

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXXII, 12

SECTIO C

1977

Instytut Biologii UMCS
Zakład Systematyki i Geografii Roślin

Maria MOTYKA-ZGŁOBICKA

Badania nad rozmnażaniem się niektórych porostów

Изучение размножения некоторых лишайников

Studies on Reproduction of Some Lichens

W literaturze dotyczącej rozmnażania się porostów opisuje się powszechnie dwa sposoby: wegetatywny (fragmentacja plechy, soredia i izidia) i płciowy. Problem płciowego rozmnażania się nie został dotychczas wyjaśniony. Opisywane sposoby płciowego tworzenia worków, a w nich askospor, dotyczą wyłącznie grzyba porostowego.

Dotychczasowe przekonanie, że porosty powstają poprzez oplątywanie wolno żyjących glonów przez kiełkujące z zarodników grzybowych strzępki, w świetle ostatnich badań jest to co najmniej uproszczone, a nawet wątpliwe. Glony porostowe prawdopodobnie nie występują wolno w przyrodzie, a zwłaszcza rodzaj *Trebouxiid*, częsty składnik symbioz porostowych (4, 8, 14). Według Freya (11) tzw. wyższe porosty rozmnażają się wyłącznie wegetatywnie i niemożliwe jest u nich tworzenie nowych plech na drodze syntezy. Glony u tych porostów są tak dalece helotami, że nie mogą żyć samodzielnie. Możliwe jest jednak, zdaniem Freya, że glony porostowe mogą się uwolnić i jakiś czas żyć samodzielnie. Mają wtedy jednak znacznie mniejszą żywotność niż glony wolno żyjące. Brak jest badań nad występowaniem w stanie wolnym innych glonów porostowych, szczególnie sinic. Nie wiadomo, jak zachodzi synteza składników porostowych w przyrodzie u gatunków nie tworzących wegetatywnych organów rozmnażania (sorediów lub izidiów). Przypadkowe „spotkanie się” i łączenie grzyba z glonem jest mało prawdopodobne.

W celu wyjaśnienia istoty wzajemnego stosunku komponentów porostowych od wielu lat prowadzi się badania nad sztuczną syntezą tych organizmów (3, 6, 22, 23). Synteza i pełny rozwój rośliny od „zarodnika do

zarodnika" udało się dopiero w najnowszych czasach u gatunków posiadających glony hymenialne (5). Występowanie tzw. glonów hymenialnych wyjaśniło w pewnym stopniu problem rozmnażania się przez askospory.

GLONY HYMENIALNE

U nielicznych porostów stwierdzono w hymenium owocników obecność glonów. Nazwano je hymenialnymi (22). Terminem tym określił St a h l glony występujące w warstwie hymenium u niektórych *Pyrenocarpeae* (*Staurothele*, *Endocarpon*, *Thelenidia*) i wyjątkowo *Gymnocarpeae* (*Sporopodium phyllocharis*). Wykazał on, że glony hymenialne wydostają się z owocnika wraz z zarodnikami, łączą się z kiełkującymi strzępkami i mogą tworzyć nową plechę.

Występowanie glonów w hymenium stwierdził także H u e (13) u *Aspicilia phaeops*, L a n g e (15) u *Thallinocarpon* i *Gonohymenia* oraz P o e l t (20) i V e r s e g h y (27) u *Ochrolechia rosella*. Nie łączyli oni jednak tego faktu z rozmnażaniem porostów i traktowali go jako zjawisko przypadkowe lub uważali znajdowane glony za epifityczne.

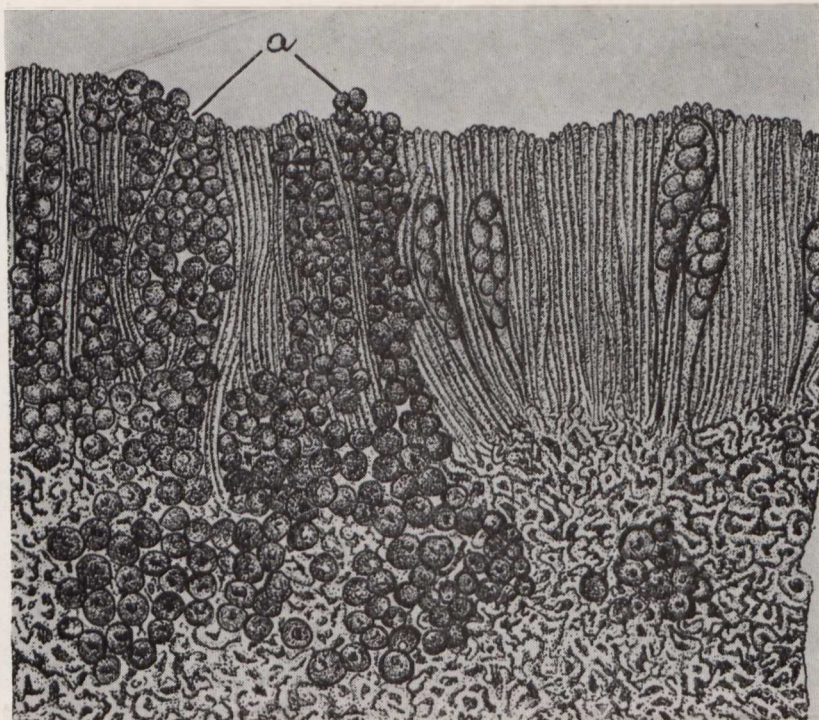
Podczas badań nad anatomią owocników *Lecanora* stwierdziłam obecność glonów w owocnikach poza brzeżkiem plechowym, miejscem ich stałego występowania (18). Obserwowałam je we właściwej otoczce, hypotecjum, hymenium i epitecjum. Ponadto w owocnikach lecideowych, w których normalnie brak glonów (*Allarthonia*), stwierdzałam obecność glonów, często w postaci autospor (19). Glony te nazwałam hymenialnymi. Termin przyjął za St a h l e m (22) ze względu na ich rolę, jaką pełnią w porostach, oraz miejsce występowania w owocnikach porostowych. Omawiane w pracy glony różnią się od opisywanych przez Stahla niestałym (okresowym) występowaniem. Niniejsza praca jest kontynuacją badań nad tymi glonami.

