

JACEK MALICKI

## DOTYCHCZASOWE BADANIA NAD SZTUCZNĄ SYNTEZĄ POROSTÓW

Zapoczątkowane przez De Bary (1866), Schwendenera (1867) i Borneta (1872) badania ujawniające złożony charakter porostów spowodowały szeroki oddźwięk wśród biologów (Werner 1931; Nannenga 1939). Początkowo starano się obalić ten pogląd. W dalszych badaniach wyodrębniły się dwa główne nurty dociekań. Jeden ma na celu wykorzystanie powyższego faktu w systematyce porostów, drugi zajmuje się wyjaśnieniem stosunku pomiędzy grzybami i glonami. Najważniejsze z nich polegają na sztucznej syntezie porostów z wyizolowanych symbiontów. Synteza porostów i hodowla od zarodników do w pełni wykształconych roślin nie udała się do dzisiejszego dnia. Początkowo starano się uzyskać syntetyczne rośliny przez wysiewanie zarodników grzyba w pobliżu glonów. W doświadczeniach tych strzępki grzybni oplątywały komórki glonów, lecz nie tworzyły normalnych porostów.

Nie powiodły się dawne próby Stahla (1877), Bonniera (1889) i Thomasa (1939), ani też w nowszych czasach Ahmadjana (1962). Stahl uzyskał syntezę *Endocarpon pusillum* i *Staurothele rugulosa*. Porosty te charakteryzują się posiadaniem hymenialnych gonidiów, które wysiewają się razem ze sporami grzyba. Synteza obu składników zachodzi już w owocniku rośliny. Po upływie pięciu miesięcy od posiewu wytworzyły hodowane rośliny zarodniki. Nie stwierdził on, czy spory te kiełkują i czy są zdolne do wytworzenia następnego pokolenia. Nie przedstawił on dokładnego rozwoju porostu ani tworzenia ciał owocowych. Jego rysunki pięciomiesięcznych roślin przedstawiają tylko splątki grzybów przerastających glony. Porosty Stahla były wrażliwe na «zanieczyszczenia powietrza», natomiast grzyby i glony z osobna nie wykazywały tej właściwości. Hodowle Stahla nie odpowiadały w pełni dzisiejszym wymaganiom czystych kultur.

Bonnier (1889) stwierdził, że w piątym dniu po wykiełkowaniu zarodników grzyba z *Xanthoria parietina* otoczyły strzępki grzyba glony zebrane z kory drzew. Mniej więcej po pięćdziesięciu dniach symbiotycznego wzrostu zostały hodowle zaniechane, gdyż rozrastająca się i grubiejąca plecha utrudniała mu badanie stosunków pomiędzy grzybem i glonami. U porostów hodowanych na wygotowanych kawałkach kory uzyskał owocnikujące rośliny. Opisał on także syntezę innych porostów.

Doświadczenia Bonniera wykazują wiele niekonsekwencji i niewyjaśnionych wątpliwości. Nikomu dotychczas nie udało się tych doświadczeń powtórzyć (Ahmadjian 1962).

Thomas (1939), prowadząc badania nad syntezą *Cladonia pyxidata*, zrobił wysiewy w listopadzie 1936 r. Musiał on przerwać badania (służba wojskowa) i nie mógł dalej śledzić rozwoju porostów. Po upływie kilku miesięcy stwierdził u nielicznych roślin podceja. Następną serią prób — mimo 800 powtórzeń — nie doprowadziła w ciągu półtora roku do wytworzenia podcejów, jednak w kilku pracach podaje się fotografie wykonane przez Thomasa jako dowód, że podceja mogą powstawać drogą sztucznej syntezy. Obecnie podceja należy uważać za wtórną, wegetatywną plechę. Hodowane przez Thomasa porosty wytwarzały nibytkankę podobną do porostowej z tworami podobnymi do sorediów i izidiów. Badania jego nie objęły szczegółów tworzenia się i rozmieszczenia nibytkanki. Jest możliwe, że podobieństwo było tylko pozorne.

