

NATALIA WANDA SKINDER

PROBLEM TOKSYCZNOŚCI SINIC

Przy niewątpliwie bardzo pożytecznej roli sinic (*Cyanophyta*) zarówno w przyrodzie jak i gospodarce człowieka, pewne planktonowe ich gatunki, w czasie swego masowego rozwoju, czyli tzw. zakwitów, mogą budzić zrozumiały niepokój u ludzi. Albowiem prócz nadawania wtedy wodzie specyficznego smaku i mulistego, a niekiedy zbliżonego do odchodów świńskich zapachu, od blisko 90 lat, co jakiś czas, pojawiają się doniesienia o masowym śnięciu ryb oraz zatruciach ptactwa i zwierząt domowych pijących wodę z jezior i stawów z zakwitami tych właśnie glonów.

Po raz pierwszy takie zjawisko opisał Fransis w 1878 roku, z terenu Australii. Woda z zakwittem pospolitej sinicy *Nodularia spumigena* spowodowała wówczas masowe zatrucie bydła domowego, m. in. owiec, koni i psów (Sierenkow i Pachomowa 1965). Podobne zdarzenie, wywołane zakwittem kosmopolitycznego zbiorowego gatunku *Microcystis aeruginosa*, obserwował w stanie Wisconsin (USA) w roku 1948 Prescott (Gerloff, Fitzgerald i Skoog 1951). A w ostatnim czasie Olson (1951, 1960), Shelubsky (1951), Rose (1953), Ingram i Prescott (1954), Hughes, Gorham i Zehnder (1958), jak również Kun i Iwanowa (1965) donieśli o trujących właściwościach wód z zakwitami sinic *Microcystis aeruginosa* i *Anabaena variabilis*. Do opóźnionych zatem już i tak o 50 lat badań algofizjologicznych (w stosunku do roślin wyższych), doszedł jeszcze problem toksyczności sinic.

Aczkolwiek postawiona hipoteza wydzielania toksyn przez sinice znalazła zwolenników, to jednak wątpliwości w jej prawdziwość było znacznie więcej. Do tych ostatnich należy m. in. znany algolog angielski G. E. Fogg, który nawet w wydanej w roku 1962 książce R. A. Lewina „Physiology and Biochemistry of Algae“ stawia wielki znak zapytania co do możliwości produkowania substancji trujących przez *Cyanophyta*, natomiast fakt trujących właściwości wód z zakwitami sinic tłumaczy zużyciem tlenu w zbiornikach wodnych przez olbrzymie ilości, dochodzące do kilku tysięcy komórek w 1 ml wody, owych glonów. Wtedy to, w warunkach anaerobowych, może nastąpić rozwój trujących szczepów bakterii. Także ta rozkładająca się, niekiedy sięgająca 36 kg/m³ wody, olbrzymia masa obumierających sinic, może wydzielać do wody zwykłe w takich wypadkach trujące związki

przemiany materii. W świetle tych rozumowań sinice są pośrednią, a nie bezpośrednią przyczyną szkód.

Analiza jednak obserwacji na ten temat pozwoliła ustalić tylko około 7 gatunków sinic, które w czasie swoich zakwitów nadają wodzie właściwości trujące. Są to najczęściej *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena variabilis*, *A. flos-aquae* i *Nodularia spumigena*. Ponadto *Lyngbya maiuscula* może być toksyczna dla ryb, niezidentyfikowany gatunek *Oscillatoria* dla żab, a *Gonyaulax catenella* nawet dla ludzi. Co prawda, już w 1951 roku Shelubsky określił w ogólnym zarysie fizyczne właściwości toksyn *Microcystis aeruginosa*, ale dopiero 8 lat później Bishop i współpracownicy (Sierenkow i Pachomowa 1965), izolując z kultury tego samego gatunku sinic dwie trujące substancje — położyli kres dyskusji co do możliwości produkowania toksyn przez niektóre gatunki *Cyanophyta*.

Jedna z tych toksyn, otrzymanych przez Bishopa i współprac. w 1959 roku, odznaczała się silnymi właściwościami trującymi i nazwana została FDF, druga natomiast była słabo trująca. Po dokładniejszych studiach okazało się, iż FDF produkuje sinica, podczas gdy toksynę słabo trującą wytwarza bakteria żyjąca w otocze *Microcystis aeruginosa*.

FDF składa się z pięciu polipeptydów, z których tylko jeden jest trujący. Ten trujący polipeptyd jest formą cykliczną zbudowaną z 10 aminokwasów, takich jak m. in. kw. L-asparaginowy-1, L-glutaminowy-2, D-seryna-1, L-walina-1, L-ornityna-2 i L-leucyna-2. Policyklopeptyd ów ma charakter słabego kwasu, rozpuszcza się w wodzie oraz metanolu, etanolu i butanolu, natomiast prawie nie rozpuszcza się w kwasach i fermentach. FDF ma silne własności trujące, gdyż dla myszy już 0,47 mg toksyny na 1 kg żywej wagi zwierzęcia jest dawką śmiertelną.

W roku 1960 Gorham z *Anabaena flos-aquae* wyizolował jeszcze silniejszą truciznę, nazwaną V-FDF. Jest to również polipeptyd, lecz bliżej nieokreślony, o właściwościach fizycznych zbliżonych do FDF. Co ciekawsze, iż dawka V-FDF, która wywoływała już po 10 minutach objawy zatrucia 20 gramowej myszy (konwulsje), a po 3 godzinach jej śmierć, okazała się zupełnie nieszkodliwa dla ryb. Obecnie w ZSRR prowadzi się intensywne badania nad tymi toksynami.