MATERIAŁ I METODA

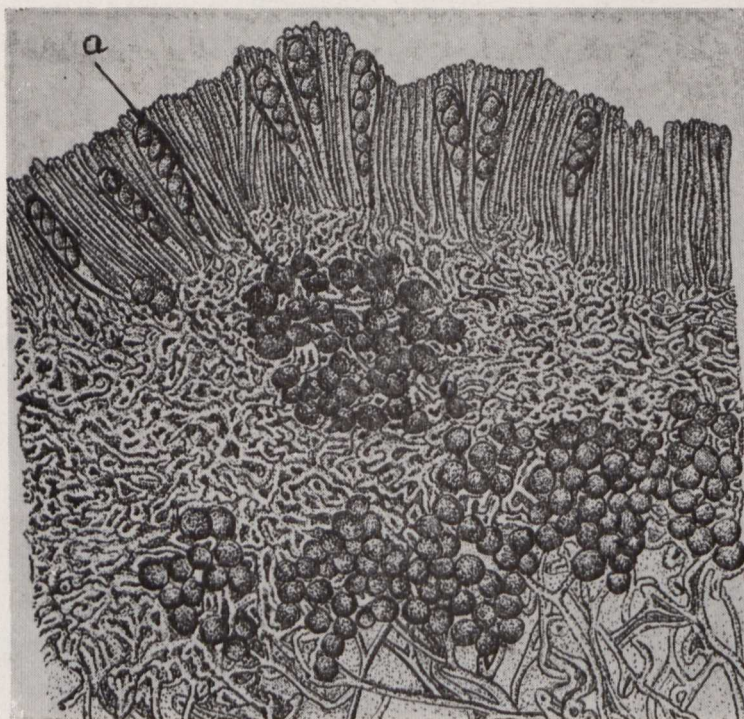
Badania nad glonami hymenialnymi prowadzono u porostów z klasy *Ascolichenes*, zaliczanych do *Pyrenocarpeae* i *Gymnocarpeae*, z zielnika Zakładu Systematyki i Geografii Roślin UMCS w Lublinie oraz ze zbiorów własnych.

Badania dotyczyły 5 rodzajów: *Allarthonia*, *Lecanora*, *Aspicilia*, *Xanthoria* i *Physcia*. Ogółem przebadano ponad 1000 owocników. Najliczniej w badaniach reprezentowane były gatunki rodzaju *Lecanora* i *Aspicilia* (ponad 30). Z rodzaju *Allarthonia* badany był 1 gatunek (*A. exilis*), *Xanthoria* — 1 gatunek (*X. parietina*), *Physcia* — 2 gatunki (*P. stellaris*, *P. pulverulenta*).

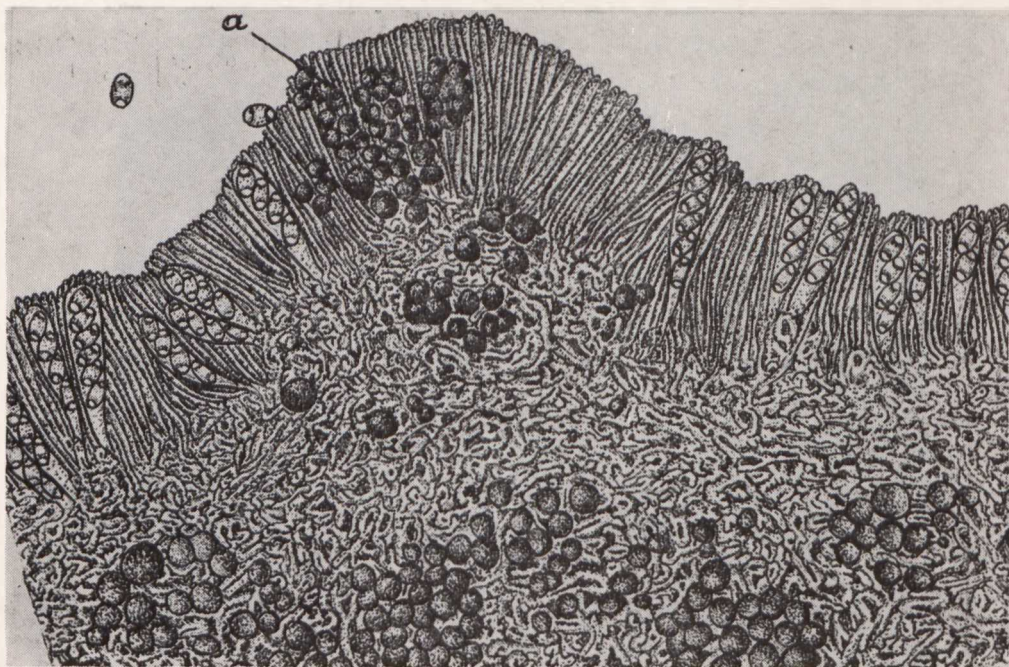
Wyniki badań nad rodzajem *Lecanora* i *Allarthonia* przedstawiono w pracach opublikowanych w latach 1969 i 1975 (18, 19).



