

i porostów przypada w zdolności retencyjnej lasu pierwszorzędna rola. Lasy naturalne, o niezniszczonym runie i dobrze rozwiniętej warstwie mchów, są zatem lepszą ochroną przed owością niż sztuczna drągowina o nagiej glebie. Dlatego niszczenie próślinności dna lasu przez grabienie i wrywanie jest bardzo szkodliwe i — prowadzone na wielką skalę — może mieć nieprzewidziane skutki. Usuwanie mchów powoduje nie tylko szybki spływ wody podeszczowej, ale też ułatwia zbijanie się gleby, tak że staje się ona trudno przesiąkliwa, przyspiesza erozję, wysychanie gleby itp. Zjawiska te groźne są szczególnie w terenie górskim, a niestety tam właśnie mchy leśne są może nasilniej eksploatowane, gdyż zastępują one słomę — używa się ich jako ściółki dla bydła i do uszczelniania ścian drewnianych domów. Zagadnienie ochrony mchów i porostów w lesie jest więc zagadnieniem bardzo ważnym, którego nie można pomijać.

Na zakończenie warto jeszcze zwrócić uwagę na fakt, że w niektórych lasach liściastych, takich jak np. buczyny regla dolnego w Karpatach, mchów jest z natury mało, a rolę «gąbki» chłonnaej wodę opadową odgrywa, jak się zdaje, warstwa ściółki i murszu. Bliższe badania na ten temat, przeprowadzone metodą podobną jak opisana, byłyby więc interesujące.

#### LITERATURA

1. Burger H., 1943. Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. III Mitteil., Der Wasserhaushalt im Sperbel- und Rappengraben von 1927/28 bis 1941/42. Mitteil. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, 23, H. 1.
2. Charitonow G. A., 1950. Wodoregulirujuszczaja i protiwoceroznojnaja rol lesa w usłowjach lesostepiej. Goslesbumizdat, Moskwa—Leningrad.
3. Mägdefrau K., 1935. Untersuchungen über die Wasserversorgung der Gametophyten und Sporophyten der Laubmoose. — Zeitschr. f. Botanik, 29.
4. Mägdefrau K. u. Wutz A., 1951. Die Wasserkapazität der Moos- und Flechtendecke des Waldes. — Forstwissenschaftl. Centralblatt 70, H. 2.
5. Stocker O., 1927. Physiologische und ökologische Untersuchungen an Laub- und Strauchflechten. Flora 121.

JADWIGA SIEMIŃSKA

### Barwne śniegi w Tatrach

Zjawisko barwnego śniegu dobrze jest znane mieszkańcom krain podbiegunowych. Śniegi i lodowce polarne zabarwiają się nieraz na znacznej przestrzeni najczęściej na kolor czerwony lub żółty. Nierzadko i góry lodowe płynące z prądem po morzach północnych już z daleka zaciekawiają swym niecodziennym kolorem. Zabarwione

śniegi spotkać można również na lodowcach i wiecznych śniegach w wysokich górach całego świata; tutaj występują one jednak zwykle w postaci niewielkich plam.

Barwny śnieg pojawia się zazwyczaj w miesiącach letnich i związany jest z zakwitaniem, czyli masowym rozwojem jednokomórkowych glonów, najczęściej zielenic, rzadziej wstężnic i bruzdnic. Miliony czerwonych, zielonych lub inaczej zabarwionych mikroorganizmów skupiających się gęsto dają w efekcie wrażenie, że śnieg został przysprószony mialkim, zabarwionym pyłem. Omawiane zjawisko jest interesujące ze względu na niezwykłą wprost zdolność glonów do masowego rozmnażania się w tym szczególnym środowisku, w którym pozornie życie jest prawie niemożliwe. Glony naśnieżne, jakkolwiek niejednokrotnie bardzo blisko spokrewnione z gatunkami występującymi w innych środowiskach, są bardzo silnie związane z środowiskiem śnieżnym; poza nim zwyczajnie nie występują. W związku z tymi właściwościami określono je jako organizmy «kryofilne». Na odwrót inne glony występujące nieraz w bezpośrednim sąsiedztwie śniegu nie mogą się na nim rozwijać.

Glony naśnieżne nie żyją w suchym, świeżo spadłym śniegu. Najkorzystniejsze warunki rozwoju istnieją dla nich w lecie, kiedy śnieg powoli topnieje pod wpływem słońca. Ziarna firnu otoczone są wtedy warstewką wody, która jest właściwym środowiskiem tych glonów. Ze względu na pewne analogie z organizmami planktonowymi, czyli pływającymi w wodzie, objęto je nazwą kryoplanktonu.

