrit (10%), Schwefelsäure (10%) und Natriumkarbonat (15%). Die Schnitte passieren der Reihe nach diese

Lösungen (am besten in Uhrgläsern), wobei sie in der Säure längstens eine Minute verbleiben. Die in der Karbonatlösung auftretenden Färbungen werden in dieser oder auch in Wasser untersucht. Bei der Diazoreaktion kommen die Schnitte zunächst in Natriumkarbonatlösung, der dann einige Tropfen einer Diazolösung hinzugefügt werden. Nach dem Abspülen betrachtet man die Schnitte in der Karbonatlösung oder auch in Wasser. Obgleich die bei beiden Reaktionen auftretenden Farbstoffe in Alkohol unlöslich sind, lassen sie doch nicht die Anfertigung von Dauerpräparaten zu, da die Färbung schon beim Härten der Schnitte in konzentriertem Alkohol verblaßt.

Da mit Hilfe obiger Reaktionen die Anwesenheit bisher nicht beachteter Membransubstanzen nachgewiesen wird, schien eine genauere Untersuchung ihrer Verbreitung im Pflanzenreich erwünscht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollen im folgenden dargestellt werden.

II. Die Diazoreaktion.

Zur Diazoreaktion wurden von mir im allgemeinen Lösungen von p-Nitrobenzoldiazoniumsalzen z. B. p-Nitrobenzoldiazoniumchlorid (ihrer längeren Haltbarkeit wegen) benutzt; in wenigen Fällen verwendete ich vergleichsweise auch Diazobenzol. Die Art der Diazolösung hat keinen Einfluß auf den Charakter der Reaktion und ändert lediglich die auftretenden Farbtöne. Die Diazoreaktion wurde an 86 Arten (zu 59 Gattungen aus 34 Familien gehörig) studiert. Zur Untersuchung gelangten hauptsächlich Stengel- bzw. Astquerschnitte, seltener Blätter oder Wurzeln. Die auftretenden Färbungen sind die gleichen bei Verwendung von frischem wie von in Alkohol gelagertem Material. Es wurden folgende Farben in verschiedenen Abstufungen beobachtet: gelbbraun, orangebraun, braun, rotbraun bis fast schwarz. Es reagierten immer verholzte Membranen, und zwar:

hellrotbraun bei Nadel- und Laubbäumen wie *Picea*, *Pinus*, *Juniperus*, *Populus*, *Betula*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Quercus*, *Acer* u. s. w.;

dunkelbraun bei sämtlichen untersuchten Glumifloren, Comelinaceen und Juncaceen (*Zea*, *Saccharum*, *Carex*, *Eriophorum*, *Avena*, *Phalaris*, *Hordeum*, *Dactylis*, *Panicum*, *Oplismenus*, *Triticum*, *Bambusa*, *Tradescantia*, *Luzula*, *Juncus*); weiter bei *Reseda*, *Melilotus*, *Phaseolus* und *Malva*.

rotbraun bei *Potamogeton*, *Helleborus*, *Linum*, *Lycopersicum*, *Solanum*, *Helianthus*.

Wir sehen also, daß die Verteilung der Farbtöne keine Regelmäßigkeit aufweist und keine Beziehungen zur natürlichen Verwandtschaft erkennen läßt.

Es reagierten weiter verkorkte Membranen: Kork, Kutikula, Exodermis, Suberinlamellen der Endodermiszellen (Sekundärstadium).

Bei der Mehrzahl der untersuchten Pflanzen reagierten auch typische Zellulosemembranen, bei welchen auf keine Weise Verholzung oder Verkorkung nachzuweisen war.

Die Diazoreaktion ist daher als besondere Holzstoffreaktion, als welche sie Ungar (16) und van Wisselingh (22) angeben, nicht geeignet.

Hervorzuheben wäre die Diazoreaktion bei *Sphagnum*, wo sowohl sämtliche Membranen des Stengels wie auch diejenigen der Blätter rotbraun reagieren: — ein neuer Beleg für die Phenolnatur des Sphagnols, das sich mit Millons Reagens kirschrot färbt.

Die Diazoreaktion liefert auch bei Ausführung zahlreicherer Untersuchungen keine Ergebnisse, die ihr eine beachtenswerte Stellung in der botanischen Mikrochemie sichern könnten. Sie darf weder als Holzstoff-, noch als Korkstoff- (Suberin-) Reaktion betrachtet werden, da sehr häufig auch reine Zellulosemembranen eine positive Reaktion aufweisen. Auch zur Lösung der Frage eventl. Plasma-Anwesenheit in wachsenden Membranen erscheint die Reaktion nicht geeignet, da nicht nur mit Eiweißkörpern, sondern auch mit einer großen Zahl anderer Substanzen eine positive Reaktion erzielt werden kann. Zudem ist, vom Standpunkt der Untersuchungstechnik betrachtet, die Herstellung und Aufbewahrung der Diazolösungen umständlich, so daß ihre Anwendung sehr beschränkt erscheint; ferner gestaltet ihre leichte Zersetzbarkeit die Verwendung dieser Lösungen nur bei niedriger Temperatur. Die erhaltenen Ergebnisse lassen die Untersuchung weiteren Materials als entbehrlich erscheinen.

III. Die Nitritreaktion.

Die Nitritreaktion ist weit vorteilhafter und leichter und schneller durchführbar als die Diazoreaktion. Mit derselben wurde noch umfangreicheres Pflanzenmaterial, und zwar fast ausschließ-

lich frisches, untersucht. Ich verwendete in erster Linie Ast- und Stengelquerschnitte, seltener Blätter bzw. Wurzeln, doch wurde dabei festgestellt, daß Alkoholmaterial genau so reagiert wie frisches. Auch Querschnitte, welche bis zu 24 Stunden in Äther oder Chloroform gelegen hatten, zeigten unveränderte Reaktion; desgleichen in Wasser oder Glycerin bis zum Aufkochen erhitztes Material. Daraus ergibt sich, daß die reagierenden Substanzen durch obige Lösungsmittel weder entfernt noch beeinflußt werden. Dagegen genügt eine 1—2 Minuten dauernde Einwirkung von frisch bereitetem Eau de Javelle (Kaliumhypochloritlösung), um die Nitritreaktion nach dem Auswaschen nicht eintreten zu lassen, während die Phlorogluzin-Salzsäure-Reaktion bei gleicher Behandlung des Materials erst nach einer Stunde nicht zu erzielen ist (*Linum*).

Ich lasse hier die Zusammenstellung der Ergebnisse folgen und bemerke, daß nur solche Membranen angegeben sind, bei denen eine Reaktion mit Sicherheit beobachtet wurde.

Keine Reaktion wurde beobachtet bei einigen probeweise untersuchten Pilzen (*Peronospora parasitica*, *Cystopus candidus*, *Amanita verna*, *Amanita muscaria*, *Lactarius helvus*, *Hydnum imbricatum* und *Polystictus versicolor*); ebenso bei den Lebermoosen (*Fegatella conica*).

Erst von den Laubmoosen ab finden wir eine positive Reaktion.

Bei *Sphagnum spec. div.* reagieren alle Membranen hellgelb. Bei *Polytrichum commune* reagiert die »Rinde« orange, der »Zentralzylinder« gelb, die innersten Gewebeschichten hellbraun.

Bei den Farnen (*Pteridium aquilinum*, *Polypodium vulgare*) reagieren die meisten Membranen gelb, die Tracheiden dunkelgelb, die Endodermis hellbraun; dagegen bleiben die durch Phlobaphene braungefärbten Partien unverändert.

Bei den Schachtelhalmen (*Equisetum hiemale*, *E. arvense*, *E. palustre*, *E. limosum*) reagieren die Tracheiden und der Casparische Streifen der Endodermiszellen entweder dunkelgelb (*E. hiemale* und *E. limosum*) oder hellbraun (*E. arvense* und *E. palustre*). Außerdem färbt sich bei *E. hiemale* die Kutikula gelb.

Bei den Bärlappen (*Lycopodium selago* und *L. clavatum*) färben sich das Sklerenchym und die Tracheiden dunkelorange, die Grenzschicht von Rinde und Zentralzylinder orange, die Epidermis und verholzte Membranen gelb.

Bei den Koniferen (Astquerschnitte) reagieren die verholzten Membranen gelb (*Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *P. strobus*, *Juniperus communis*, *J. sabina*). Bei den Wurzeln von *Taxus baccata* färbt sich die Rhizodermis braun, die Φ -Zellen orange, die Endodermis hellbraun, die Tracheen und Tracheiden braun.

Bei den Gnetaceen (*Ephedra foliata*, *E. nebrodensis* (*Villarsii*), *E. helvetica*) reagieren: Kutikula braun, Siebteil rötlichbraun, Gefäßteil und verholztes Markparenchym hellbraun.

Die angeführten Beispiele lassen klar erkennen, daß die Nitritreaktion bei den einzelnen Klassen des Pflanzenreiches verschieden ausfällt, während die zu einer Klasse gehörenden Vertreter in den Hauptzügen die gleiche Reaktion zeigen.

Einer genaueren Untersuchung wurden in dieser Beziehung die Phanerogamen unterzogen.

Bei den Dikotyledonen lassen sich nach der Art der Reaktion folgende zwei Gruppen unterscheiden:

I) Es reagieren sämtliche Membranen ohne Ausnahme.

II) Es reagieren nur gewisse Membranen, und zwar nur verholzte und verkorkte.

I) Alle Membranen reagieren bei den untersuchten Vertretern folgender Familien:

Polygonaceae (*Polygonum patycladus*, *P. aviculare*, *Fagopyrum esculentum*).

Caryophyllaceae (*Herniaria glabra*, *Coronaria flos cuculi*, *Gypsophila fastigiata*, *Spergularia Morisonii*, *Scleranthus perennis*, *Dianthus Carthusianorum*, *D. superbus*).

Hypericaceae (*H. perforatum*, *H. quadrangulum*).

Vacciniaceae (*V. Myrtilus*, *V. Orycoccus*, *Andromeda polifolia*, *Arbutus uva ursi*, *Ledum palustre*).

Dabei färben sich die verholzten Membranen dunkelgelb, die Epidermis und der Siebteil hellbraun, die übrigen Zellwände entweder gelb (*Vaccinium*) oder hellbraun.

II) Eine gelbe Reaktion der verholzten Zellwände wurde bei folgenden Pflanzen beobachtet:

Populus alba	P. tremula	P. nigra
Populus pyramidalis	Betula verrucosa	B. pubescens
Corylus Avellana	Carpinus betulus	Fagus silvatica
Quercus robur	Qu. cerris	Viscum album
Thesium ebracteatum	Hepatica triloba	Helleborus niger

<i>Arabis arenosa</i>	<i>Dentaria bulbifera</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
<i>Capsella bursa past.</i>	<i>Teesdalea nudicaulis</i>	<i>Turritis glabra</i>
<i>Reseda lutea</i>	<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Phaseolus multiflorus</i>
<i>Malva alcea</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>A. pennsylvanicum</i>
<i>Acer campestre</i> 3-jäh- rige u. ältere Zweige.	<i>Limnanthemum nymph.</i>	<i>Primula officinalis</i>
<i>Armeria vulgaris</i>	<i>Valeriana officinalis</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	<i>Pulmonaria obscura</i>	<i>P. angustifolia</i>
<i>Solanum tuberosum</i>	<i>Centaurea Cyanus</i>	<i>Lycopersicum escul.</i>
<i>Atropa Belladonna</i>	<i>S. dulcamara</i>	<i>Melampyrum pratense</i>
<i>Alectorolophus minor</i>	<i>Linaria vulgaris</i>	<i>Galium verum</i>
	<i>A. maior</i>	<i>Chrysanthemum leuc.</i>

Bei den im folgenden aufgeführten Pflanzen wurde eine Reaktion der verkorkten (und kutinisierten) Membranen (neben den immer reagierenden, verholzten Membranen) festgestellt.