Scott (1960) stwierdził na krążkach plechy z *Peltigera praetextata* tworzenie się na obwodzie izidiów. Doszedł on do wniosku, że wzrost porostu zależy od trzech czynników: ilości substancji odżywczych, natężenia światła i stosunku wilgotności. Jest możliwe, że tworzenie się izidiów jest następstwem uszkodzenia plechy.

Najbardziej wnikliwe próby sztucznej syntezy przeprowadził Ahmadjian (1959). Komponenty uzyskane z *Lecanora dispersa* połączyły się po czterech tygodniach wzrostu na podłożu nie zawierającym odżywczych substancji. Strzępki grzyba oplątywały ściśle glony i przylegały do ich komórek. Hodowany w tym czasie grzyb bez obecności glonów rósł znacznie słabiej. Zetknięcie się strzępek grzyba z glonami ma widocznie przyspieszać jego wzrost.

*Lecanora dispersa* należy do gatunków mało wrażliwych na warunki środowiskowe. Rośnie również w obrębie miast, jest nawet częsta na murach budowli. U roślin hodowanych nie wnika grzyb do wnętrza glonów (nie tworzy haustoriów). Te same komponenty na pożywkach zawierających asparaginę i glukozę nie tworzyły porostu, strzępki grzyba nie przylegały do komórek glonów. Oba symbionty rosły dobrze niezależnie od siebie. Najwięcej światła na zagadnienie syntezy porostów rzuciły badania Ahmadjana (1962) z symbiontami *Acarospora fuscata*. Użył on czterech pożywek o następującym składzie:

1. Roztwór Bristola + wyciąg glebowy + dekstroza + oczyszczony agar;
2. Roztwór Bristola + wyciąg glebowy + oczyszczony agar;
3. Roztwór Bristola + oczyszczony agar;
4. Oczyszczony agar.

Na pożywce pierwszej oba symbionty rosły dobrze nie tworząc porostu, grzyb nie łączył się z glonami. Grzyb wytwarzał purpurowo-czerwony pigment dyfundujący do podłoża. Na pożywce drugiej tworzył się pigment w małej ilości tylko początkowo. W hodowlach wystawionych na działanie światła nie przylegały strzępki grzyba do glonów, być może z powodu szybkiego rozmnażania się glonów. W hodowlach trzymany w miejscach ocienionych grzyb oplątywał komórki glona.

Na pożywce trzeciej zachowywały się obydwie symbionty podobnie jak w normalnie żyjących porostach, jednak wzrost glonów był intensywniejszy niż wzrost grzybów. Najlepsze rezultaty otrzymał badacz na pożywce czwartej. Po 10 dniach hodowli zbliżały się grzyby do komórek glonów i oplątywały je, a po 30 dniach wrastały ssawki grzyba wyraźnie do ich komórek. Haustoria były jednak małe i nie sięgały poza wewnętrzną warstwę błony komórkowej. Z biegiem czasu ze strzępek grzybni poczęła się formować nibytkanka podobna do występującej u porostu. Glony obrosłe przez pseudoparenchymę grzybni były pozornie bardziej żywotne od rosnących bez niej. Przejawiało się to w żywozielonej ich barwie i szybkim rozmnażaniu. Po pięciu miesiącach hodowli zaczęły komórki nibytkanki wytwarzać czerwony pigment. Wskazuje to na czerpanie przez grzyba węglowodanów z otoczonych strzępkami glonów. Pigment ten rozprzestrzeniał się w podłożu, barwił glony i powodował szybkie ich zamieranie. Warstwa grzybni ulegała nad glonami stopniowemu zgrubieniu. Z biegiem czasu przybierała barwę brunatną stając się podobną do kory porostu. Glony rosły normalnie tylko pod osłoną brunatnie zabarwionej pseudoparenchymy. Hodowle prowadzone z grzybem izolowanym z *Acarospora smaragdula* i glonem z *Acarospora fuscata* dawały takie same wyniki jak podczas syntezy obydwu symbiontów z tego samego porostu — *Acarospora fuscata*.