Stosunkowo najczęściej spotyka się czerwone zakwity kryoplanktonowe. Najpospolitszym, tworzącym je glonem, znanym z lodowców polarnych i wiecznych śniegów niemal wszystkich wysokich gór na całym świecie, jest zielenica *Chlamydomonas nivalis*. Występuje ona zazwyczaj w kulistych stadiach spoczynkowych lub rzadziej w postaci stadiów ruchomych, opatrzonych dwiema wtkami. Obydwa typy komórek posiadają zdolność szybkiego dzielenia się. Barwik zielony komórek maskowany jest przez dużą ilość czerwonych ziarenek hematochromu. Mniej często przyczyną czerwonego zabarwienia śniegu jest inna zielenica *Scotiella nivalis*, zawierająca w komórkach kropelki tłuszczu z rozpuszczonymi w nich czerwono-żółtymi barwikami karotynowymi. Bardzo rzadkie czerwone zakwity na śniegu powoduje bruzdnica *Glenodinium Pascheri*.

Żółte zakwity glonów naśnieżnych spotykano głównie w Antarktydzie. Głównymi składnikami kryoplanktonu były tam trzy gatunki z rodzaju *Scotiella*: *Sc. nivalis*, *Sc. antarctica* i *Sc. polyptera*.

Zjawisko brązowego śniegu, związane z masowym rozwojem wstężnicy *Ancylonema Nordenskjöldii*, znane jest z okolic podbiegunowych Europy i Ameryki.

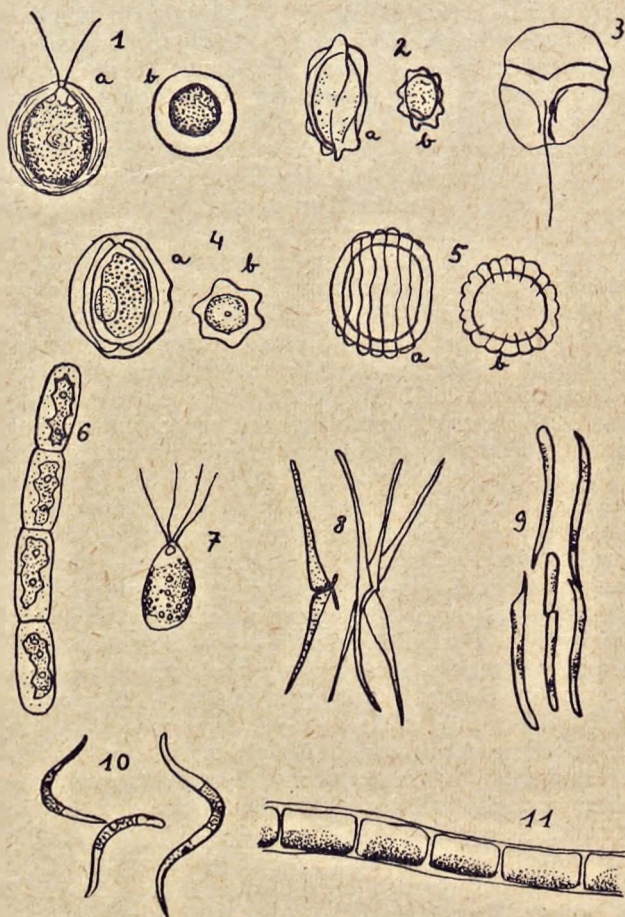
Śniegi zielone należą do rzadkości nie tylko w wysokich górach, ale i w rejonach polarnych. Powodują je zazwyczaj zielenice np. *Raphidium Vireti*, *Ankistrodesmus nivalis*, *A. Tatrae*, *Ulothrix flaccida*.

Zakwitom wszystkich wspomnianych gatunków towarzyszą zazwyczaj jeszcze inne glony naśnieżne, występujące w małych ilościach lub pojedynczo. Poznano dotąd około 70 gatunków, żyjących i rozwijających się na śniegach i lodowcach górskich i polarnych. Zauważono przy tym, że niemal na każdym starym, czyli z roku na rok utrzymującym się płacie śniegu żyją glony kryoplanktonowe, ale do ich masowego rozwoju dochodzi stosunkowo rzadko.