Im besonderen wurde notiert:

a) Die Reaktion der Kutikula (mehr oder weniger intensiv hellbraun) bei:

<i>Asarum europaeum</i>	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Nuphar luteum</i>
<i>Thalictrum flavum</i>	<i>Nasturtium silvestre</i>	<i>Melilotus albus</i>
<i>Linum usitatissimum</i>	<i>Polygala amarella</i>	<i>P. vulgaris</i>
<i>P. comosa</i>	<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	<i>Verbascum lychn.</i>
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Scorzonera hispanica</i>	<i>Sc. purpurea</i>
<i>Crepis tectorum</i>		

b) Die Reaktion der Suberinlamellen der Endodermiszellen (hellbraun) bei:

<i>Helleborus niger</i> (Wurzel)	<i>Crepis tectorum</i>	<i>Mercurialis annua</i>
<i>Mentha arvensis</i>	<i>Pulmonaria angustifolia</i>	<i>Mentha aquatica</i>
<i>Scutellaria hastifolia</i>	<i>M. piperita</i>	<i>Thymus serpyllum</i>
<i>Veronica Dillenii</i>	<i>Veronica verna</i>	<i>V. chamaedr.</i>
<i>C. persicifolia</i>	<i>Asperula odorata</i>	<i>Campanula rotundifolia</i>
<i>Pirola chlorantha</i>	<i>Phyteuma spicatum</i>	<i>Hieracium pilosella</i>
	<i>Bidens tripartitus</i>	

c) Die Reaktion der Korkmembranen, die infolge der natürlichen, braunen Färbung der meisten Korkwände nur selten und schwer mit Sicherheit festzustellen ist, bei der Knolle von *Corydalis cava* und der Rinde von *Acer*-Arten (bis zweijährige Äste).

d) Verzeichnet wurde ferner auch eine positive Reaktion der kutinisierten Schichten in den äußeren Epidermiswänden bei

Vinca minor und *V. maior*, und eine positive Reaktion des Caspari'schen Streifens, dessen mikrochemische Natur noch nicht aufgeklärt ist, der aber immer eine positive Ligninreaktion zeigt (*Gratiola officinalis* u. a.).

Das Hauptgewicht wurde auf die Untersuchung der Monokotyledonen gelegt, die ein bei weitem vielseitigeres und beachtenswerteres Bild der Nitritreaktion zeigen.

Es folgt eine Aufstellung der Untersuchungsergebnisse unter Einhaltung der systematischen Einteilung, wie sie Engler-Gilg(4) im »Syllabus« vertreten.

Pandanales.

Bei den Typhaceen (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *T. japonica*, *T. orientalis*) reagieren sämtliche Membranen, und zwar: Epidermis und Sklerenchym orange, Tracheen und Tracheiden dunkelgelb, alle anderen Membranen rot. Ähnlich reagieren die Sparganiaceen (*Sp. ramosum*), während bei den Pandanaceen (*P. furcatus*, *P. utilis*) nur die verholzten Membranen eine dunkelgelbe Reaktion geben. Dieses Verhalten zeigt also eine isolierte Stellung der Pandanaceen gegenüber den übrigen Familien der Reihe, welche auch bei der Antipodenvermehrung in Erscheinung tritt. Während nämlich bei den Pandanaceen die Antipoden sich bereits vor der Befruchtung lebhaft vermehren [Campbell(2)], tritt diese Vermehrung, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, bei den Typhaceen [Schönebeck (12)] und Sparganiaceen [Schürhoff(13)] erst nach der Befruchtung auf.

Helobiae.

Es reagieren nur die verholzten Membranen, und zwar gelb bis hellbraun:

Potamogetonaceae (*P. crispus*).

Aponogetonaceae (*A. leptostachyus*, *A. distachyus*).

Alismataceae (*Al. Plantago*, *Sagittaria sagittifolia*, *S. platyphylla*).

Butomaceae (*B. umbellatus*, *Limnocharis flava*).

Hydrocharitaceae (*Limnobium Bisati*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Hydromystria stolonifera*, *Vallisneria spiralis*).

Eine Ausnahme bilden nur *Eloblea canadensis* und *E. densa*, die keine Reaktion aufweisen, bei denen allerdings auch keine Verholzung nachweisbar war.

Glumiflorae.

Alle untersuchten Gramineen-Arten reagieren in gleicher Weise: die nicht verholzten Membranen färben sich mehr oder weniger intensiv rot, dagegen verholzte gelb bis orange. Die rote Färbung tritt demnach besonders schön und intensiv in den Blättern auf, dagegen in den Stengeln mehr orangerot (infolge des Vorwiegens verholzter Membranen).

Es wurden die Blätter folgender Arten untersucht:

<i>Elymus arenarius</i>	<i>Secale cereale</i>	<i>Koeleria glauca</i>
<i>Koeleria gracilis</i>	<i>Briza media</i>	<i>Melica nutans</i>
<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poa pratensis</i>
<i>Brachypodium silvaticum</i>	<i>Festuca heterophylla</i>	<i>Aira caespitosa</i>

Es wurden die Stengel folgender Arten untersucht:

<i>Zea Mays</i>	<i>Saccharum officinarum</i>	<i>Sorghum saccharatum</i>
<i>Panicum plicatum</i>	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Stipa capillata</i>	<i>St. pennata-joannis</i>
<i>Milium effusum</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Phleum boehmeri</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Calamagrostis epigeios</i>	<i>Agrostis spica venti</i>
<i>Avena elatior</i>	<i>A. planiculmis</i>	<i>A. sativa</i>
<i>Phragmites communis</i>	<i>Briza media</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Dactylis aschersoniana</i>	<i>Melica nutans</i>	<i>M. uniflora</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>P. annua</i>	<i>P. nemoralis</i>
<i>Festuca ovina</i>	<i>Bromus sterilis</i>	<i>Br. tectorum</i>
<i>Br. mollis</i>	<i>Br. inermis</i>	<i>Secale cereale</i>
<i>Triticum repens</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>H. murinum</i>
<i>Elymus arenarius</i>	<i>Bambusa stricta</i>	<i>B. vulgaris</i>
<i>Dendrocalamus strictus</i>	<i>Gigantochloa verticillata</i>	

In gleicher Weise wie die Gramineen reagieren die Cyperaceen

<i>Cyperus alternifolius</i>	<i>C. papyrus</i>	<i>Cladium mariscus</i>
<i>Scirpus paluster</i>	<i>Sc. silvaticus</i>	<i>Sc. maritimus</i>
<i>Sc. rufus</i>	<i>Sc. lacustris</i>	<i>Sc. gracilis</i>
<i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>E. polystachyum</i>	<i>Carex vulpina</i>
<i>C. panniculata</i>	<i>C. vesicaria</i>	<i>C. pseudocyperus</i>
<i>C. hirta</i>	<i>C. flava</i>	<i>C. fl. var. Oederi</i>
<i>C. silvatica</i>	<i>C. leporina</i>	<i>C. remota</i>
<i>C. Goodenoughii</i>	<i>C. digitata</i>	<i>C. panicea</i>
<i>C. stellulata</i>	<i>C. lasiocarpa</i>	<i>C. pallescens</i>
<i>C. muricata</i>		

Es gibt sich hier eine gleichförmige Reaktion der ganzen Reihe zu erkennen, die grundsätzlich von den Reaktionen der nächstbenachbarten Reihen (Helobiae und Principes) abweicht.

Principes.

Sämtliche untersuchten Vertreter der Palmen (es wurden Blätter bezw. Blattstiele untersucht) zeigen die gleiche Reaktion: obere Epidermis hellbraun, untere Epidermis gelb, Palisadenparenchym hellbraun, Schwammparenchym etwas heller, Sklerenchym sowie Gefäßteil gelb, Siebteil gelblich braun.

Phoenix Wilsoniana	Ph canariensis	Ph. dactylifera
Ph. silvestris	Phytelephas macrocarpa	Ph. microcarpa
Thrinax ferruginea	Thr. argentea	Attalea campta
Arenga saccharifera	A. Engleri	Livistonia australis
Wallichia caryotoides	Chambeyronia macro-	Acantophoenix Macar-
Archontophoenix Veit-	carpa	thunii
chii		

Synanthae.

Bei *Cyclanthus cristatus* reagieren die verholzten Membranen dunkelgelb, dagegen die Epidermisaußenwand hellbraun.

Spathiflorae.

In der Familie der Araceen reagieren immer verholzte Membranen, und zwar dunkelgelb:

Acorus Calamus	Calla palustris	Colocasia antiquorum
Monstera deliciosa	M. pertusa	M. Friedrichsthali
Philodendron Glaziovii	Ph. crassinervium	Ph. erubescens
Epipremnum nobile	E. crassinervium	Anubias nana
Schismatoglottis lanci-	Scindapsus hederaceus	Pistia stratoides
folia		

Außerdem reagiert noch die Kutikula hellbraun bei:

Colocasia antiquorum	Monstera pertusa	M. Friedrichsthali
Philodendron erubescens	Epipremnum nobile	E. crassinervium
Schismatoglottis lanci-		
folia		

Die braune Färbung der in der Nähe der Milchsaftzellen und Schläuche gelegenen Zellwände wird nicht durch Nitrit-

reaktion dieser Membranen, sondern durch Oxydation des austretenden Milchsaftes bewirkt.

Bei den Lemnaceen (*Lemna minor*, *Wolffia arrhiza*) konnte keine Reaktion beobachtet werden; auch eine Verholzung wurde nicht festgestellt.

Es zeigt sich also eine deutliche Gegenüberstellung der Principes im Vergleich mit den Reihen Synanthae und Spathiflorae. Bei den ersteren reagieren sämtliche Membranen, bei den letzteren nur verholzte und kutinisierte.

Das Fehlen jeglicher Reaktion bei den morphologisch stark reduzierten Lemnaceen ist auf die Abwesenheit verholzter Membranen zurückzuführen.

Farinosae.

Restionaceae (*Restio tectorum*). Es reagiert: Epidermis dunkelgelb, Rindenparenchym und Sklerenchym orange, Tracheen und Tracheiden braun, Siebteil und Holzparenchym hellorange, Markparenchym rot.

Mayacaceae (*Mayaca Vandellii*). Alle Zellwände färben sich rosa; am intensivsten reagieren die Gefäßbündel (sowohl Gefäß wie Siebteil).