Ryc. 1



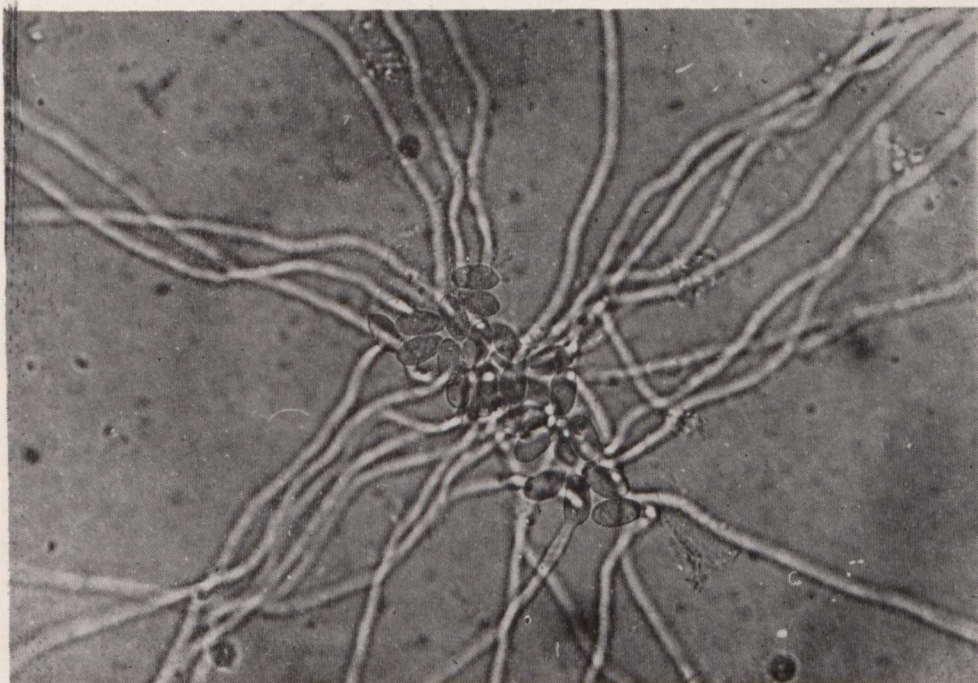
Ryc. 2



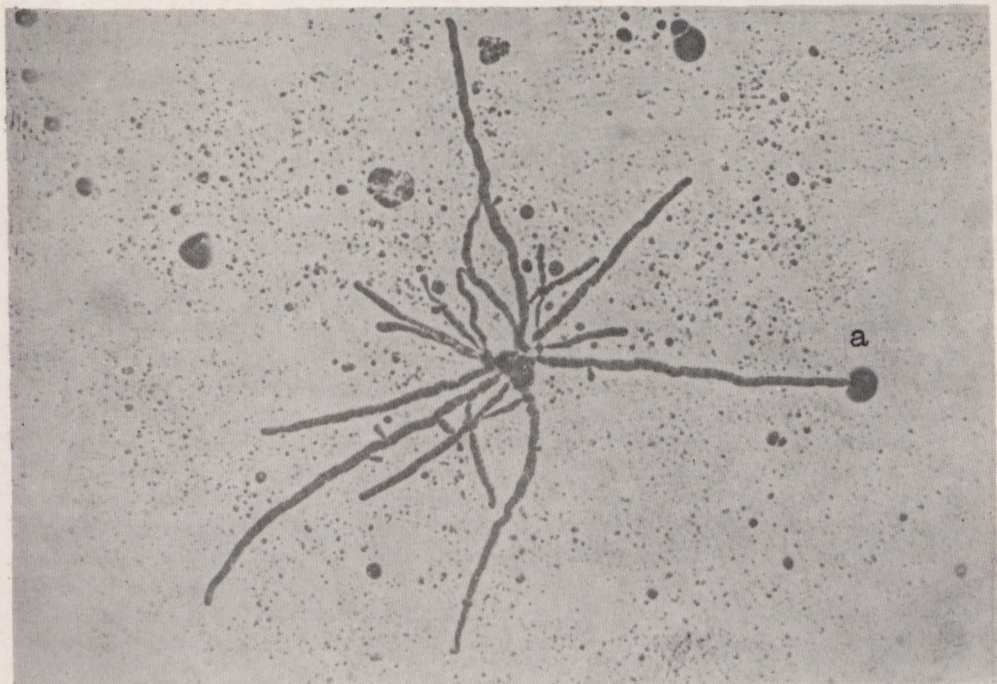
Ryc. 3



Ryc. 4



Ryc. 5



Ryc. 6

W celu porównania glonów hymenialnych opisywanych przez Stahla (22) z glonami badanymi w pracy wykonano przekroje owocników *Endocarpon* i *Staurothele*.

Część materiałów, pochodząca ze zbiorów własnych, preparowano w stanie świeżym, natomiast zielnikowe okazy *Staurothele*, *Endocarpon*, *Aspicilia* przechowywane były od kilku do kilkudziesięciu lat. Do badań wybierano plechy z dobrze wykształconymi owocnikami. W wielu przypadkach, zwłaszcza u gatunków o dużych owocnikach, średnicy kilku milimetrów (np. *Physcia*, *Xanthoria*), można było zauważyć glony przy pomocy mikroskopu stereoskopowego i z tych wykonywano przekroje. W czasie badań anatomii owocników w niektórych przypadkach stwierdzono obecność glonów w hymenium (*Allarthonia*, *Lecanora*, *Aspicilia*). Okazy te wykorzystywano w niniejszej pracy. W celu usunięcia ewentualnych glonów epifitycznych z plechy i owocników okazy oczyszczano przy pomocy szczoteczki.

Owocniki krojono metodą opracowaną w Zakładzie Systematyki i Geografii Roślin UMCS podczas badań nad budową owocników porostowych i oznaczania roślin. Przechowywane w zielniku porosty wysychają, mogą zmieniać kształt i zabarwienie. Przed wykonaniem preparatów należy porosty zwilżyć wodą. Po nasączeniu plechy z owocnikami przenosi się wybrany przy pomocy lupy owocnik na zamocowany w uchwycie mikrotomu saneczkowego bloczek parafinowy i zatapia rozgrzaną igłą preparacyjną, zwracając uwagę na jego właściwe ułożenie. Szczególnie ważne jest, aby epitecjum było skierowane w stronę noża, a owocnik umieszczony prostopadle do prowadnicy mikrotomu. Takie umocowanie preparatu uniemożliwia ewentualne przesunięcie się za nożem glonów z plechy lub plechowego brzoška. Grubość skrawków dobierana była w zależności od wielkości owocników i mieściła się w granicach 7—15 μ . Taśmę lub pojedyncze przekroje owocnika umieszczano na szkiełku podstawowym i parafinę rozpuszczano ksylenem. Przygotowane w ten sposób preparaty przemywano kilkoma kroplami alkoholu absolutnego, aby uniknąć powstawania emulsji ksyleny w wodzie, odsączało bibułą filtracyjną, dodawano kilka kropel wody i przykrywano szkiełkiem przykrywkowym.