W roku 1962 Karen i Ahmadjian badali wzrost krążków o 2 mm średnicy, wyciętych z plechy pierwotnej *Cladonia coniocraea*. Hodowali je na skrawkach bibuły (Whatman 1) przewieszonych przez brzeg próbek zawierających roztwory mineralne o różnej koncentracji  $\text{NaNO}_3$ . Stwierdzili, że na formowanie się podcepców i apotecjów nie ma wpływu koncentracja azotanu sodu ani też suszenie krążków przed doświadczeniem, uszkodzenia plechy, temperatura i natężenie światła.

Omawiane badania rzucają dużo światła na zachowanie się obydwu symbiontów i na ich wzajemną współzależność. Strzępki grzybni rosną powoli. Nie wykazują tropizmów w kierunku glonowego partnera. Plecha porostu tworzy się w drodze raczej przypadkowego zetknięcia się strzępek grzyba z komórkami glonów. Niektóre doświadczenia wskazują na możliwość łączenia się porostowego grzyba nawet ze splątkami mchów. Zauważono również przypadki oplątywania przez strzępkę grzyba małych ziarenek piasku i drobnych pałeczek szklanych (Ahmadjian 1960). Dowodzi to, że grzyby porostowe nie wykazują zdolności rozróżniania rodzajów glonów od innych ciał. Wybitnie słaby wzrost grzybów w kropki wiszącej świadczy o tym, że wymagają one stałego podłoża dla swego rozwoju (Ahmadjian 1959). Grzyb rosnący oddzielnie nie jest zdolny do tworzenia porostowych nibytkanek. Grzybnia tworzy pigmenty tylko na podłożach zawierających składniki organiczne, lub też po wytworzeniu pseudoparenchymy okrywającej skupienia glonów. Pigment zmienia barwę z purpurowoczerwonej na brunatną pod wpływem tlenu i temperatury. W atmosferze  $\text{CO}_2$  pozostaje czerwony (Ahmadjian 1961). To mogłoby tłumaczyć ujemny wpływ nienormalnego składu powietrza na hodowle Stahla. Jeżeli grzyb może żyć samodzielnie, traci związek z glonami i porost ulega rozpadowi na składowe części.

Najczęstszymi glonami w porostach są gatunki rodzaju *Trebouxia* (Werner 1927; Waren 1920; Jaag 1929, 1933; Ahmadjian 1958, 1959a, 1960a). Na pożywkach zawierających tylko sole mineralne rosną one powoli, bez porównania lepiej rozwijają się przy dostępie glukozy i organicznego azotu. Niektóre gatunki *Trebouxia* rosną w zupełnej ciemności wykorzystując saprofitycznie związki organiczne zawarte w podłożu i nie tracąc zielonej barwy. Inne, np. *Trebouxia decolorans* — symbiont silnie pigmentowanych porostów *Xanthoria parietina* i *Buelia punctata* — tracą na świetle zieloną barwę. U innych gatunków przyspiesza światło wybitnie wzrost, chociaż mogą zupełnie dobrze żyć w oświetleniu. Dobrze wyrosła plecha tego samego okazu może zawierać w sobie kilka różnych fizjologicznie typów glona. Jest również ogólnie wiadome, że ten sam gatunek i morfologiczno-fizjologiczna rasa glonu żyje w różnych gatunkach i rodzajach porostów. Wskazuje to na brak ścisłej zależności grzyba od symbiontycznego glona i brak wpływu na jego sposób życia, o ile tylko niskie natężenie światła spowodowane pigmentacją kory nie wykluczy możliwości symbiozy u niektórych porostów. U większości porostów komponent glonowy zdaje się być mało ważny przy wytwarzaniu charakterystycznych dla gatunku kształtów plechy.

Nieodzownym warunkiem tworzenia się porostów, jest nieobecność w pożywce organicznych składników. Łączenie się symbiontów nie może także nastąpić w warunkach dla jednego z nich nieodpowiednich. Porostowy grzyb musi być zdolny do łączenia się z glonami i tworzenia plechy i porostowych nibytkanek. Zachodzi to przy powolnym wzroście glonów.