Alle untersuchten Bromeliaceen (Blätter) zeigen eine rote Reaktion des Parenchyms und des Siebteiles. Die übrigen Membranen weisen teilweise Unterschiede in der Farbtönung auf. Gleichförmig reagieren:

Nidularium Paxianum	N. coreaceum	Vriesea Saundersii
Achmea mexicana	Quesnelia Scinnerii	Portea Kermesina
Cryptanthus bivittatus	Cr. undullatus	Areghelia princeps

und zwar färbt sich die Epidermis und das Parenchym orange-rot, das Sklerenchym rot, der Siebteil und das Holzparenchym rot, die Tracheen und Tracheiden dunkelgelb. Außerdem färben sich dunkelrot eine, bzw. zwei den Gefäßbündeln unmittelbar anliegende Zellreihen der Bündelscheide.

Eine von dieser abweichende Reaktion zeigen:

Bilbergia amoena	B. nutans	B. rosea
------------------	-----------	----------

Bei diesen reagiert: die Epidermis und das Parenchym orange, die Gefäßbündelscheide etwas heller, die Gefäßbündel selbst rot.

Guzmania longulata zeigt eine besonders intensive Reaktion des Siebteiles (blutrot) und der Gefäßbündelscheide (rotbraun).

Bei *Tillandsia fasciculata* färben sich die Gefäßbündel rot, alle anderen Membranen schwach rot.

Bei *Pitcairnia echinata* reagiert die Epidermis orange, die Gefäßbündel lebhaft rot, alle anderen Membranen schwach rot.

Die Commelinaceen zeigen ebenfalls in den einzelnen Farbtönen verschiedene Modifikationen der Reaktion im Bereiche der Familie. Es reagieren sämtliche Membranen, und zwar bei *Tradescantia albiflora*, *T. fluminensis*, *T. zebrina*, *T. virginica*, *T. naviicularis* die Epidermis, das Parenchym und der Siebteil rötlich, das Sklerenchym rotbraun, die Tracheen und Tracheiden gelb.

Bei *Commelina benghalense*, *Spironema fragans* und *Rhoeo discolor* reagieren alle Membranen orangerot, bei *Callisia umbellulata* alle Membranen schwachrot.

Bei den Pontederiaceen (*Heteranthera reniformis*, *H. zosterifolia*, *Eichhornia azurea*) reagieren alle Membranen rosa, am lebhaftesten die des Siebteiles; außerdem bei *Heteranthera zosterifolia* die Außenwand der Epidermis intensiv rot; bei *Eichhornia* reagieren am stärksten die Gefäßbündelelemente.

Bei den Philydraceen (*Ph. lanuginosum*) reagiert: Epidermis, Sklerenchym und Parenchym orange, Siebteil und Holzparenchym rosa, Tracheen und Tracheiden gelb.

In der Reihe Farinosae verzeichnen wir also eine positive Reaktion sämtlicher Membranen, wenn auch das Bild der Reaktion bei den einzelnen Familien und auch innerhalb derselben (z. B. in den Familien Bromeliaceae und Commelinaceae) sehr wechselt. Indes weisen die Arten einer Gattung immer die gleiche Reaktion auf.

Liliiflorae.

Alle untersuchten Juncaceen zeigen eine gleichförmige Reaktion: Epidermis, Rinden- und Markparenchym sowie Siebteil rot, Sklerenchym orange, Tracheen und Tracheiden dunkelgelb.

Juncus effusus

J. bufonius

J. zebrina

Luzula pilosa

L. campestris

L. multiflora

Prionium serratum

Bei den im folgenden aufgeführten Liliifloren reagieren die verholzten Membranen (gelb) und die Kutikula (hellbraun).

Liliaceae:

Anthericum ramosum	Asparagus Sprengeri	Ophiopogon japonicus
Chlorophytum Capense	Chl. nepalense	Aspidistra elatior
Yucca gloriosa	Smilax aspera	Sm. asp. var. genuina
	Sm. bona nox subspec. polyodonta var. Alpini und var. senticosa.	

Amaryllidaceae: *Hymenocallis Moritziana*, *Haemanthus cinnabarinus*, *Agave striata*, *Eucharis grandiflora*.

Taccaceae: *Tacca macrantha*.

Dioscoraceae: *Dioscorea macroura*.

Iridaceae: *Sisyrinchium angustifolium*.

Die Reaktion der Kutikula wurde nicht beobachtet bei:

Paris quadrifolia	Majanthemum bifolium	Convallaria majalis
Polygonatum officinale	Pol. multiflorum	Sansevieria sulcata
Dracaena marginata	Leucoium vernum	Vellozia elegans
Iris germanica		

Das Bild der Nitritreaktion bei den Juncaceen weicht also von der Reaktion sämtlicher übrigen Liliifloren grundsätzlich ab.

Scitamineae.

Bei den Musaceen reagieren sämtliche Membranen: Epidermis und Hypodermis hellbraun, Parenchym (Chlorenchym) und Siebteil rötlich, Sklerenchym orange, Tracheen und Tracheiden dunkelgelb.

Musa Ensete	M. paradisiaca	Strelitzia augusta
Heliconis humilis	H. psittacorum	Ravenula madagascariensis.

Bei den Zingiberaceen reagieren auch alle Zellwände, doch zeigen sich Unterschiede in der Intensität der Farbtöne: die Epidermis reagiert bald hell-, bald dunkelorange, das Parenchym dunkelorange, der Siebteil rot bzw. rosa, der Gefäßteil mehr oder weniger intensiv gelb. Die Gefäßbündelscheide verhält sich verschieden, und zwar: dunkelrot an der Seite des Phloems und dunkelorange an der Seite des Xylems.

Hedychium	Gardneria-	Globba strobilifera	Costus Malarteanus
num		Kaempferia Gilberti	Elettaria speciosa
Alpinia speciosa		A. Roxburghiana	

Bei den Cannaceen (*Canna flaccida*) reagieren ebenfalls alle Membranen: Epidermis und Hypodermis intensiv orange, Parenchym orange, Sklerenchym orangerot, Siebteil und Holzparenchym rot, Tracheen und Tracheiden hellbraun. Bei den Marantaceen zeigen folgende Gewebe die gleiche Reaktion: Epidermis und Parenchym rosa, Gefäßteil dunkelgelb. Das Sklerenchym reagiert aber dunkelorange mit Ausnahme der Calatheen (dunkelrot). Die Gefäßbündelscheide reagiert in ihrem das Phloem einschließenden Teile dunkelorange, während der das Xylem umgebende Teil ziegelrot reagiert: *Maranta leuconeura*, *Calathea Liethii*, *C. Warszewiczii*, *C. argyrea*. Es kommen auch Fälle vor, wo die Gefäßbündelscheide gleichmäßig reagiert, und zwar: dunkelorange bei *Maranta insignis*, *M. leuconeura* var. *Massangeana*, dunkelrot bei *Maranta Makoyana*, *Stromanthe Portigna* und *Stachyphrynium Jagorianum*.

Microspermae.

Die untersuchten Vertreter der Orchideen (*Cephalanthera rubra*, *Orchisa maculata*, *Neottia nidus avis*, *Listera ovata*) zeigen nur eine gelbe Reaktion der verholzten Membranen.

Die Zusammenstellung der Resultate ergibt folgendes. Die Nitritreaktion färbt:

1) Immer verholzte Membranen: bei den wenigen nicht reagierenden Pflanzenarten wie *Elodea*, *Lemna* und *Wolffia* wurde das Fehlen verholzter Membranen durch die Phlorogluzinreaktion bestätigt.

2) Außerdem verkorkte (bezw. kutinisierte) Membranen: Suberinlamellen des Korkgewebes, der Endodermis sowie die Kutikula.

Das Nitritreagens unterscheidet sich von den übrigen Korkstoffreagenzien dadurch, daß es die Reservefette nicht färbt. Es geben nämlich keine Reaktion die Öltropfen im Endosperm von *Ricinus communis*, *Juglans regia*, *Corylus Avellana*, *Amygdalus communis* und *Bertholetia excelsa*, die sich mit Sudan III und anderen Fettreagenzien färben lassen.

3) Es reagieren häufig Zellmembranen, welche weder verholzt noch verkorkt sind und eine typische Zellulosereaktion zeigen. Die Zellulosemembranen erscheinen bei den Dikotyledonen und den Palmen hellbraun, bei den Monokotyledonen mit roten Farbtönen.

Diskussion. Die in größerer Zahl untersuchten Monokotyledonen zeigen, daß die Nitritreaktion ein charakteristisches Merkmal für bestimmte systematische Einheiten, wie Familien und Reihen, bildet. Obwohl sich die Untersuchungen auf 142 Gattungen aus 32 Familien der Monokotyledonen beschränken, glaube ich doch annehmen zu dürfen, daß die Reaktion innerhalb einer Familie grundsätzlich immer das gleiche Bild zeigen wird, da bei den durchgeführten Untersuchungen keine Ausnahme im Auftreten oder im Fehlen der Reaktion bei den Vertretern einer Familie beobachtet wurde.

Es liegt also eine neue mikrochemische Reaktion vor, die als ein Organisationsmerkmal bestimmter Familien und Reihen bezeichnet werden kann.

Mikrochemische Eigenschaften sind verschiedentlich als Merkmale für die natürliche Verwandtschaft verwertet worden und haben zu einer Revision und Neuordnung der bisher meist auf morphologischer Grundlage aufgestellten Einteilungen geführt. Es sei nur auf die neuesten Untersuchungen von Gilg-Heinemann (5) und Heppeler (7) hingewiesen, welche auf Grund des Emodinvorkommens die Gattungen *Cassia* bezw. *Rhamnus* neu gegliedert haben.

Auch der Königsberger Stammbaum ist doch auf Grund der Untersuchungen der chemischen Verwandtschaft der Eiweißarten aufgestellt worden. Es liegt also nahe, die Ergebnisse der Nitritreaktion mit den bekanntesten Systemen, insb. mit dem Königsberger Stammbaum zu vergleichen. Die Nitritreaktion ist geeignet, gewisse chemische Merkmale im Bau der Zellwände festzustellen, welche für größere, systematische Einheiten charakteristisch sind. Es findet sich eine einheitliche Reaktion bei allen Vertretern einer Familie; Abweichungen innerhalb derselben Familie sind immer unwesentlich und beschränken sich auf Unterschiede in den Farbtönen. Was die höheren, systematischen Kategorien, wie Reihen anbelangt, so reagieren gleichartig alle Familien der Scitamineen und Glumifloren. Dasselbe ist bei den Farinosen der Fall, wenn wir die Aufstellung von Engler-Gilg (4) zugrunde legen. In anderen Systemen werden einige von Engler-Gilg zu den Farinosen gerechneten Familien zu den Liliifloren gezählt, so die Pontederiaceen, Phylodraceen und Bromeliaceen von

Wettstein (20), die Pontederiaceen und Bromeliaceen von Velenovsky (17), die Pontederiaceen von Mez und seinen Mitarbeitern (l. u. 9), was den Ergebnissen der Nitritreaktion nicht entsprechen würde.