Opisana metoda daje dobre wyniki. Została opracowana, ponieważ wszystkie znane dotychczas metody mikrotechniki botanicznej (10, 12) okazały się nieprzydatne w badaniach nad anatomią porostów.

Ze względu na właściwości plech i owocników porostowych nie można ich przed krojeniem odwadniać. Grzybnia bowiem posiada pлектenchymatyczną budowę, dlatego podczas odwadniania ulega kruszeniu i rozpadowi na poszczególne strzępki. Jedynie zwilżona i w tym stanie umocowana w parafinie plecha z owocnikami zachowuje naturalną budowę. Takie postępowanie uniemożliwia jednak sporządzenie preparatów trwałych. W czasie badań wykonywano jedynie preparaty półtrwałe.

Pokrojone owocniki naklejano na szkiełko podstawowe przy pomocy lepiku Haupta w kilku kroplach 5% formaliny i lekko podgrzewano w celu rozprostowania preparatów. Po odparowaniu formaliny rozpuszcza się parafinę ksylenem i poprzez alkohol absolutny preparaty przeprowadza do wody. Niektóre preparaty barwiono roztworem chlorku cynku z jodem, aby uzyskać skontrastowanie glonów i strzępek grzyba. Tak wykonane preparaty używano jedynie do celów porównawczych i częściowo jako materiał dowodowy. Suszenie preparatów w alkoholu powodowało zniekształcenie grzybni.

Skrawki mikrotomowe bezpośrednio po sporządzeniu fotografowano w świetle przechodzącym przy pomocy mikroskopu Lumipan. Otrzymane wyżej opisaną metodą skrawki mikrotomowe są trudne do fotografowania z powodu małej kontrastowości, a także grubości przekrojów. Dlatego też zamieszczono w pracy rysunki (ryc. 1—4).

Wykonywano również doświadczenia nad wysiewaniem zarodników grzyba i glonów hymenialnych z owocników *Xanthoria parietina*. W tym celu plechę z owocnikami oczyszczano miękką szczoteczką z ewentualnych glonów epifitycznych i przyczepiano do szalki Petriego taśmą samoprzylepną tak, aby owocniki były skierowane ku dołowi. Pod szalkę podkładano szkiełko podstawowe pokryte cienką warstwą gliceryny. Plechę z owocnikami na przemian suszono i zwilżano, badając jednocześnie przy tym wysypywanie zarodników grzyba oraz glonów.

WYNIKI BADAŃ

Badania prowadzono na kilku rodzajach z podklasy *Gymnocarpeae*. Pierwsze spostrzeżenia dotyczące glonów hymenialnych nasunęły się przypadkowo podczas badań nad budową anatomiczną owocników *Lecanora* (18), podobnie jak u *Aspicilia* i *Allarthonia*. Metodyczne poszukiwania glonów hymenialnych prowadzono w późniejszym czasie także na innych porostach. Stwierdzono je u różnych gatunków rodzaju *Lecanora*, *Aspicilia*, *Xanthoria* i *Physcia*. Znamienne było to, że jeśli w jakimkolwiek owocniku badanej plechy stwierdzono obecność glonów hymenialnych, to glony te występowały także w większości owocników tego okazu. Glony hymenialne stwierdzono w obrębie 4 rodzin: *Arthoniaceae*, *Lecanoraceae*, *Teloschistaceae* i *Physciaceae*.

U rodzaju *Allarthonia*, tworzącym owocnik lecideowy, stwierdzono okresowe pojawianie się glonów w hymenium i hypotecjum. Glony te przechodziły z plechy do owocnika i wydostawały się na powierzchnię owocnika (19).

Pozostałe badane w pracy rodzaje porostów tworzą owocniki typu lekanorowego. Zawierają one w plechowym brzeżku glony. Glony w owocnikach występują pojedynczo lub w skupieniach, tworząc u poszczególnych gatunków mniej lub bardziej zwartą warstwę, podobnie jak w plesze. Podczas badań stwierdzono u tych rodzajów obecność glonów także w innych częściach owocnika: hypotecjum, hymenium i epitecjum. U rodzaju *Lecanora* prześledzono przesuwanie się glonów z plechowego brzeżka i plechy do hypotecjum i hymenium, a następnie przez rozerwanie epitecjum wydostawanie się wraz z askosporami na powierzchnię owocnika (18).

Podobne zjawisko występowania glonów hymenialnych stwierdzono u pokrewnego rodzaju *Aspicilia*. Gęste skupienia glonów w hymenium i hypotecjum *Aspicilia cinerea* przedstawiono na ryc. 1. Glony w postaci autospor wciskają się między parafizy, przerywają hymenium i wydostają się na zewnątrz. Obecność glonów hymenialnych w owocnikach *Xanthoria parietina* można zauważyć niekiedy przy pomocy lupy, bez wykonywania przekrojów. W niektórych owocnikach powierzchnia tarczek jest nierówna. Parafizy wskutek nacisku glonów od wewnątrz unoszą się ku górze, two-

rząc wyraźne, kuliste uwypuklenia w kształcie „brodawek”. Wczesne stadium przesuwania się glonów hymenialnych do hypotecjum (widoczne na ryc. 2), powoduje znaczne wygięcie hymenium ku górze. Glony są podobne do plechowych. Przekrój owocnika wykonany w miejscu uwypuklenia się hymenium („brodawki”) przedstawiono na ryc. 3. Parafizy są rozsunięte i przemieszczone ku górze przez grupy glonów przesuwających się w hypotecjum do hymenium. W workach i poza przekrojem widać dojrzałe zarodniki. Glony hymenialne występują u tego gatunku przeważnie w postaci autospor.