Oprócz FDF i V-FDF niektóre sinice, jak podaje Starmach (1963), wydzielają pochodną hydroksylową amoniaku — hydroksyloaminę (NH_2OH) — substancję silnie trującą oraz dobrze rozpuszczalną w wodzie i metanolu. Ponieważ toksyny sinicowe są dobrze rozpuszczalne w wodzie, zatem podczas rozpuszczania się błon komórkowych mogą łatwo przenikać do wody, nadając jej właściwości trujące.

Na uwagę zasługuje fakt, iż objawy zatrucia toksynami sinic występują przeważnie w krajach strefy klimatu gorącego. Notowano je bowiem w Kalifornii, Południowej Afryce, Italii, Izraelu, ZSRR i Australii. Zgodnie z opinią Olsona (1960), Stewarta i Scotta (Iwanowa 1965) toksyczność sinic objawia się w bardzo suchych i ciepłych latach, kiedy to woda, przy swoim niskim poziomie i wysokiej temperaturze, ma duży ale jednostronny zasób soli mineralnych. Zresztą wtedy właśnie obserwuje się szczególnie intensywne zakwity sinic.

W Europie rzadkie są tego rodzaju zatrucia, mimo, że wymienione toksyczne gatunki sinic są tu pospolite. A więc albo, jak sugeruje Starmach (1963), te same gatunki mają odmiany trujące i nietrujące albo, zgodnie z przeprowadzonymi Scotta i Iwanowej (Iwanowa 1965), tylko w pewnych ściśle określonych warunkach środowiska niektóre gatunki *Cyanophyta* wydzielają toksyny. Jak jest naprawdę — pewnie dalsze badania wykażą.

W świetle dotychczasowych studiów wydają się być wysoce prawdopodobne następujące uogólnienia, a mianowicie że:

- 1) niektóre gatunki sinic produkują substancje toksyczne,
- 2) toksyny te są w różnym stopniu trujące dla różnych zwierząt,
- 3) dzięki rozpuszczalności w wodzie, trucizny te dostają się do niej podczas lizis komórek,

4) toksyczność objawia się wtedy, gdy ogromne skupienia obumierających sinic (podczas tzw. zakwitów wód) wydzielą dostatecznie dużo substancji trującej do wody, dlatego właśnie szczególnie niebezpieczne są pory suche bardzo ciepłego klimatu.

Skoro sinice mają zdolność produkowania toksyn, to kto wie, czy nie jest z tym związana sprawa ich udziału w tworzeniu mułów leczniczych. Albowiem obecność sinic takich, jak m. in. *Chlorogloea sarcinoides*, stwierdzono w peloidach Krymu (Starmach 1966). Nasuwa się również przypuszczenie, iż pewne gatunki sinic mogą produkować fitoncydy, czyli substancje bakterio-, grzybo- i protozoobójcze lub hamujące procesy życiowe tych organizmów.

Niemniej wykrycie toksyn u niektórych sinic ma doniosłe znaczenie tak naukowe, jak i gospodarcze. Posunie na pewno badania nad fizjologią i biochemią sinic znacznie naprzód oraz stanie się zachętą do żmudnych studiów nad peloidami i algicydami. Natomiast w aspekcie gospodarczym przyczyni się do uzyskania nowych substancji silnie trujących, które być może znajdą zastosowanie w lecznictwie i przemyśle chemicznym. Wydaje się przy tym, że te toksyny wytwarzane przez niektóre sinice, pełnią nie tylko rolę ujemną (powodując szkody w rybactwie, hodowlach zwierząt domowych lub nawet bezpośrednio zagrażając człowiekowi), ale również być może są jednym z czynników hamujących nadmierny rozwój innych organizmów w celu utrzymania równowagi biocenotycznej. Nie jest wykluczone, że właśnie sinice odgrywają pewną dodatnią rolę w tworzeniu borowin i różnego rodzaju mułów leczniczych.

LITERATURA

- Bishop C. T., Anet E. F. L. J. i Gorham P. R., 1959: Isolation and identification of the fast-death factor in *Microcystis aeruginosa*. Can. J. Biochem. and Physiol., 37, 453—471.
- Gerloff G. C., Fitzgerald G. P. i Skoog F., 1952: Mineral nutrition of *Microcystis aeruginosa*. Amer. J. Bot., 39, 26—32.
- Gorham P. R., 1960: Toxic waterblooms of blue-green algae. Can. Vet. J., 1, 235—245.
- Hughes E. O., Gorham P. R. i Zehnder A., 1958: Toxicity of a unialgal culture of *Microcystis aeruginosa*. Can. J. Microbiol., 4, 225—236.
- Ingram W. M. i Prescott G. W., 1954: Toxic fresh-water algae. Am. Midland Naturalist 52, 75—87.
- Iwanowa M. W., 1965: Ekologia i fizjologia siniezielonych wodoroslej. Moskwa—Leningrad, Akademia Nauk SSSR, 183—185.
- Lewin R. A., 1962: Physiology and biochemistry of algae. New York and London, Academic Press.
- Olson T. A., 1960: Water poisoning — a study of poisonous algae blooms in Minnesota. Am. J. Public Health, 50, 883—884.
- Shelubsky M., 1951: Observations on the properties of a toxin produced by *Microcystis*. Proc. Intern. Assoc. Theoret. and Appl. Limnol., 11, 362—366.
- Starmach K., 1963; Flora słodkowodna Polski, t. I, Rośliny słodkowodne, Warszawa, PWN.
- Starmach K., 1966: Flora słodkowodna Polski, t. II, Cyanophyta — Sinice, *Glaucophyta*-Glaukofity, Warszawa, PWN.
- Sierenkow G. P. i Pachomowa M. W., 1965: Ekologia i fizjologia siniezielonych wodoroslej. Moskwa—Leningrad, Akademia Nauk SSSR, s. 182—183.