Die Juncaceen, die Engler und die meisten anderen Systematiker zu den Liliifloren stellen, zeigen sich durch die Art der Nitritreaktion grundsätzlich von allen anderen untersuchten Familien dieser Reihe unterschieden. Während nämlich bei der Mehrzahl der Liliifloren nur unverholzte und kutinisierte Membranen reagieren, zeigen die Juncaceen stets eine Reaktion sämtlicher Zellwände mit mehr oder weniger intensiv roten Farbtönen. Dieses Ergebnis der Nitritreaktion nähert sie also den Glumifloren und läßt die Einordnung der Juncaceen zu den Liliifloren zweifelhaft erscheinen, um so mehr, als die Juncaceen auch in anatomischer und morphologischer Hinsicht eine Sonderstellung innerhalb der Liliifloren einnehmen. So besitzen die Juncaceen ein mehliges Nährgewebe, während die übrigen Liliifloren meist mit Fett und Eiweißsubstanzen ausgestattet sind. Nur die Zahl der Blütenglieder bestimmt die Zugehörigkeit zu den Liliifloren; dagegen nähert sie die Art der Blütenhülle wieder den Glumifloren. Einige Forscher haben auch die Juncaceen zu den Glumifloren gerechnet, so Warming (19) und Hallier (6), der sie mit den Cyperaceen zur Reihe der Cyperales zusammenstellt. Auch die Forscher, welche die Juncaceen den Liliifloren anreihen, betonen die Ähnlichkeit der Juncaceen mit den Glumifloren und betrachten sie als das Bindeglied beider Reihen [Lotsy (8), Rendle (11)].

Bei den Pandanales ist ebenfalls eine Abweichung innerhalb einer Reihe zu erkennen. Hier zeichnen sich die Pandanaceen nur durch eine Reaktion der verholzten Membranen aus, während bei den Typhaceen und Sparganiaceen sämtliche Zellwände reagieren (und zwar die unverholzten mit roter Farbe). Dieses Ergebnis der Nitritreaktion stimmt mit der Ansicht von Campbell (2) überein, welcher auf Grund anatomischer Untersuchungen die Sparganiaceen den Glumifloren nahestellte. Eine Antipodenvermehrung nach der Befruchtung zeigen nämlich nicht nur die Sparganiaceen und nach neueren Untersuchungen [Schoenebeck (12)], die Typhaceen, sondern auch die Gramineen. Auch Solms (14) sowie Warburg (17) halten

die näheren Verwandtschaftsbeziehungen aller drei Familien für unsicher.

Wenn wir die bei den Monokotyledonen gewonnenen Ergebnisse der Nitritreaktion mit dem Königsberger Stammbaum vergleichen, so fällt auf, daß die Substanzen mit positiver Reaktion bei den Familien ausgebildet sind, welche als Endglieder des Monokotyledonenastes dargestellt werden. Eine Sonderstellung kommt nur den Typhaceen und Sparganiaceen zu, während die Einordnung der Pontederiaceen fraglich erscheint, da sie in anderen Systemen zu den Farinosen gerechnet werden.

Zum Schlusse möchte ich noch einige Ergebnisse bei den Dikotyledonen hervorheben. Es konnten einige Pflanzen verzeichnet werden, bei denen keine positive Reaktion eintrat. Es waren dies Pflanzen, bei denen infolge einer Rückbildung der inneren Organisation auch keine Spur von verholzten Wänden nachgewiesen werden konnte (*Elodea*, *Lemna*, *Wolffia*).

Andererseits wurde eine Reaktion sämtlicher Membranen beobachtet, und zwar bei vier systematisch weit auseinanderstehenden Familien: Polygonaceae, Caryophyllaceae, Hypericaceae und Vacciniaceae. Wahrscheinlich liegt hier ein Beispiel der chemischen Konvergenz vor, die sich in der Ausbildung bestimmter Substanzen in den verholzten Zellwänden zu erkennen gibt, da sich sonst keine gemeinsamen Merkmale bei den betreffenden Familien feststellen lassen.

Wenn auch die vorliegenden Untersuchungen die Hoffnungen Raciborski's nicht erfüllen, da sie keine Aufschlüsse über die Eiweißeinlagerungen in den Zellwänden zu geben vermögen, sondern nur die Verbreitung gewisser Membransubstanzen im Pflanzenreich festzustellen erlauben, so wird doch die Nitritreaktion in der systematischen Pflanzenanatomie nicht unbeachtet bleiben dürfen.

Die Arbeit wurde in dem Universitäts-Institut für Allgemeine Botanik in Poznań ausgeführt. Ein Teil der Monokotyledonen wurde dank der Liebenswürdigkeit des Direktors Herrn Prof. Dr. L. Diels im Botanischen Museum zu Berlin-Dahlem untersucht. Es sei mir gestattet, dem Leiter des Instituts, Herrn Prof. Dr. A. Wodziczko, für seine Anregung und freundliche

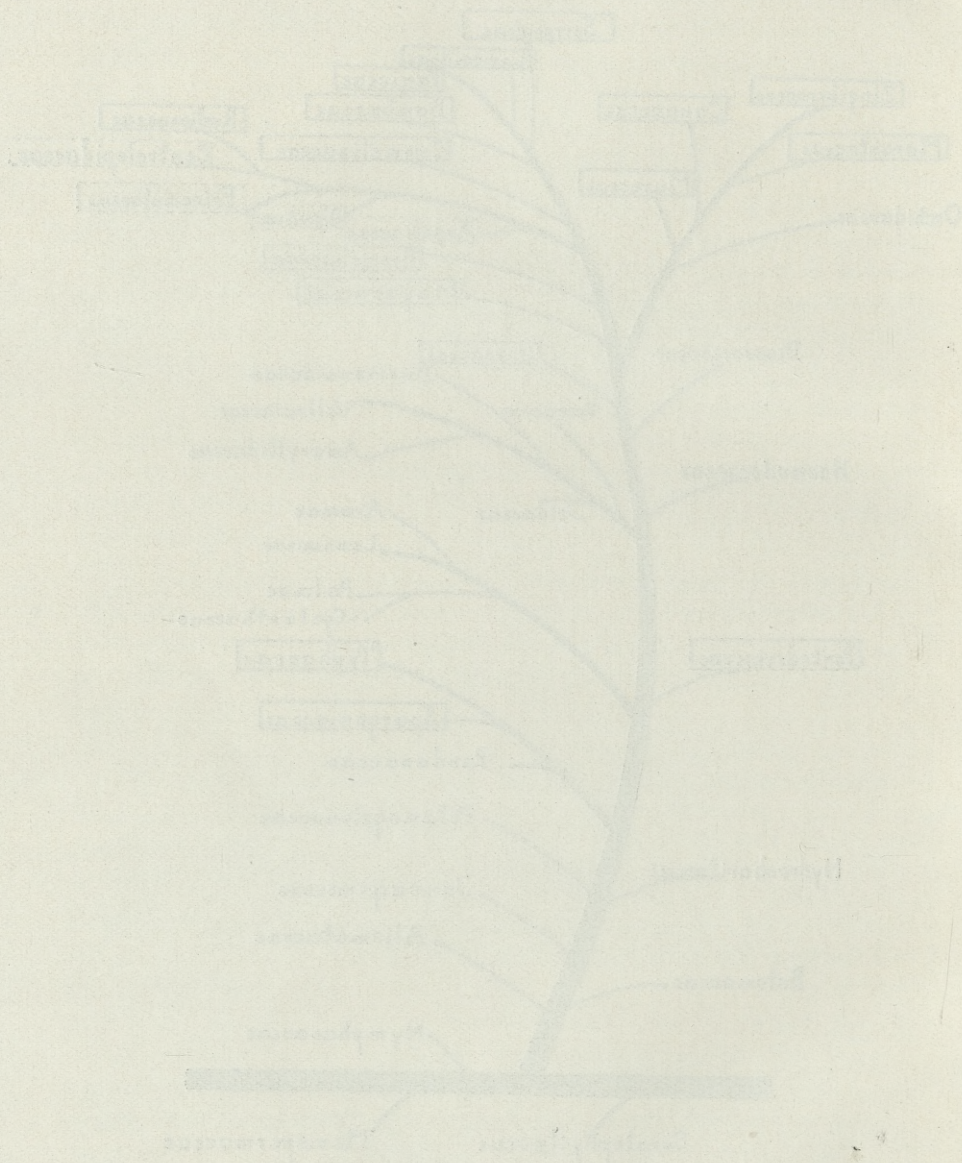
Förderung, sowie Herrn Prof. Dr. L. Diels für die gütigst erteilte Erlaubnis herzlichst zu danken.

IV. Literatur.

1. Ankerman Fr., Die Phylogenie der Monocotyledonen. Botan. Archiv. Königsberg 1927, Heft 1. — 2. Campbell D. H., Notes on the structure of the embryosac in *Sparganium* and *Lysichiton*, Bot. Gazette. Bd. 27, 1899. Referiert bei Schürhoff (13). — 3. Correns C., Über die vegetabilische Zellmembran. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXVI, 4. Berlin, 1894. — 4. Engler A.-Gilg E., Syllabus der Pflanzenfamilien, 11. Aufl. Berlin 1924. — 5. Gilg E.-Heinemann H., Die Beziehungen des Emodins zur Systematik der Gattung *Cassia*. Festschr. f. Alex. Tschirch, Leipzig 1926. S. 52. — 6. Hallier H., L'Origine et le Système Phylétique des Angiospermes exposé à l'Aide de leur Arbre Généalogique. Extr. d. Arch. Néerland. d. Sc. Ex. et Nat. Série III. Tome I. 1912. — 7. Heppeler Fr., Beiträge zur Systematik der Gattung *Rhamnus* mit besonderer Berücksichtigung des Emodinvorkommens. Arch. f. Pharm. Berlin, 1928, 3. — 8. Lotsy I. P. Vorträge über botanische Stammesgeschichte. III. Teil, Jena 1911. — 9. Mez C., Botanisches Archiv, Königsberg 1926. — 10. Raciborski M., Beiträge zur botanischen Mikrochemie. Extr. d. Bull. d. l'Acad. d. Sc. d. Cracovie 1906. — 11. Rendle A. D., The Classification of Flowering Plants. Vol. I. Cambridge 1904. — 12. Schönebeck B., Die Antipodenvermehrung der Typhaceen, Ber. d. bot. Ges. XLII. 1924. — 13. Schürhoff P. N., Die Antipodenvermehrung der Sparganiaceae, Ber. d. Bot. Ges. XXXVIII. 1920. — 14. Solms Graf H., in Engler-Prantl. Die natürl. Pflanzenfamilien, Leipzig 1888. II. Teil. 1. Abt. — 15. Tnnmann O., Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913. — 16. Ungar E., Beiträge zur Kenntnis der verholzten Faser. Dissert. Zürich 1914. — 17. Velenovsky J., Systematycká Botanika, Dil. III. V Praze 1925. — 18. Warburg O., in Engler, A. Das Pflanzenreich. IV, 9. — 19. Warming E., Handbuch der Systematischen Botanik. 2. Aufl., Berlin, 1902. — 20. Wettstein R. von, Handbuch der Systematischen Botanik. III. Aufl. Leipzig-Wien 1924. — 21. Wiesner J., Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. Sitzb. d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. XCIII, Wien 1886. — 22. Wisselingh C. van, Die Zellmembran, Berlin 1925.