Korzyści osiągnane z porostowych połączeń są obustronne. Glon uzyskuje od grzyba sole mineralne — glon może żyć i rozwijać się w pożywkach mineralnych podobnie jak w plezje porostu. Pigmentowana kora porostowa chroni gonidia przed szkodliwymi dla nich promieniami świetlnymi. Usunięcie form światłolubnych niszczy konkurencję i umożliwia *Trebouxia* wzrost nie spotykany poza porostem. Grzyb wykorzystuje saprofitycznie i posażytnicznie związki węgla, azotu i częściowo z obumierających glonów sole mineralne.

Przytoczone badania mają duże znaczenie dla wyjaśnienia biologii porostów. Jednak nie można się w zupełności pogodzić z wyciągniętymi z nich wnioskami. Stałość glonów jest tak duża, że stanowi podstawę przyjętego ogólnie systemu porostów A. Zahlbrucknera (1907). Ponadto poszczególne gatunki mają wyraźnie określoną postać i strukturę, więc trudno przypuścić, żeby łączenie się glonów i grzybów było przypadkowe. Próby oparcia systemu porostów wyłącznie na naturze jednego z komponentów, lub tylko na cechach morfologicznych bez dokładnego zbadania całości organizmu, spotykają się ze stanowczym sprzeciwem botaników.

Prof. dr Józefowi Motyce za cenne wskazówki i udostępnienie literatury serdecznie dziękuję.

## LITERATURA

- Ahmadjian V., 1958. A Guide for the Identification of Algae Occurring as Lichen Symbionts. *Botaniska Notiser*, 111, 4, 632—644. Sverige.
- Ahmadjian V., 1959. A contribution toward Lichen synthesis. *Mycologia*, 51, 1, 56—60. USA.
- Ahmadjian V., 1959a. Experimental observations on the Algal genus *Trebouxia de Puymaly*. *Svensk Bot. Tidskr.* 53, H, 1, 71—80. Uppsala.
- Ahmadjian V., 1960. The Lichen Association. *Bryologist*, 63, 4, 250—254. USA.
- Ahmadjian V., 1960a. Some new and interesting species of *Trebouxia*, a genus of Lichenized Algae. *American Journal of Bot.* 47, 8, 677—683. USA.
- Ahmadjian V., 1961. Studies on Lichenized Fungi. *Bryologist*, 64, 2 et 3, 168—179. USA.
- Ahmadjian V., 1962. Investigations on Lichen synthesis. *American Journal of Botany*. 49, 3, 277—283. USA.
- Jaag O., 1929. Recherches expérimentales sur les gonidies des lichens appartenant aux genres *Parmelia* et *Cladonia*. Thèse, 804, 1—128. Genève.
- Jaag O., 1933. Über die Verwendbarkeit der Gonidialgen in der Flechtensystematik. *Schweiz. Botan. Gesel.* 42, 2, 724—739. Bern.
- Karen A. Anderson, Ahmadjian V., 1962. Investigation on the development of lichen structures in laboratory controlled cultures. *Sv. Bot. Tidskr.*, 56, 4, 501—506. Uppsala.
- Nannenga E. T., 1939. The importance of the gonidia to the classification of the Lichens. *Soc. Bot. Néerland.* 36. Utrecht.
- Scott G. D., 1960. Studies of the lichens symbiosis. 1. The relationship between nutrition and moisture content in the maintenance of the symbiotic state. *New Phytologist* 59, 374—381. USA.
- Waren H., 1920. Reinkulturen von Flechtengonidien. Helsingfors.
- Werner R. G., 1927. Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes de Lichens. Thèses Prés. a la faculté des Sc. de Paris. Ser. A, 1094.
- Werner R. G., 1931. Histoire de la Synthèse Lichénique. *Mém. de la Soc. des Sc. Nat. du Maroc*, 37, 1—40.
- Zahlbruckner A., 1907. *Lichenes*, Specieller Teil. Engler-Prantl, die natürl. Pflanzenam. Leipzig.