Kolorowe śniegi stosunkowo najlepiej zbadano w Alpach i krajach skandynawskich. W Tatrach obserwacji dotyczących barwnych śniegów jest dotąd niewiele, jakkolwiek niektóre z nich sięgają dawnych czasów. Nieliczne są również naukowe opracowania naśnieżnej flory tatrzańskiej. Być może, iż w rzeczywistości zjawisko barwnych śniegów jest w Tatrach znacznie częstsze niżby można sądzić na podstawie spostrzeżeń utrwalonych w literaturze. Trzeba zaznaczyć, że w większości przypadków barwne śniegi napotykanne były przez turystów, a wzmianki o nich ukazywały się zazwyczaj tylko przyprzypadkowo w popularnym piśmiennictwie krajoznawczo-turystycznym. Ponadto wieczne śniegi w Tatrach zajmują — jak wiadomo — bardzo małą przestrzeń i często w znacznym stopniu pokryte są pyłem skalnym oraz ziemią naniesioną przez wiatr. W tych warunkach zakwity glonów z konieczności zajmują tylko niewielkie powierzchnie, a poza tym mogą być jeszcze maskowane przez czarne naloty mineralne.

Pierwszą wzmiankę o barwnym śniegu w Tatrach spotykamy u Jakuba Buchholza (1752). Píše on, że w jednej z dolin tatrzańskich (Dolinie Mięguszwowieckiej) na płacie stale utrzymującego się śniegu występują często krwiste plamy. Jego zdaniem to deszcz spłukuje cynober z wyżej położonych skał zawierających rudy cynobru, złota i srebra. Następnie J. A. Czirbesz (1772) widział niebieskie i czerwone plamy na śniegu nad Zmarzłym Stawem w Dolinie Świstowej, a zielone przy brzegu częściowo pokrytego lodem Zielonego Stawu w Dolinie Ważeckiej.

Trzecim z kolei obserwatorem podobnego zjawiska był prof. Tytus Chałubiński; widział on czerwony śnieg dwukrotnie i zdawał sobie sprawę, co jest tego przyczyną. Po raz pierwszy w sierpniu 1876 r. zauważył w Dolinie Złomisk (dawna nazwa: Dolina Pusta), na wielkich polach śniegu z daleka widoczne, bladoczerwone smugi. W roku następnym odwiedził ponownie to samo miejsce z prof. Aleksandrowiczem: «Zaprowadziłem go — pisze — «po drodze» i na owe czerwone śniegi, aby to zjawisko u nas rzadkie własnymi oczami oglądał. Wchodzimy na Pustą Dolinę, śniegi są, ale bielutkie. Że jednak przed



Ryc. 6. Glony naśnieżne, powodujące czerwoną barwę śniegu: rys. 1. *Chlamydomonas nivalis*, a) stadium opatrzone wtkami, b) stadium nieruchome; rys. 2. *Scotiella nivalis*, a) komórka widziana z boku, b) z góry; rys. 3. *Glenodinium Pascheri*. — Glony naśnieżne, powodujące żółtą barwę śniegu: rys. 4. *Scotiella antarctica*, a) komórka widziana z boku, b) z góry; rys. 5. *Sc. polyptera*, a) komórka widziana z boku, b) z góry. — Glony naśnieżne, powodujące brązową barwę śniegu: rys. 6. *Ancylonema Nordenskjöldii*. — Glony powodujące zieloną barwę śniegu: rys. 7. *Carteria Györfffy*, rys. 8. *Raphidium Vireti*, rys. 9. *Ankistrodesmus nivalis*, rys. 10. *A. Tatrae*, rys. 11. *Ulothrix accida*.

kilku dniami śnieg w Tatrach padał, musiał pokryć warstwy wieczyste. Odgarnęliśmy miękką wierzchnią skorupę i dobraliśmy się do bladopurpurowego łoża». W latach następnych nie udało się zaobserwować ponownie czerwonego śniegu w tej dolinie. Inż. Janusz Chmielowski 17 razy zaglądał do niej w tym celu w ciągu lat 1895—1925, jednak na próżno.

Z końcem lipca 1880 r. prof. Józef Rostafiński zbadał czerwony śnieg znaleziony na północnym stoku Cubryny. Znalazł w nim masowo występujące czerwone komórki glonu *Chlamydomonas nivalis*, który określił jako *Haematococcus lacustris*, oraz inny, nowy gatunek zielenicy *Chlamydomonas flavo-virens*, który w miejscach, gdzie występuje sam w jednolitych skupieniach, barwi śnieg na kolor zielonawo-żółty.