Erläuterung der Tafel 38.

Der Monocotyledonen-zweig des Königsberger Stammbaums 1926. Die vollumrahmten Familien zeigen eine rote Nitritreaktion der Zellulosemembranen. Die mit gestrichelter Linie umrahmten Familien sind nicht untersucht worden.



O związkach fosforowych roślin. V. Rozpuszczalność związków fosforowych zarodków żyta. — Sur les composés phosphorés des plantes. V. La solubilité des composés phosphorés des embryons de seigle.

Mémoire

de M. **Z. KOEHLER** (†),

présenté dans la séance du 1 Juillet 1929, par M. F. Rogoziński m. c.

Les travaux de l'auteur ¹⁾, de M^{lle} Minkowska ²⁾ et de M^{lle} Lindenbaum ³⁾, publiés précédemment dans ce Bulletin, ont fourni la preuve qu'en lessivant des portions de farine d'embryons de maïs dent de cheval, de même que des portions de farine de graines entières de cette plante, de farine de grains d'orge ou d'avoine et en employant au lessivage de l'eau, des solutions de HCl ou d'acide acétique (dans certains cas exceptionnels on s'était servi de solutions très fortement diluées de NaOH), on observe un rapport très caractéristique entre la quantité de P₂O₅ soluble total et de P₂O₅ minéral d'une part et l'espèce, ainsi que la concentration du dissolvant employé, de l'autre. Des recherches sur la farine d'avoine ³⁾ nous apprirent de plus que la plus ou moins grande quantité de P₂O₅ phytique dans les extraits, dépend en premier lieu de ce que dans un milieu légèrement acide dont le pH correspond à environ 1.9, l'acide phytique se combine aux substances protéiques, pour donner un composé insoluble, qui ne se dissout ou ne se décompose que lorsqu'il est traité par une solution relativement concentrée (0.5—1%) d'acide chlorhydrique. Nous nous

¹⁾ Bul. de l'Ac. Pol. d. Sc. et d. Let., Cl. d. Sc. math. et nat. Série B, p. 707, 1926.

²⁾ Ibid., p. 1007.

³⁾ Ibid., p. 1041.

proposons d'étudier dans la présente étude la question de la solubilité des composés phosphorés des embryons de seigle. Nous avons cependant élargi le champ de nos recherches par le fait de nous être servis plus fréquemment de solutions d'hydrate de sodium de différentes concentrations.

La matière primitive que nous avons employée pour obtenir une préparation d'embryons, nous a été gracieusement offerte par le Dr. S. Waśniewski, Directeur de la Station Expérimentale d'Agriculture, que l'Université des Jagellons possède à Mydlniki ¹⁾. Elle se composait d'embryons intacts de seigle, fortement mêlés d'autres parcelles de grains. Les embryons furent soigneusement séchés à l'air, après quoi on les tria à l'aide de cribles dont les ouvertures avaient 1.25, 1.00 et 0.50 mm. de diamètre. Seule une petite partie des embryons très gros ne traversa pas le crible pourvu des plus grandes ouvertures et la plus grande partie de ceux-ci ne fût arrêtée que par le crible muni d'ouvertures de 1 mm. de diamètre; enfin, le reste passa également ce crible et fut seulement retenu par celui aux plus petites ouvertures. On ne se servit que d'embryons de dimensions moyennes, mesurant 1 à 1.25 mm., pour procéder aux opérations ultérieures, toutefois, même cette portion contenait de nombreuses impuretés, sous la forme de parcelles d'albumens. Comme nous ne disposions pas d'autres moyens d'écartier ces impuretés, nous triâmes les embryons avec les doigts ²⁾ et ce n'est que ce procédé qui nous permit d'en obtenir 100 gr., libres de toute substance étrangère.

Nous broyâmes ensuite dans un mortier 34 gr. d'embryons, après quoi la substance triturée fut pesée. Nous en prélevâmes une petite portion pour y doser le P_2O_5 global, tandis que le reste fut placé dans une étuve à vide, réglée à une température de 66 à 68° C. Une fois séché, le produit de la trituration était dégraissé dans un appareil de Soxhlet avec de l'éther anhydre. La graisse était pesée, le P_2O_5 qu'elle contenait, dosé, puis la farine restée dans le tube d'extraction, était broyée dans un mortier d'agate, pour être étendue en couche très mince à l'air et

¹⁾ Je saisis cette occasion pour remercier encore une fois le Dr. Waśniewski de sa grande complaisance.

²⁾ M^{lle} H. Sowińska, ingénieur, a bien voulu se charger de la plus grande partie de cette tâche. Qu'il me soit donc permis de la remercier bien sincèrement de ce service.

y être exposée pendant plus de 10 heures. Après avoir pesé la farine, on en prélevait une partie pour y doser le P_2O_5 global. Quelques jours plus tard, nous appliquâmes les mêmes procédés à l'autre portion d'embryons qui pesait 35 gr.

Les résultats des dosages du P_2O_5 , de même que les différents bilans de phosphore qui s'appuient sur ces données, ont été réunis dans le tableau I. Les données concernant la substance broyée, ont été calculées pour les embryons intacts, en tenant compte de la circonstance que pendant le broyage, ils avaient perdu il est vrai 0.4% de leur poids, probablement parce qu'ils s'étaient desséchés, mais presque tout le P_2O_5 était resté dans cette substance ¹⁾.

TABLEAU I.

	I			II		
	Taux du P_2O_5 %	P_2O_5 en mg. pour 34 gr. d'embryons	% de P_2O_5 par rapport au P_2O_5 des embryons	Taux du P_2O_5 %	P_2O_5 en mg. pour 35 gr. d'embryons	% de P_2O_5 par rapport au P_2O_5 des embryons
Embryons entiers	3.106	1056	100	3.115	1090	100
Graisse brute	—	8.7	0.82	—	8.8	0.81
Farine dégraissée	3.579	1042	98.67	3.621	1084	99.45
Quantité totale contenue dans la graisse brute et la farine dé- graissée	—	1050.7	99.49	—	1092.8	100.26

Il résulte des chiffres du tableau que les différentes opérations auxquelles étaient soumis les embryons, n'entraînaient pour ainsi dire aucune perte de matériel, que les embryons intacts contenaient 3.11% de P_2O_5 et que l'éther ne tirait que de très faibles quantités de ce composant de la substance broyée.

¹⁾ Le mortier dans lequel les embryons étaient triturés, a été soigneusement lavé avec de l'acide azotique concentré, toutefois on ne découvrit que des traces de P_2O_5 dans le HNO_3 .

La teneur en graisse brute, que nous avons négligé de donner dans le tableau I, s'élevait à 10·3 – 10·4% du poids des embryons.

Les deux portions de farine dégraissée que nous avons préparées en appliquant les procédés décrits ci-dessus, furent soigneusement mélangées, puis exposées durant deux jours à l'action de l'air. C'est précisément de cette préparation que nous nous sommes servis dans toutes nos recherches ultérieures; elle contenait en moyenne 6·60% d'eau, 7·41% de N et 3·548% de P_2O_5 .

La première série d'extraits tirés de la farine, a été préparée immédiatement après s'être procuré celle-ci; quant aux extraits de la seconde série, nous les avons préparés environ un an plus tard. En procédant au lessivage, nous avons employé de l'eau, puis des solutions de HCl et d'acide acétique différemment concentrées, dans la première série d'expériences, — tandis que dans la seconde nous avons appliqué également des solutions diluées de NaOH, sans toutefois avoir recours encore une fois à l'extraction au moyen d'acide acétique. Nous avons déterminé en nous servant de l'électrode quinhydrone, la concentration des ions d'hydrogène d'un certain nombre d'extraits et de liqueurs employées au lessivage dans la seconde série d'expériences. Dans l'une comme dans l'autre série, le rapport entre la quantité de substance lessivée et la quantité de dissolvant équivalait à 1 : 100 (100 cm³ de dissolvant pour 1 gr. de préparation), tandis que le temps durant lequel la substance était digérée s'élevait en général à 3 h, sauf dans les cas où nous indiquons une autre durée de la digestion. Nous avons, pour doser le P_2O_5 soluble total et le P_2O_5 minéral, appliqué la méthode que nous avons décrite dans les détails dans notre étude précédente¹⁾.

Nous avons réuni dans le tableau II, les résultats obtenus pour la première série d'expériences (sauf les données concernant les extraits préparés avec de l'acide acétique), tandis que le tableau III nous renseigne sur les résultats en rapport avec la deuxième série.

On trouvera dans la 3^e et dans la 4^e colonne du tableau II les données relatives à la vitesse de la filtration et à la limpidité plus ou moins grande des extraits. A partir de l'extrait à base de HCl à 0·008%, on trouve entre la vitesse et la limpidité d'une part et la teneur en P_2O_5 soluble total de l'autre, le même rap-

¹⁾ l. c.

TABLEAU II.

N° de l'extrait	Dissolvant	Le liquide filtre	Filtrat	Réaction avec du CCl_3COOH	P_2O_5 soluble total		P_2O_5 minéral	
					% par rap- port à la préparation	% par rap- port au P_2O_5 global	% par rap- port à la préparation	% par rap- port au P_2O_5 global
					1	Eau	très lentem.	trouble
2	0.0025% HCl	»	++	»	2.296	64.69	—	—
3	0.005	»	++	»	2.171	61.17	1.419	39.98
4	0.006	» lentement	±	peu de précip.	2.095	59.05	—	—
5	0.008	» vite	clair	+	2.083	58.70	—	—
6	0.01	»	»	+	2.044	57.61	—	—
7	0.03	» très vite	»	±	0.752	21.20	—	—
8	0.05	» vite	±	++++	0.684	19.29	0.447	12.59
9	0.07	» lentement	+	peu de précip.	0.790	22.26	—	—
10	0.1	»	+	précip.	0.947	26.69	0.415	11.70
11	0.5	»	+	»	1.782	50.24	0.403	11.34
12	1.0	» vite	+	»	1.955	55.11	—	—
13	1.0	»	+	»	1.949	54.93	0.391	11.01
14	2.0	»	+	»	2.031	57.24	—	—
15	3.0	»	+	»	2.129	60.01	—	—
16	3.0	»	+	»	2.141	60.37	—	—
17	5.0	»	+++	++++	2.508	70.68	—	—
18	5.0	»	+++	++++	2.534	71.42	—	—

Nous avons indiqué par des croix (+) l'opalescence, respectivement l'opacité de l'extrait plus ou moins forte, après l'addition de CCl_3COOH .

port que celui que nous avons observé dans nos recherches précédentes. En effet, lorsque la teneur en P_2O_5 soluble total diminuait à mesure qu'augmentait la concentration du HCl employé au lessivage, on obtenait des extraits limpides qui passaient rapidement à travers le filtre; par contre, quand la teneur en P_2O_5 soluble total augmentait, les extraits filtraient lentement au début, puis (à partir d'une concentration de 1% du HCl), la filtration deve-

TABLEAU III.