Na przekroju owocnika *Physcia stellaris* (L.) Harm. widoczna jest grupa glonów hymenialnych przechodzących przez hypotecjum (ryc. 4). Strzępki hypotecjum są wygięte ku górze wskutek nacisku przez glony. Powyżej przez rozerwanie hymenium wydostają się na zewnątrz owocnika grupy glonów podobnych do plechowych lub w stadium autospor. Obok glonów hymenialnych widoczne są dojrzałe wykształcone, ciemno zabarwione zarodniki. Okazy *Xanthoria* i *Physcia* krojono bezpośrednio po zebraniu.

Wydostawanie się glonów hymenialnych z owocnika następuje prawdopodobnie wskutek ciśnienia, jakie wywierają rozmnażające się i rozrastające glony. Owocniki porostów nie rosną po osiągnięciu rozmiarów właściwych dla poszczególnych gatunków, natomiast glony w pewnym okresie rozmnażają się intensywnie. Wywołuje to nacisk, rozluźnianie i rozdzielanie strzępek grzyba, a następnie wydostawanie się glonów hymenialnych na zewnątrz owocnika. Jest prawdopodobne, że wpływ na rozmnażanie i wydostawanie się glonów hymenialnych mają warunki wilgotnościowe. W przypadku owocników lecideowych (*Allarthonia*) glony hymenialne przechodzą z plechy do owocnika. W owocnikach lekanorowych mogą przechodzić zarówno z plechy, jak i z plechowego brzeżka.

U niektórych okazów *Xanthoria parietina* udało się zaobserwować równoczesne wysypywanie zarodników workowych wraz z glonami z owocników. Wydostające się z owocników zarodniki kiełkowały w grzybnicy (ryc. 5). Jedna ze strzępek jest skierowana w stronę glona i styka się z nim (ryc. 6). Sugeruje to powstawanie początkowej formy symbiontycznej porostu.

Stwierdzenie glonów hymenialnych u kilkunastu gatunków w różnych rodzinach podklasy *Gymnocarpeae* pozwala przypuszczać, że zjawisko to występuje również i u innych porostów.

Wyniki niniejszej pracy pozwalają na częściowe wyjaśnienie problemu „użyteczności” askospor w powstawaniu nowych plech porostowych.

DYSKUSJA

Terminem glony hymenialne określono dotychczas wyłącznie glony występujące jako stały składnik owocników rodzajów: *Staurothele*, *Endocarpon*, *Thelenidia* i *Sporopodium*. Uważa się powszechnie, że glony te wraz z askosporami biorą udział w rozmnażaniu porostów. Glonem u *Endocarpon* jest *Stichococcus diplosphaera*, a u *Staurothele clopima* — *Stichococcus mirabilis*. Glony hymenialne tych gatunków różnią się od plechowych wielkością i kształtem. Zróżnicowanie ich jest tak znaczne, że nasuwa wątpliwość, czy można je uznać za ten sam gatunek. Badacze ci twierdzą, że odmienność glonów spowodowana jest różnymi warunkami środowiskowymi. Gdyby nie przyjąć tego poglądu, należałoby uważać glony hymenialne za trzeci komponent porostowy. Jest to jednak mało prawdopodobne, gdyż ich synteza z zarodnikami grzyba powoduje, jak wykazał A h m a d j i a n i H e i k k i l a, tworzenie nowych osobników. U badanych w niniejszej pracy gatunków glonem porostowym jest *Trebouxia*, z wyjątkiem *Allarthonia*, gdzie występuje *Pleurococcus*. Glony hymenialne opisywanych w pracy gatunków są podobne do plechowych lub mniejsze i wtedy przypominają wyglądem glony hymenialne u *Staurothele* i *Endocarpon*. W badanych okazach stwierdziłam dość często glony w stadium autospor. U porostów nie tworzących glonów hymenialnych glony plechowe rozmnażają się głównie przez podział, a tworzenie autospor jest o wiele rzadsze. Wydaje się, że „wędrówki” glonów do hymenium, tworzenie się autospor, dojrzewanie worków i askospor zachodzi jednocześnie. Następnie glony i zarodniki grzybowe wysypują się z owocników.

Z opisywanych dotychczas gatunków porostów posiadających glony hymenialne badałam owocniki *Endocarpon* i *Staurothele*.

Wydaje się, że istnieje podobieństwo między glonami opisywanymi w niniejszej pracy i glonami opisywanymi przez P o e l t a (20) u *Ochrolechia*. Charakteryzuje je niestałość występowania, a badane w pracy rodzaje *Aspicilia* i *Lecanora* są blisko spokrewnione z *Ochrolechia*. Najbardziej zbliżone wyglądem i miejscem występowania do opisywanych w pracy glonów hymenialnych są glony stwierdzone przez H u e u *Aspicilia phaeops*.

Obecność glonów hymenialnych u rodzajów z klasy *Gymnocarpeae* uchodziła dotychczas uwadze. Spowodowane to było prawdopodobnie wadliwą metodą wykonywania preparatów. Aby prześledzić dokładnie proces przechodzenia glonów przez owocnik, należy wykonać precyzyjne przekroje mikrotomowe. Do niedawna prawie wszyscy badacze, a wśród nich najbardziej zasłużeni w lichenologii, kroili owocniki ręcznie lub rozgniatali je na szkiełku, ograniczając się do badań i pomiaru zarodników. W tak

wykonanym preparacie trudno stwierdzić rozmieszczenie glonów i uznać je za nieprzypadkowe.

Spotykano wprawdzie glony na powierzchni owocników lub zagłębione w epitecjum (27), lecz uważano je za epifityczne lub za zjawisko przypadkowe.