Jako następny zaobserwował czerwony śnieg znany węgierski taternik Alfred Grösz 20 sierpnia 1911 r. pod Widłami. W liście do botanika Györffy'ego Grösz wspomina prócz tego, że w ciągu wielu lat przed wojną światową widział w Tatrach czerwone pola firnowe, m. i. w Dolinie Wielickiej pod Polskim Grzebieniem, gdzie miejsca zabarwione zajmowały wiele metrów kwadratowych powierzchni. Później, około roku 1921 zjawisko to widział również Stefan Zwoliński pod Lodową Przełęczą w Dolinie Jaworowej.

Kilkakrotnie obserwowali czerwony śnieg bracia Sokołowscy: Stanisław w lipcu 1923 r. w Czeskiej Dolinie ponad Zmarzłym Stawem, Marian w tym samym miejscu w lipcu następnego roku, Adam 10 sierpnia 1923 r. na północnej ścianie Rysów.

Z końcem sierpnia i z początkiem września 1926 r. prof. Istvan Györffy znalazł zielony śnieg w Dolinie Kępy w Tatrach Bielskich. Zdając sobie sprawę z rzadkości tego zjawiska zbadał je i opisał szczegółowo w osobnej rozprawie. Glonem, który przez masowe rozmnożenie się wywołał zabarwienie śniegu, okazał się nieznanym dotąd gatunek kryoplanktonowy *Ankistrodesmus Tatrae*, którego diagnozę podała E. Kol, asystentka prof. Györffy'ego. W latach późniejszych ta sama badaczka znalazła tę zielenicę także i w Alpach pomiędzy innymi kryofitami. Györffy i Kol napotkali ponadto jeszcze czerwony śnieg w Dolinie Złomisk w sierpniu 1927 r. i zielony w Dolinie Trzystarskiej w lipcu 1938 r. Powodem czerwonego zabarwienia śniegu okazał się tu znowu *Chlamydomonas nivalis*; zielone plamy wywołał rozwój masowy nieznaney przedtem zielenicy *Carteria Györffy*.

Czerwony śnieg widzieli również Bolesław Chwaściński i Karol Wallisch w czerwcu 1929 (?) r. powyżej Zmarzłego Stawu pod Polskim Grzebieniem, Witold Paryski pod Przełęczą Szpiglasową na tzw. «Szpiglasowych Perciach» w sierpniu 1938 r. W tym ostatnim przypadku barwę śniegu spowodował masowy rozwój *Scotiella nivalis*

z domieszką mniejszej ilości komórek *Chlamydomonas nivalis*. Następnie w kwietniu 1949 r. Aleksander Rokita i Stanisław Worwa widzieli czerwono zabarwiony śnieg na południowych zboczach Cubryny.

Ostatnio z końcem września ubiegłego roku (1950) autorka niniejszego artykułu napotkała w czasie badań algologicznych malinowoczerwony zakwit *Chlamydomonas nivalis* na płacie starego śniegu nad Morskim Okiem u wylotu prawego żlebu spadającego z północnej ściany Miękuszwowieckiego Szczytu.

Ponadto w lutym bieżącego roku (1951) Zbigniew Jaworowski obserwował rozległe, żółto zabarwione płyty na polach śnieżnych w okolicy Morskiego Oka, a mianowicie w dolnej części północnej ściany Miękuszwowieckiego Szczytu i w żlebie opadającym z Przełęczy Marficzne.

Zagadnienie kryowegetacji zawiera w sobie szereg problemów m. i. z zakresu fizjologii, ekologii i geografii roślin, z których dotąd tylko nieliczne zostały rozwiązane. Wspomnę tutaj o kilku ważniejszych szczegółach z biologii kryoplanktonu.

Najważniejsze procesy życiowe tych glonów, jak asymilacja, oddychanie i rozmnażanie, odbywają się w temperaturze 0° C jako temperaturze topnienia śniegu. Przy nawet nieznacznym obniżeniu temperatury, co w górach w lecie zdarza się często wieczorem i w nocy, procesy życiowe zostają zahamowane niemal zupełnie. Z drugiej strony nawet niewielkie podniesienie się temperatury powyżej 0° wpływa na kryoplankton niekorzystnie, a już powyżej +4° C większość tych organizmów ginie. Mamy tu zatem do czynienia z oligotermami stenotermicznymi, czyli z organizmami mogącymi żyć tylko w niskiej i stałej temperaturze, w tym przypadku 0°.