N° de l'extrait	Dissolvant	pH		P ₂ O ₅ soluble total		P ₂ O ₅ minéral	
		du dissolvant	de l'extrait	% par rapport à la préparation	% par rapport au P ₂ O ₅ global	% par rapport à la préparation	% par rapport au P ₂ O ₅ global
19	0.088% NaOH ¹⁾	—	—	2.134	60.15	—	—
20	0.044 »	—	—	2.127	59.96	0.337	9.51
21	0.022 »	—	—	2.089	58.89	—	—
22	0.011 »	—	8.1	1.971	55.55	—	—
23	0.011 »	—	8.0	2.040	57.49	0.389	10.96
24	0.0055 »	—	7.6	2.162	60.92	—	—
25	0.0055 »	—	7.6	2.194	61.81	—	—
26	Eau	6.7	6.58	2.428	68.41	—	—
27	»	6.7	6.62	2.459	69.29	0.675	19.03
28	0.004% HCl	2.98	5.99	2.358	66.45	—	—
29	0.006 »	2.81	5.71	2.034	57.35	—	—
30	0.008 »	2.68	5.38	1.967	55.46	—	—
31	0.010 »	2.58	5.03	1.943	54.76	—	—
32	0.012 »	2.49	4.71	1.862	52.48	—	—
33	0.02 »	2.30	3.87	1.260	35.50	—	—
34	0.03 »	2.09	3.08	0.777	21.90	—	—
35	0.03 »	2.09	3.08	0.791	22.29	—	—
36	0.035 »	—	2.82	0.760	21.42	—	—
37	0.04 »	1.99	2.72	0.770	21.70	—	—
38	0.04 »	—	—	0.762	21.48	—	—
39	0.05 »	1.90	2.41	0.808	22.79	0.441	12.43
40	0.07 »	1.78	2.13	0.873	24.61	—	—
41	0.1 »	—	—	0.986	27.79	—	—
42	0.5 »	—	—	1.776	50.06	0.400	11.27
43	1.0 »	—	—	1.921	54.14	0.390	11.00
44	2.0 »	—	—	1.988	56.04	—	—
45	3.0 »	—	—	2.088	58.86	—	—
46	5.0 »	—	—	2.570	72.44	—	—

¹⁾ Les solutions de NaOH employées au lessivage étaient équivalentes à des solutions de HCl dont les concentrations étaient les suivantes: 0.08, 0.04, 0.01 et 0.005%.

naît relativement rapide, néanmoins dans le premier comme dans le second cas ils étaient opalescents. Les extraits aqueux et ceux qu'on avait préparés avec des solutions très étendues de HCl (jusqu'à 0.006%, y compris ces dernières), dérogeaient cependant à la règle, car ils filtraient lentement et n'étaient pas clairs, quoique leur teneur en P_2O_5 soluble total eût rapidement diminué, à mesure que l'acide devenait plus concentré. La façon de se comporter de ces extraits, puis la réaction qu'ils donnaient avec du CCl_3COOH (v. la 5^e colonne du tableau), indiquent qu'ils contenaient de fortes quantités de substances protéiques et que, comme nous le verrons dans la suite, ils renfermaient probablement beaucoup de composés nucléiques phosphorés.

Nous avons négligé de noter dans le tableau III, les données relatives à la vitesse de la filtration des extraits, à leur plus ou moins forte opalescence et à la façon dont ils se comportaient après les avoir additionnés de CCl_3COOH . En effet, s'il s'agit des extraits aqueux et des extraits préparés avec des solutions d'acide chlorhydrique, ces données ne nous auraient appris rien d'essentiellement nouveau, sans même parler de la circonstance qu'une partie des extraits n'avait pas été filtrée, mais simplement centrifugée¹⁾. En ce qui concerne les extraits à base de solutions de NaOH, ils étaient de plus en plus clairs et leur couleur devenait plus fortement jaune, à mesure qu'augmentait la concentration de l'hydrate de sodium. Tous, ils contenaient de fortes quantités de substances protéiques. Les extraits préparés avec du NaOH à 0.011%, se distinguaient par une consistance nettement visqueuse et l'on voyait la viscosité augmenter à tel point dans les extraits à base de solutions plus concentrées, qu'en prélevant des portions du liquide on était obligé d'apporter une correction appropriée pour établir la quantité transvasée au moyen d'une pipette. Lorsqu'on ajoutait avec précaution du HCl dilué à un de ces extraits visqueux, on pouvait voir chaque goutte d'acide s'en-tourer d'une membrane, de sorte qu'une forte agitation était nécessaire pour mélanger les deux liquides. Suivant la quantité d'acide

¹⁾ Tous les extraits préparés avec des solutions de NaOH, puis les extraits aqueux, enfin ceux que nous avons obtenus en nous servant de solutions diluées de HCl jusqu'à une concentration de 0.012 y compris celle-ci, étaient soumis à la centrifugation. Ils étaient tous préparés dans des éprouvettes de centrifugeur, qu'on ne débouchait même pas pendant la centrifugation.

additionné, il se formait alors un dépôt plus ou moins abondant. Dans la mesure où il était possible de l'étudier, il se composait en grande partie de lambeaux de membranes. Le volume des gouttes abandonnées à elles-mêmes augmentait peu à peu et les membranes qui les entouraient, étaient fortement tendues. La façon de se comporter des gouttes rappelait vivement l'attitude de gouttes de sulfate de cuivre, suspendues dans une solution de ferro-cyanure de potassium. On ne pouvait observer du reste le phénomène en question que dans les extraits fraîchement préparés. Dans les extraits abandonnés pendant un temps plus prolongé (p. ex. pendant 24 h.), les acides ne précipitaient que de simples dépôts floconneux.

Les résultats des dosages du P_2O_5 soluble total et du P_2O_5 minéral que nous avons réunis dans les tableaux II et III, sont représentés sous forme de courbes dans les diagrammes 1 et 2, toutefois la partie du diagramme 1, à gauche de l'abscisse 0,1, n'est qu'un schème. Nous l'avons reproduite dans les détails dans le diagramme 2, où l'échelle de l'axe des abscisses a été agrandie 20 fois. Les résultats des expériences de la première série, ont été indiqués par des croix, tandis que les résultats correspondant à la deuxième, sont représentés par de petits cercles. En traçant les courbes, nous avons rejoint les croix, respectivement les petits cercles par des lignes droites continues.

La courbe qui représente la teneur des extraits en P_2O_5 soluble total, ne passe que par les points déterminés pour la deuxième série d'expériences. Parmi les résultats du dosage des extraits parallèles, soit aqueux, soit préparés avec des solutions de NaOH à 0,0055 et à 0,011%, nous n'avons tenu compte que des dosage intéressant les extraits n° 27, 25 et 23, car, comme nous l'apprendrons dans la suite, on s'en était précisément servi pour exécuter plusieurs autres expériences. Il résulte des diagrammes et des tableaux que les extraits de la première série contenaient parfois un peu plus, parfois un peu moins de P_2O_5 soluble total, que les extraits analogues de la deuxième série. Il n'est pas facile de se rendre compte de la cause de ces différences. Quoi qu'il en soit, elles n'étaient certainement pas très considérables, car elles s'élevaient tout au plus à 3,5% du P_2O_5 global que contenait la préparation.

La courbe indiquant la teneur des extraits en P_2O_5 minéral, traverse les points déterminés pour la première et pour la deuxième

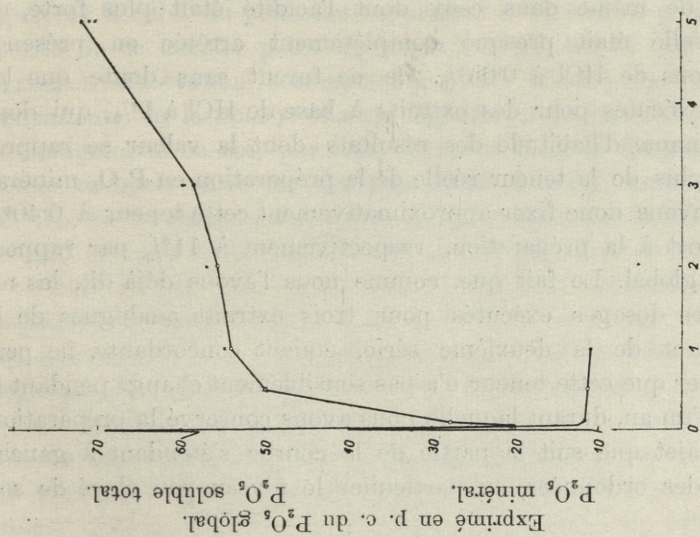


Diagramme 1. Concentration de l'acide chlorhydrique en p. c.

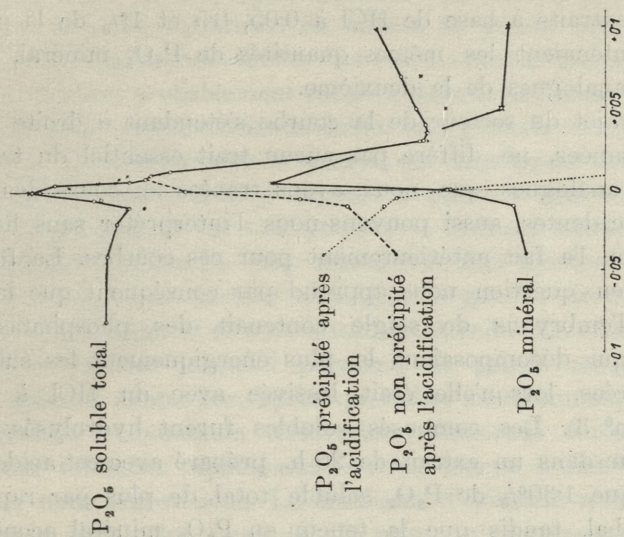


Diagramme 2.

série d'expériences, sans passer uniquement par le point correspondant au dosage exécuté pour l'extrait n° 1. Parmi les points par lesquels passe la courbe, il y en a trois qui sont doubles, vu que les extraits à base de HCl à 0.05, 0.5 et 1% de la première série contenaient les mêmes quantités de P_2O_5 minéral, que les extraits analogues de la deuxième.