Opisywane w pracy glony hymenialne nie mogą być uznane za epifityczne (obce). Przed wykonaniem przekroju oczyszczano i płukano plechy z owocnikami, aby usunąć wszelkie zanieczyszczenia (piasek, epifity itp.). Również układ strzępek hypotecjum i hymenium sugeruje, że nacisk na grzybnię wywierają glony od strony dolnej, czyli wewnętrznej owocnika. Strzępki są odgięte i wyniesione ku górze. Jeśli glony hymenialne znajdują się już na powierzchni owocników, można niekiedy zauważyć luki w grzybni, odpowiadające rozmiarom skupień tych glonów.

Pozostają do zbadania czynniki, które powodują przechodzenie glonów z plechy do hypotecjum i hymenium oraz ich wydostawanie z owocników. Składnik grzybowy porostów oddziałuje niewątpliwie na ten proces. Znamienne jest, że odbywa się on w dojrzałych owocnikach z dobrze wykształconymi zarodnikami. Wydostanie się glonów jest równoczesne z wydostawaniem się zarodników. Wydaje się, że z czynników zewnętrznych największy wpływ ma wilgotność i temperatura. W badaniach nad rodzajem *Lecanora* zbierałam rośliny w okresie zimowym, w lutym (1969), w czasie odwilży. Występowanie glonów hymenialnych było wówczas masowe. W tym samym miesiącu, przy suchej i mroźnej pogodzie, glony hymenialne znajdowałam w nielicznych tylko owocnikach. W ciągu następnych zim obserwowałam glony w hymenium, ale mniej liczne. Inne gatunki porostów zbierałam w okresie wiosennym i letnim. Nie ma zatem ścisłej zależności między porą roku a tworzeniem glonów hymenialnych, również temperatura nie jest jednym z czynników powodujących to zjawisko. W przechowywanych w zielniku przez wiele lat okazach można również stwierdzić glony hymenialne, lecz stosunkowo rzadko. Wyjaśnienie przyczyn okresowego pojawiania się glonów w hymenium i hypotecjum wymaga przeprowadzenia dodatkowych badań terenowych i laboratoryjnych. Wykonanie prostych doświadczeń z *Xanthonia parietina* miało na celu sprawdzenie, czy glony hymenialne wydostają się z owocników wraz z zarodnikami grzyba i czy zarodniki kiełkują. Otrzymałam wynik pozytywny.

Porosty nie tworzące wegetatywnych organów rozmnażania mogą tworzyć nowe plechy na drodze syntezy askospor z glonami porostowymi poprzez:

- 1) przypadkowe zetknięcie się strzępki rastowej grzyba z żyjącym samodzielnie glonem;
- 2) równoczesne wydostawanie się z owocników askospor i glonów hymenialnych.

Pierwsza hipoteza jest mniej prawdopodobna. Większość badaczy uważa, że glony porostowe, zwłaszcza gatunki z rodzaju *Trebouxia*, będące komponentami porostowymi, nie występują wolno w przyrodzie. Możliwe, że glony biorące udział w syntezie porostowej mogą żyć samodzielnie, a dopiero ich kontakt z grzybem powoduje znaczne zmiany morfologiczne. Można wysunąć taką hipotezę na podstawie obserwowanych przez Ahmadjiana (5) zmian wielkości i kształtu glonów hymenialnych w stosunku do plechowych. Spowodowane są one, według Ahmadjiana, specyficznymi warunkami środowiskowymi. Jednak *Trebouxia*, będąca glonowym komponentem badanych w pracy porostów, charakteryzuje się bardziej specyficznym, uznanym za cechę diagnostyczną, kształtem chromatoforu, a ten nie zmienia się wraz ze zmianą środowiska.

Porosty są odrębną grupą systematyczną. Poszczególne ich gatunki wykazują podobne cechy jak gatunki innych roślin: stałość struktur, kształtów i rozmieszczenia. Stałość ta dotyczy również komponentów, jest ona tak duża (zwłaszcza u glonów), że stanowi podstawę ogólnie przyjętego podziału porostów (system Zahlbrucknera). Powstawanie zatem nowych osobników porostowych przez łączenie się askospor z glonami nie może być wynikiem przypadkowego ich spotkania. Tworzenie się tą drogą nowych plech porostowych nie jest więc stale odnawiającą się syntezą.

Bardziej prawdopodobna jest druga hipoteza. Potwierdzeniem jej mogą być badania nad sztuczną syntezą „od spory do spory”, a także wyniki niniejszej pracy. Sztuczna synteza udała się dotychczas wyłącznie u gatunków posiadających stale glony hymenialne. Jedynym sposobem zapewnienia kontaktu strzępki z odpowiednim komponentem glonowym jest jednocześnie wydostawanie się poza macierzysty owocnik obu symbiontów. Jest zatem wielce prawdopodobne, że glony hymenialne są bardziej częstym zjawiskiem u porostów, niż sądzono dotychczas. Upoważnia do tego przypuszczenia stwierdzenie stosunkowo pospolitego występowania glonów w hymenium niektórych gatunków *Lecanora*, *Aspicilia* i *Physcia*. Glony te wydostają się przez owocnik wraz z zarodnikami grzyba w sposób wyżej opisany. Łączenie się glonów ze strzępkami grzyba jest w tym przypadku ułatwione i zachodzi bezpośrednio po kiełkowaniu spor. Potwierdzają to wyniki obserwacji *Xanthoria parietina*, u której po krótkim czasie następowało wysypywanie i kiełkowanie zarodników grzybowych przy równoczesnym wydostawaniu się glonów z owocnika (ryc. 6).

Glony hymenialne stwierdzono w różnych grupach systematycznych: u porostów z owocnikiem typu peritecjum w podklasie *Pyrenocarpeae* jako stały składnik owocników, w podklasie *Gymnocarpeae* pojawiają się okresowo. W podklasie *Gymnocarpeae*, z której pochodzi materiał użyty w badaniach, glony hymenialne występują u gatunków należących do różnych rodzin: *Arthoniaceae* (*Allarthonia exilis*), *Lecanoraceae* (*Lecanora*, *Aspi-*

cilia, *Teloschistaceae* (*Xanthoria*) i *Physciaceae* (*Physcia*). Badane rodzaje mają różną budowę owocników. Glony hymenialne stwierdzono zarówno w owocnikach lekanorowych, jak i lecideowych (19).