Woda utrzymująca się pomiędzy ziarnami firnu nie jest chemicznie czysta, lecz zawiera zwykle domieszkę związków chemicznych, pochodzących z rozkładu substancji mineralnych i szczątków organicznych, naniesionych na śnieg. Szczątki organiczne — jak kawałki liści i pędów roślin wyższych, pokruszone plechy porostów skalnych, szczątki zwierząt — ulegają na śniegu szybkiemu utlenieniu zasilając wytopioną z niego wodę w składniki pokarmowe, konieczne dla życia glonów. Pył mineralny pochodzi głównie z wietrzenia skał sąsiadujących z danym płatem śnieżnym i wpływa w znacznym stopniu na odczyn (pH) wody z topniejącego śniegu. W otoczeniu utworzonym ze skał granitowych odczyn wody w powierzchniowej warstwie śniegu wynosi 5,4 do 5,8. Na polach śnieżnych wśród skał wapiennych odczyn jest mniej kwaśny i waha się od 6 do 6,5. Niektóre glony kryoplanktonowe są specjalnie czułe na stopień zakwaszenia wody. Jakkolwiek znaleźć je można niemal na każdym płacie śnieżnym, to jednak masowy

ich rozwój związany jest bardzo wyraźnie z rodzajem śniegu. I tak dla śniegów silikotroficzných, tj. leżących na podłożu granitowym, charakterystyczne są czerwone zakwity glonów (*Chlamydomonas nivalis*, *Scotiella nivalis*); na otoczonych skałami wapiennymi śniegach kalcitroficzných rozwijają się masowo glony zielone (*Raphidium Vireti*, *Raphidonema Chodati*, *Ankistrodesmus Tatrae*, *Ulothrix flaccida*).

Obecność barwików posiada dla kryofitów szczególne znaczenie. Prócz barwików asymilujących u wielu gatunków glonów kryoplanktonowych występują jeszcze dodatkowe barwiki karotynowe (karotyna, ksantofil, hematochrom) lub antocjan. Są to barwiki chroniące komórki glonów przed szkodliwym dla nich działaniem silnego promieniowania słonecznego. Glony posiadające barwiki ochronne, np. *Chlamydomonas nivalis*, są gatunkami światłolubnymi. W rozwoju masowym występują zazwyczaj na stosunkowo silnie nasłonecznionych płatach śnieżnych, opanowując powierzchnię jego warstwę do głębokości kilku centymetrów. Glony pozbawione barwików ochronnych, jak np. *Ankistrodesmus Tatrae*, są z reguły gatunkami cieniulubnymi. W formie zakwitów występują na śniegach słabo oświetlonych, w górach najczęściej na ekspozycjach północnych, sięgając do kilkunastu centymetrów w głąb płatu śnieżnego.

Jak wspomniano, zjawiska barwnych śniegów mogą występować wszędzie tam, gdzie tylko istnieją lodowce lub wieczne śniegi, a zatem nie tylko w strefie polarnej ale i umiarkowanej, a nawet tropikalnej. Skład flory kryoplanktonu zależy jak się okazuje od położenia danego płatu śnieżnego. Jakkolwiek bowiem w różnych ośrodkach obu półkul ziemskich zakwity glonów powodują podobne zabarwienie śniegu, to jednak okazało się, że w różnych okręgach geograficznych panują różne gatunki kryofitów i że także zespoły mikroorganizmów z biotopów leżących w różnych szerokościach i długościach geograficznych różnią się między sobą. Niektóre gatunki kryofitów występują na śniegach tylko jednego z pasm górskich, są jednak i takie, które znane są z rozmaitych ośrodków całego świata.

W górach naszych jedynie w Tatrach i to prawie wyłącznie w Tatrach Wysokich utrzymuje się śnieg przez ciepłe miesiące roku. Są to zazwyczaj niewielkie płyty zalegające ocienione żłebki i szczeliny skalne lub zwały śniegu naniesione w zimie przez lawiny. W porównaniu do rozległych pól śnieżnych i lodowcowych, pokrywających zbocza całych łańcuchów górskich w innych krajach, są one zaledwie nikłą miniaturą. Jednak już z nielicznych dotychczasowych opracowań tatrzańskiej flory naśnieżnej wynika, że wykształca się ona w sposób typowy i że ważne jest jej dokładniejsze zbadanie.