Le trajet du secteur de la courbe s'étendant à droite de l'axe des ordonnées, ne diffère par aucun trait essentiel du trajet des courbes analogues que nous avons tracées au cours des recherches précédentes, aussi pouvons-nous l'interpréter sans hésitation comme on l'a fait antérieurement pour ces courbes. La forme du secteur en question nous apprend par conséquent que la préparation d'embryons de seigle contenait des phosphatases très actives qui décomposaient le plus énergiquement les substances phosphorées, lorsqu'elle était lessivée avec du HCl à 0.005% (extrait n° 3). Les composés solubles furent hydrolysés les premiers, car dans un extrait de 26 h., préparé avec cet acide, on ne trouva que 1.30% de P_2O_5 soluble total de plus par rapport au P_2O_5 global, tandis que la teneur en P_2O_5 minéral accusait une augmentation de 13.33%¹⁾. L'action de ces enzymes diminuait rapidement d'intensité dans les milieux moins acides, que les précédents, de même dans ceux dont l'acidité était plus forte, de sorte qu'elle était presque complètement arrêtée en présence de solutions de HCl à 0.05%. Ce ne furent sans doute que les dosages exécutés pour des extraits à base de HCl à 1%, qui donnèrent comme d'habitude des résultats dont la valeur se rapprochait le plus de la teneur réelle de la préparation en P_2O_5 minéral. Nous pouvons donc fixer approximativement cette teneur à 0.40% par rapport à la préparation, respectivement à 11% par rapport au P_2O_5 global. Le fait que, comme nous l'avons déjà dit, les résultats des dosages exécutés pour trois extraits analogues de la première et de la deuxième série, étaient concordants, ne peut qu'indiquer que cette teneur n'a pas sensiblement changé pendant la période d'un an, durant laquelle nous avons conservé la préparation.

Le trajet que suit la partie de la courbe s'étendant à gauche de l'axe des ordonnées, en particulier le niveau peu élevé de son

¹⁾ Les résultats des dosages exécutés pour cet extrait, n'ont pas été notés dans le tableau II.

point de départ (ordonnée 9.51), semble indiquer que même une solution relativement très diluée de NaOH (0.044%) n'était pas en état d'extraire de la préparation tout son contenu de P_2O_5 minéral. Par suite de l'alcalinité du milieu, de petites quantités de phosphates difficilement solubles, dont on ne saurait guère préciser la nature, s'étaient probablement formées dans le mélange, respectivement, elles s'y trouvaient dès le début, sans pouvoir être dissoutes.

Lorsque nous examinons la courbe qui représente l'extraction du P_2O_5 soluble total, nous y voyons la partie à droite de l'abscisse 0.01 correspondre en tout point à la forme des courbes analogues tracées à l'occasion des recherches déjà mentionnées. Ce n'est que le trajet du secteur s'étendant à gauche de cette abscisse qui nous surprend et nous semble inattendu. En effet, toutes les courbes étudiées jusqu'ici partaient de points occupant des niveaux plus ou moins bas, après quoi elles montaient rapidement et atteignaient le maximum d'élévation, d'habitude fortement en saillie, pour retomber rapidement ensuite, comme le fait la courbe dont nous nous entretenons. Le maximum d'élévation n'était pourtant jamais situé plus haut que le point qui correspondait à la teneur en P_2O_5 de l'extrait à base de HCl à 1%; en attendant le maximum de la courbe étudiée occupe un niveau sensiblement supérieur à celui du point correspondant à un extrait pareil. L'ordonnée de ce dernier point équivaut à 54.14, tandis que celle du maximum d'élévation correspond à 69.29. D'autre part, la partie descendante de la courbe change légèrement de direction, quoique ce changement ne soit pas très apparent dans le diagramme. Le secteur compris entre les abscisses 0.006 et 0.012, surtout le tronçon moyen de celui-ci, s'étendant entre les abscisses 0.008 et 0.010, descend un peu moins rapidement que la partie de la courbe qui le précède et que celle qui le suit. Cette légère déviation n'aurait évidemment aucune importance en elle-même, si elle n'était pas très nettement liée à des changements intéressants certaines autres propriétés des extraits. Ainsi p. ex. l'extrait aqueux et les extraits à base d'acide chlorhydrique, jusqu'inclusivement celui préparé avec du HCl à 0.006%, étaient fortement opalescents, contenaient des substances protéiques, et l'on y voyait des solutions très fortement diluées d'acide chlorhydrique précipiter des dépôts plus ou moins abondants. Au contraire, les extraits à base de HCl à 0.008% et les extraits suivants jusqu'à ceux qui correspondaient

au minimum d'élévation de la courbe, étaient plus clairs, ne donnaient presque pas de réaction décelant la présence de substances protéiques et ne réagissaient pas avec l'acide chlorhydrique ¹⁾.

Il nous faut encore insister sur le détail que la partie moyenne du secteur à descente moins rapide dont nous nous sommes entretenus, s'étend au même niveau que la partie de la courbe qui ne monte que lentement et que délimitent les abscisses 1 et 2. Toutes ces données semblent prouver que le point situé à peu près au milieu du trajet de ce secteur et qui correspond à la teneur en P_2O_5 soluble total de l'extrait à base de HCl à 0.008%, a la même signification que les maxima d'élévation des courbes analysées dans les travaux précédents; en d'autres termes, qu'il indique le moment où tout le contenu des composés de la fraction phytique et tous les phosphates minéraux étaient cédés à la solution, tandis que les autres composés phosphorés organiques, p. ex. les acides nucléiques n'étaient pas lessivés. S'il en était réellement ainsi, nous pourrions conclure en appliquant le critérium établi dans notre mémoire précédent, que la teneur entière en P_2O_5 des composés de la fraction phytique et des phosphates minéraux de notre préparation, s'élevait à 1.95% par rapport à celle-ci, respectivement à environ 55% par rapport au P_2O_5 global. Après avoir défalqué de ces valeurs, celle de la teneur réelle en P_2O_5 minéral de la préparation, telle que nous l'avons indiquée ci-dessus, nous nous apercevons que la quantité de P_2O_5 des composés de la fraction phytique (c'est-à-dire la quantité de P_2O_5 dit »phytique«) s'élevait à 1.55, respectivement à 44%.

En examinant la position des points correspondant à la teneur des extraits de la première série en P_2O_5 soluble total, nous voyons que si nous les rejoignons par une courbe, nous y trouverions également un secteur dont la descente serait moins rapide. Il occuperait cependant un niveau un peu plus élevé et s'étendrait un peu plus à gauche, que le secteur analogue correspondant à la deuxième série d'expériences. Les résultats obtenus pour la première série sembleraient indiquer par conséquent que la teneur de la préparation en P_2O_5 phytique était un peu plus élevée que celle que nous avons donnée précédemment.

¹⁾ Ces extraits se comportaient par conséquent tout comme les extraits analogues de la première série.

Il nous reste à examiner la question de savoir comment il serait possible de rendre compte du trajet du secteur de la courbe d'extraction, situé à gauche de l'abscisse 0.008. La supposition la plus simple consisterait à admettre qu'à mesure qu'on se servait de solutions de plus en plus diluées de HCl, d'eau, enfin de solutions de plus en plus concentrées de NaOH, — les composés phosphorés nucléiques se dissolvaient en plus en plus forte quantité. On voyait diminuer en même temps la teneur des extraits en P_2O_5 phytique et en P_2O_5 minéral¹⁾. Au début, la valeur de ces diminutions était plus faible que celle des accroissements du P_2O_5 nucléique, puis elle augmentait ensuite, pour tomber enfin encore une fois au-dessous de celle des accroissements en question. Les trois secteurs compris entre les abscisses: a) 0.008 et 0, b) 0 et — 0.01, c) — 0.01 et — 0.08, correspondent précisément aux trois rapports différents entre les accroissements de la quantité du P_2O_5 nucléique et les diminutions des quantités de P_2O_5 phytique et de P_2O_5 minéral.

Pour pouvoir se rendre compte dans quelle mesure ces suppositions étaient fondées, il fallait doser les différents composés phosphorés que contenaient les extraits dont la partie examinée de la courbe était l'expression graphique. Comme, autant que je sache, on ne s'était pas occupé jusqu'ici de trouver une méthode permettant de doser directement le P_2O_5 nucléique mêlé au P_2O_5 phytique ou à l'inverse, nous avons essayé de précipiter les composés phosphorés nucléiques, en acidifiant les extraits d'une façon appropriée. Cette précipitation paraissait d'autant plus probable, que les extraits contenaient des substances protéiques qui se combinent, comme nous le savons, avec les acides nucléiques pour donner des composés insolubles dans des acides d'une faible concentration. Il fallait cependant éviter de créer des conditions, dans lesquelles, par suite d'une acidification trop forte des extraits, l'acide phytique aurait pu former à son tour des composés insolubles, en se combinant avec les substances protéiques.

La forme de la courbe d'extraction nous a permis de conclure précédemment que l'extrait préparé avec du HCl à 0.008% con-

¹⁾ On peut facilement rendre compte de la solubilité diminuée des composés de la fraction phytique, en l'expliquant, comme nous l'avons fait plus haut, pour la solubilité diminuée des phosphates minéraux.

tenait encore toute la quantité de composés de la fraction physique et qu'il ne renfermait déjà plus de P_2O_5 nucléique. C'est pour cette raison que nous avons considéré la réaction de cet extrait (pH = 5.38) comme la limite que devaient atteindre les réactions des extraits moins acides, respectivement les réactions des extraits alcalins.

Pour exécuter l'expérience destinée à confirmer nos suppositions, nous avons ajouté à des portions d'extraits dont le volume s'élevait d'habitude à 40 cm³, certaines quantités d'eau que nous faisons couler d'une burette, après quoi nous les additionnions de HCl dilué. Les quantités de ces liquides devaient faire augmenter le volume des portions d'un quart de leur volume primitif et fixer la réaction à la valeur déjà mentionnée. L'acide était ajouté goutte à goutte et le mélange fortement agité. Celui-ci était filtré environ un heure plus tard, après quoi on déterminait la réaction du liquide filtré et on y dosait le P_2O_5 total.

On trouvera dans le tableau IV, les résultats de plusieurs expériences d'entre celles que nous avons exécutées en procédant de la façon indiquée ci-dessus. Toutes les données concernant la teneur en P_2O_5 ont été exprimées en pour-cents du P_2O_5 global de la préparation.

TABLEAU IV.

Extrait sans aucune addition	N° de l'extrait et dissolvant	N° 27 eau	N° 25 0.0055% NaOH	N° 23 0.011% NaOH	N° 20 0.044% NaOH
	P_2O_5 soluble total		69.29	61.81	57.49
Nombre de cm ³ de HCl à 0.2%, ajoutés à 40 cm ³					
d'extrait		1.0	1.9	2.7	8.0
pH du filtrat		5.36	5.35	5.35	5.37
P_2O_5 dans le filtrat		50.62	36.71	31.03	26.10
P_2O_5 dans le précipité ¹⁾		18.67	25.10	26.46	33.86

¹⁾ Calculé d'après la différence.

Il résulte des chiffres que nous donnons dans les deux dernières rangées horizontales du tableau, que moins la liqueur servant à l'extraction était acide, respectivement, plus elle était alcaline, plus la quantité des composés phosphorés précipités à la suite de l'acidification de l'extrait, était forte et qu'il en restait d'autant moins dans la solution.

Nous appuyant sur ces chiffres, nous avons, dans le diagramme 2, tracé deux courbes dont l'une (ponctuée) correspond à la quantité de P_2O_5 précipité dans les différents extraits, tandis que l'autre (formée par des traits discontinus) représente le P_2O_5 réfractaire à la précipitation. La forme régulière de ces courbes contraste vivement avec la forme en apparence irrégulière du secteur de la courbe continue, remplacée par les deux premières. On ne peut guère attribuer cette régularité au hasard, car elle semble prouver bien plus que la méthode indiquée ci-dessus permet réellement de séparer les composés phosphorés nucléiques et de les isoler des composés de la fraction phytique et des phosphates minéraux. S'il en était vraiment ainsi, la courbe ponctuée représenterait le lessivage du P_2O_5 nucléique, tandis que la courbe discontinue correspondrait à l'extraction du P_2O_5 »phytique« et du P_2O_5 minéral, tirés de la préparation.