PIŚMIENNICTWO

1. Des Abbayes H.: *Traité de Lichénologie*. P. Lechevalier. Paris 1951.
2. Acharius E.: *Lichenographiae Sueciae Prodrum*. Lincopiae 1798.
3. Ahmadjian V.: Investigation on Lichen synthesis. *American Journal of Botany* **49** (3), 277—283 (1962).
4. Ahmadjian V.: A Guide to the Algae Occurring as Lichen Identification. *Phycologia* **6** (2/3), 128—156 (1967).
5. Ahmadjian V., Heikkilä H.: The Culture and Synthesis of *Endocarpon pusillum* and *Staurothele clopima*. *Lichenologist* **4**, 259—267 (1970).
6. Bonnier G.: Recherches sur la synthèse des Lichens. *Ann. d. s. c. nat. ser. VII. Bot.*, t. IX (1889).
7. Bystrek J.: *Zarys lichenologii*. PWN, Warszawa 1972.
8. Degelius G.: Biological Studies of the Epiphytic Vegetation on Twigs of *Fraxinus excelsior*. *Acta Hort. Goeteborg*. **27**, 11—55 (1964).
9. Elfving F.: Untersuchungen über die Flechtengonidien. *Acta Soc. Sci. Fenn.* **44**, 2 (1913).
10. Filutowicz A., Kuźdowicz A.: *Mikrotechnika roślinna*. PWRiL, Warszawa 1951.
11. Frey E.: Die Spezifität der Flechtengonidien. *Berichte der Schweizerischen Botan. Gesellsch.* **41**, 2 (1932).
12. Gerlach D.: *Zarys mikrotechniki botanicznej*. PWRiL, Warszawa 1972.
13. Hue A. H.: Lichenes morphologie et anatomie. *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. se. 5*, 1—120 (1912).
14. Jaag O.: Recherches expérimentales sur les gonidies des lichens appartenant aux genres *Parmelia* et *Cladonia*. *Bull. Soc. Bot. Genève* **21**, 1—119 (1929).
15. Lange O.: Eine neue *Gonohymenia*-Art (*Lichenes*) aus Mauterani und ihre Stellung innerhalb der Gattung. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **71** (7), 293—303 (1958).
16. Linneus K.: *Species Plantarum*. London 1753.
17. Malicki J.: Dotychczasowe badania nad sztuczną syntezą porostów. *Wiad. Bot.* **9** (1), 77—81 (1965).
18. Motyka M.: The Hymenial Algae in some Species of the Genus *Lecanora* (*Lichenes*). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C*, **24**, 15—19 (1969).
19. Motyka-Zgłobicka M., Ordyczyńska B.: Glony hymenialne u *Alarthonia exilis* (Floerke) Sandst. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio C* **30**, 99—100 (1975).
20. Poelt J.: Die Gattung *Ochrolechia*. *Ergebn. Forsch.-Unternehmen Nepal Himalaya*, **1** (4), 251—261 (1966).
21. Raths H.: Experimentelle Untersuchungen mit Flechtengonidien der Familie der Caliciaceen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* **48**, 329—419 (1938).
22. Stahl E.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten. H. 2, Leipzig 1877.
23. Thomas E. A.: Über die Biologie von Flechtenbildern. *Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz*. **9** (1939).

24. Treboux O.: Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola* in Bezug auf Flechtensymbiose. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 30, 69—80 (1912).
25. Wallroth F. W.: Naturgeschichte der Flechten. Bd. 2, Frankfurt 1825.
26. West G. S., Fritsch F. E.: A Treatise on the British Freshwater Algae. Cambridge University Press. 1927.
27. Verseghe Cl.: Studien über die Gattung Ochrolechia. I Ann. Hist. Nat. Mus. Nation. Hung. 7, 283—298 (1955).
28. Zahlbruckner A.: Lichenes, Spezieller Teil in Engler A., Die natürlichen Pflanzenfamilien 2, Bd. 8, Leipzig 1926.

SPIS RYCIN

Tabl. I:

Ryc. 1. *Aspicilia cinerea* (L.) Sommerf., a — glony hymenialne, pow. ok. 300×.

Ryc. 2. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., a — glony hymenialne, pow. ok. 400×.

Tabl. II:

Ryc. 3. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., a — glony hymenialne, pow. ok. 400×.

Ryc. 4. *Physcia stellaris* (L.) Harm., a — skupienia glonów hymenialnych, pow. ok. 350×.

Tabl. III:

Ryc. 5. Kiełkujące zarodniki *Xanthoria parietina*, pow. ok. 300×.

Ryc. 6. Strzępka grzybni *Xanthoria parietina* łączy się z glonem (a), pow. ok. 400×.

РЕЗЮМЕ

Описаны способы размножения некоторых лишайников путем одновременного выхода из плодового тела аскоспор и гимениальных водорослей.

Гимениальные водоросли были обнаружены у 5-и родов подкласса *Gymnocarpeae*: *Allarthonia*, *Lecanora*, *Aspicilia*, *Xanthoria*, *Physcia*. В отличие от известных родов *Staurothele* и *Endocarpon* (Stahl) они не являются постоянными компонентами плодовых тел, а выступают периодически. Гимениальные водоросли выходят из плодового тела или таллома (*Allarthonia*) и вместе со зрелыми аскоспорами гриба через гипотетий и гимений попадают на поверхность плодового тела. Этим способом они могут создавать новый лишайниковый таллом.

SUMMARY

The paper presents the way of reproduction of some lichens by means of simultaneous extraction of ascospores and hymenial algae from fruiting bodies.

In literature concerning the reproduction of lichens two ways are usually described: vegetative (fragmentation of thallus, soredia and isidia) and sexual reproduction. The problem of sexual reproduction has not been solved yet. The described method of sexually produced asci with ascospores concern exclusively the lichen mycobiont.

The hitherto simplified opinion, that lichens originate through entwining of

free living algae by the hyphae germination from fungal spores, is in the light of current studies at least open to doubt. The algae probably do not occur freely in nature, especially the genus *Trebouxia*, the frequent component of lichen symbiosis (Ahmadjian, Jaag, Degelius).

To explain the nature of interrelationship of lichen components studies are carried out on the synthesis of lichen thalli under laboratory conditions (Stahl, Bonnier, Thomas, Ahmadjian). The synthesis and full development of the plant "from spores to spores" succeeded only recently in species with hymenial algae. The occurrence of the so-called hymenial algae explained to a certain extent the problem of reproduction through ascospores.

In few lichens in the fruiting hymenium the presence of algae was observed. These were called hymenial algae (Stahl). Stahl has shown that hymenial algae get out from the fruiting body together with spores, join and can form a new thallus. The occurrence of algae in the hymenium has been observed also by Hue (in *Aspicilia phaeops*), Lange (in *Thallinocarpon* and *Gonohymenia*) and Poelt (in *Ochrolechia rosella*).

During studies on anatomy of fruiting bodies in *Lecanora* (Motyka 1969) the author observed algae in fruiting bodies outside the thalloid rim, which is the place of their permanent occurrence. The autor observed them in the proper rim, in the hypothecium, hymenium and epithecium. Moreover, in the lecideine apothecia, where normally no algae occur (*Allarthonia*), algae were also noted, frequently in the form of autospores. They were called by the author hymenial algae. This term has been accepted after Stahl because of similar role and place of the occurrence of algae in lichen fruiting bodies.

The discussed algae differ from those described by Stahl, in their variable (periodic) occurrence. The present paper is a continuation of studies on these algae. This study was carried out on lichens from the underclass *Gymnocarpeae*. They concerned the following 5 genera: *Allarthonia*, *Lecanora*, *Aspicilia*, *Xanthoria* and *Physcia*. Altogether over 1000 fruiting bodies were examined. An improved method of producing microtome sections of fruiting bodies has been described in detail in the paper. The figures were made on the basis of microphotographs and preparations.

In the genus *Allarthonia*, which produces lecideine apothecia a periodic appearance of algae in the hymenium and hypothecium has been noted. These algae passed over from the thallus into the fruiting body and joined its surface (19). In the genus *Lecanora* the moving of the algae from the thalloid rim and the thallus to the hypothecium and hymenium, and next, through bursting of the epithecium, the extraction together with the ascospores to the surface of the fruiting body (18) has been followed. A similar phenomenon of occurrence of hymenial algae has been noted in the related genus *Aspicilia*. Fig. 1 presents a cluster of algae in the hymenium and hypothecium of *Aspicilia cinerea*. The algae in form of autospores press upon themselves between the paraphyses, break the hymenium and get outside. Figure 2 presents an early stage of movement of algae into the hypothecium in *Xanthoria parietina*. In Fig. 3 a further stage of algae "migration" is visible. The hyphae of the hypothecium are spread, the paraphyses are risen and partly bent sideways by algae groups migrating towards the surface of the fruiting body, in the asci and outside of their cross-section mature spores are visible. Figure 4 presents a cross-section of a fruiting body of *Physcia*. A group of hymenial algae migrating through the hypothecium and hymenium is visible. The hyphae are bent upwards as a result of algae pressure. Above through the broken

hymenium groups of algae are getting outside the fruiting body, frequently in form of autospores. Next to the hymenial algae mature, dark stained spores are visible.

In certain specimens of *Xanthoria parietina* a simultaneous pouring out of ascospores and hymenial algae could be observed. Figure 5 presents germinating spores of *Xanthoria*, Figure 6 — one of the hyphae is pointed towards an algae and adjoins it.

The presence of hymenial algae in genera of subclass *Gymnocarpeae* has not been taken into consideration. In order to follow the process of migration of the algae through a fruiting body an exact microtome section has to be made. Until quite lately almost all students used to cut the fruiting bodies by hand or squashed them on a microscope slide, confining their studies to examination and measuring of the spores. In such a preparation it is difficult to record the distribution of algae and to recognize it as non-accidental.

The described hymenial algae cannot be recognized as epiphytic (allochtonic). Before cutting the thalli with fruiting bodies they were cleaned and washed to remove all contamination (sand, epiphytes etc.). The arrangement of the hyphae the algae from the lower part that is internal part of the fruiting body. The hyphae are bent and elevated upwards. In case the hymenial algae are already on the surface of the fruiting bodies, sometimes gaps in the mycelium and fruiting body are observed, corresponding with the size of the cluster algae under discussion.

Lichens are a separate systematic group. Lichen species show similar features as do species of other plants, such as stability of structures, shapes and distribution. This stability concerns also the components; it is high enough (especially in algae), as to make it the basis of a generally accepted system of lichens. Hence, the origination of a new specimen through joining ascospores with algae cannot be the result of their accidental meeting. Thus there exists a high probability of formation of new thalli through a simultaneous release of ascospores and algae (hymenial algae) from the fruiting body.

FIGURES

Tab. I

Fig. 1. *Aspicilia cinerea* (L.) Sommerf., a — hymenial algae, magn. ca 300×.

Fig. 2. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., a — hymenial algae, magn. ca 400×.

Tab. II:

Fig. 3. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., a — hymenial algae, magn. ca 400×.

Fig. 4. *Physcia stellaris* (L.) Harm., a — conglomerations of hymenial algae, magn. ca 350×.

Tab. III:

Fig. 5. Germinating spores of *Xanthoria parietina*, magn. ca 300×.

Fig. 6. Mycelium hypha of *Xanthoria parietina* is connected with an alga (a), magn. ca 400×.