En dehors des expériences mentionnées, nous avons tâché de nous procurer d'autres preuves à l'appui de la supposition qu'il est possible de séparer les composés phosphorés nucléiques des composés de la fraction phytique ainsi que des phosphates minéraux, en procédant à l'acidification appropriée des extraits. A cet effet, nous avons montré en premier lieu qu'après les avoir traités comme il le fallait, les dépôts précipités pendant l'acidification donnaient une forte réaction de la murexide, tandis que dans les liquides filtrés, cette réaction ne se produisait pas du tout ou ne se manifestait qu'à peine.

Nous avons essayé ensuite de doser le P_2O_5 phytique et le P_2O_5 minéral qui ne passaient pas dans la solution pendant la préparation des extraits dont des parties avaient été soumises à l'acidification. Par suite de certaines difficultés d'ordre technique, il ne fut cependant pas possible d'exécuter ces expériences, strictement d'après les méthodes de l'analyse quantitative.

Voici la façon d'expérimenter: une portion lavée ou non de la substance qui était restée après avoir centrifugé et décanté

l'extrait primitif aussi soigneusement que possible, était lessivée comme d'habitude avec du HCl à 1%, après quoi on procédait à la centrifugation, respectivement à la filtration. Enfin, on dosait le P_2O_5 total et, dans certains cas, le P_2O_5 minéral de l'extrait ainsi obtenu. Pour éviter les pertes consécutives au transport de la substance d'un récipient dans un autre, les lessivages successifs étaient exécutés dans la même éprouvette de centrifugeur. Lorsqu'on avait recours aux lavages, on se servait de liqueurs dont on pouvait supposer qu'elles ne dissolvaient pas les composés »phytiques« et les phosphates minéraux.

Le tableau V nous renseigne sur les résultats des dosages que nous avons exprimés comme d'habitude en pour-cents du P_2O_5 global.

TABLEAU V.

Extrait sans aucune addition: N° et dissolvant	N° 27 eau	N° 25 0·0055% NaOH	N° 23 0·011% NaOH	N° 20 0·044% NaOH		
				P_2O_5		
	total	total	total	miné- ral	total	miné- ral
Extrait à base de HCl à 1%	7·10	20·03	24·30	1·45	28·94	2·01
Extrait acidulé et filtré (tabl. IV)	50·62	36·71	31·03	10·96 ¹⁾	26·10	9·51 ¹⁾
Total	57·72	56·74	55·33	12·41	55·04	11·52

L'examen des données numériques que nous avons réunies dans ce tableau, nous apprend qu'à mesure que diminuait la teneur en P_2O_5 total des portions acidifiées de l'extrait primitif, on voyait augmenter la quantité de ce composant dans les extraits à base de HCl à 1%, obtenus de portions de la préparation déjà soumises une fois à l'extraction. En ce qui concerne la façon dont cette augmentation avait lieu, on voyait diminuer très insensiblement la valeur des totaux de ces deux grandeurs²⁾, de sorte que pratiquement, elles étaient égales à la vraie teneur de la prépa-

¹⁾ Le dosage a été exécuté dans une portion de l'extrait primitif.

²⁾ Nous pouvons expliquer cette diminution, en supposant que l'activité des phosphatases était moins intense dans des milieux plus fortement alcalins.

ration en P_2O_5 phytique et en P_2O_5 minéral, telle que nous l'avons indiquée plus haut. Il résulte encore de tableau V, que toutes les données relatives à la teneur des extraits en P_2O_5 total, sont également applicables à leur teneur en P_2O_5 minéral.

Les résultats obtenus semblent indiquer d'une part qu'en séparant les composés phosphorés nucléiques des composés « phytiques » et des phosphates minéraux au moyen de l'acidification des extraits, on exécutait réellement une séparation plus ou moins quantitative, comme ils paraissent témoigner d'autre part que le HCl à 1% dissolvait toutes les quantités de composés phytiques et de phosphates minéraux que contenaient les portions de la préparation, soumises antérieurement au lessivage par de l'eau ou par des solutions de NaOH.

Nous avons dit dans ce qui précède qu'en dehors de la première série d'extraits à base de HCl, nous avons également préparé plusieurs autres extraits à base d'acide acétique. Nous donnons dans le tableau VI, les résultats des dosages concernant ces extraits.

TABLEAU VI.

	P_2O_5 soluble total		P_2O_5 minéral	
	% par rapport à la préparation	% par rapport au P_2O_5 global	% par rapport à la préparation	% par rapport au P_2O_5 global
0.01% CH_3COOH	2.016	56.82	1.376	38.77
0.1 »	1.391	39.20	0.789	22.23
1.0 »	0.825	23.25	0.503	14.17
10.0 »	0.557	15.70	—	—

Ils nous apprennent que tout comme dans les expériences décrites dans les mémoires précédents où les auteurs ont résumé leurs recherches sur des graines de maïs dent de cheval, sur de l'orge et de l'avoine, la teneur des extraits en P_2O_5 soluble total accusait une diminution à mesure qu'augmentait la concentration de l'acide. Ces résultats montrent de plus que les phosphatases pouvaient déployer une très forte activité en présence de cet acide, activité moins intense il est vrai lorsque sa concentration augmen-

tait, mais que même une solution d'acide acétique à 1% était incapable d'arrêter complètement.

Nous pouvons résumer comme suit les résultats des recherches décrites dans le présent mémoire:

Lorsque pour lessiver une préparation dégraissée d'embryons de seigle, on se servait de HCl à 0.01% ou de solutions plus concentrées de cet acide, on pouvait observer le même rapport entre la teneur des extraits en P_2O_5 soluble total et en P_2O_5 minéral d'une part et la concentration de l'acide de l'autre, que le rapport constaté par l'auteur, par M^{lle} Minkowska et par M^{lle} Lindenbaum à l'occasion de leurs recherches sur du maïs dent de cheval, sur de l'orge et de l'avoine. Sous l'action de solutions plus étendues de HCl, sous l'influence de l'eau et de solutions diluées de NaOH, on voyait se dissoudre les substances protéiques ainsi que des quantités croissantes de composés phosphorés nucléiques. La quantité de composés de la fraction phytique, de même que celle de P_2O_5 minéral, diminuaient simultanément dans les extraits.

Les résultats d'une série d'autres expériences semblent prouver, que — grâce à l'acidification appropriée des extraits contenant des substances protéiques et des composés phosphorés nucléiques, il est possible de précipiter ces derniers, de sorte que les solutions renferment toute la quantité de composés de la fraction phytique et de phosphates minéraux.

Les embryons de seigle séchés à l'air dont on s'était servi pour obtenir la préparation, contenaient en moyenne 3.11% du P_2O_5 global, tandis que la préparation dégraissée en renfermait 3.548%. Environ 44% de cette dernière quantité correspondaient au P_2O_5 des composés de la fraction phytique, tandis que la part du P_2O_5 minéral équivalait à peu près à 11%.

Les embryons de seigle renferment des enzymes qui dans un milieu légèrement acide, détachent très énergiquement l'acide phosphorique des composés phosphorés organiques.

Institut de Chimie Agricole de l'Université des Jagellons à Cracovie.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES
ET DES LETTRES
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
SÉRIE B: SCIENCES NATURELLES.
DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

I.

- M. Thomaschewski.** Pollenanalytische Untersuchung des Torfmoores Kalmusen in Pomerellen Janvier — 1929
- S. Macko.** Studien über die geographische Verbreitung und die Biologie von *Azalea pontica* L. in Polen (Planches 1—5) Janvier — 1929
- Z. Wóycicki.** Sur les cristalloïdes des noyaux et les «oléoplastes» chez *Ornithogalum caudatum* (Planches 6—9) Janvier — 1929
- C. Kleist.** Recherches phytosociologiques sur les tourbières de la région des dunes de la rive droite de la Vistule aux environs de Varsovie (Planches 10—13) Janvier — 1929
- E. Majdecka-Zdziarska.** *Galinsoga parviflora* Cav. et *Galinsoga hispida* Benth. (Planches 14—23) Janvier — 1929

II.

- R. J. Wojtusiak.** Entwicklungsgeschichtliche und psychographische Studien an *Mamestra*-Raupen (Planche 1) Janv.—Fév. 1929
- W. Heinrich.** Les fonctions des capillaires en rapport avec la fixation de l'attention Janv.—Fév. 1929
- R. J. Wojtusiak.** Über die Raumorientierung bei *Pieris*-Raupen. Janv.—Fév. 1929
- St. Smreczyński.** Experimentelle Untersuchungen über die Empfindlichkeit gegen mechanische Reize und über den Verlauf der anormalen Gastrulation im Ei von *Rana fusca* (Planches 2—3) Janv.—Fév. 1929
-

TABLE DES MATIÈRES.

Février—Juillet 1929.

	Page.
B. F. PETSCHENKO. Wenig bekannte und neue Wachstumsformen des <i>Bac. Megatherium</i> (De Bary) und seine Cytologie (Planches 24—27)	141
R. KOBENDZA et J. MOTYKA. La végétation des éboulis des Monts de S-te Croix (Planches 28—33)	175
M. C. FUJA. On the Formation and Development of Roots and Shoots on the Isolated Cotyledons of <i>Cucurbita</i> , <i>Cucumis</i> and <i>Lupinus</i> (Planches 34—37)	209
F. POZNAŃSKI. Über die Raciborskische Nitrit- und Diazoreaktion der pflanzlichen Zellmembranen (Planche 38) . .	219
Z. KOEHLER (†). Sur les composés phosphorés des plantes. V. La solubilité des composés phosphorés des embryons de seigle	237

Le «*Bulletin International*» de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries. La première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) se divise en deux sous-séries; l'une d'elles «I» contient les mémoires qui se rapportent aux diverses branches de la Botanique (la Systématique, l'Anatomie et la Physiologie des Plantes), l'autre «II» est réservée aux publications qui concernent le vaste domaine des recherches morphologiques et physiologiques sur l'homme et les animaux (Anatomie, Biologie générale, Embryologie, Histologie, Pathologie, Pharmacologie, Physiologie, Psychologie, Zoologie systématique et expérimentale).

Depuis 1928, le «*Bulletin International*» ne contient que les communications dont l'étendue ne dépasse pas une limite strictement définie; les mémoires de plus vaste envergure sont réunis en un Recueil différent, les «*Mémoires*» de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles). Les *Mémoires* sont également publiés en deux séries: A et B. Chaque mémoire publié dans les *Mémoires* se vend séparément.

Les abonnements relatifs au «*Bulletin International*» sont annuels et partent de Janvier. Les livraisons de ce Recueil se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à l'Académie ou à la Librairie „Gebethner et Wolff” Rynek Gł., Cracovie (Pologne).