

Rozdział I

WSTĘP

Rośliny w akwarium to książka dla akwarystów chcących założyć zbiornik z roślinami i zrozumieć procesy ekologiczne, jakie w nim zachodzą.

Większość książek o roślinach akwariowych jedynie wymienia i opisuje poszczególne gatunki lub przedstawia, jak urządzić zbiornik z roślinami. Ta książka jest inna. Objasnia podstawowe mechanizmy funkcjonowania ekosystemu akwarium: w jaki sposób rośliny oddziałują na ten ekosystem i jak on oddziałuje na nie. Pokazuje, że rośliny stanowią nie tylko element dekoracyjny, ale mogą także pomóc w utrzymaniu zdrowia ryb i w ograniczeniu czynności pielęgnacyjnych w zbiorniku.

Oprócz tego moja książka przedstawia obszernie dane naukowe, z którymi akwaryści nigdy się nie zetknęli. Częstokroć stoją one w sprzeczności z poglądami panującymi w akwarystyce – poglądami niejednokrotnie opartymi raczej na przestarzałych książkach i na obserwacjach hobbystów niż na danych doświadczalnych.

Rośliny, o których będzie tu mowa, pochodzą z oczek wodnych, jezior, mokradeł i oceanów. Wiele z nich, np. nurzańce, rogatek czy kabomba, jest dobrze znanych akwarystom. Inne, np. rdestnice i onowodki czy „trawy morskie”, być może są im obce. Jednakże podstawowe wymagania i fizjologia roślin wodnych, obojętne, czy pochodzą z oceanu, czy z tropikalnego strumienia, są takie same. Zatem używane w badaniach naukowych pojęcie „roślina wodna” często można odnieść do „rośliny akwariowej”. Moim zdaniem, rozróżnienie między nimi jest nieostre i wynika z ogromnej różnorodności gatunków, którymi interesują się zarówno akwaryści, jak i botanicy.

Chociaż książka poświęcona jest problematyce pielęgnacji, wiele poruszanych zagadnień dotyczy także aspektu dekoracyjnego. Jeśli zachodziła taka potrzeba, zaznaczałam, że mogą istnieć pewne rozbieżności.

W celu przybliżenia akwarystom wyników badań naukowych i możliwości ich wykorzystania zamieszczam też najczęściej zadawane, autentyczne

„Pytania i odpowiedzi”, a na końcu każdego rozdziału praktyczne omówienie poruszanej w nim problematyki. W ostatnim rozdziale opisuję, jak założyć niedrogi i łatwy w utrzymaniu akwarium.

Treść książki została pogrupowana wokół trzech zagadnień: (1) jak rośliny oddziałują na ekosystem akwarium, (2) jakie czynniki wpływają na rośliny oraz (3) w jaki sposób hobbysci mogą wykorzystać te informacje, aby stworzyć udane akwarium w domu.

A. Rozdziały

1. Wstęp

Krótko omawia cele i strukturę książki oraz cechy „zdrowego” akwarium.

2. Rośliny oczyszczają wodę

Poruszam w nim zagadnienia toksycznego wpływu na ryby i rośliny zanieczyszczeń obecnych w wodzie – metali ciężkich, amoniaku i azotynów – oraz w jaki sposób rośliny przeciwdziałają temu zjawisku, oczyszczając wodę i chroniąc zwierzęta.

3. Allelopatia

Allelopatia, zdefiniowana jako chemiczne oddziaływanie między organizmami, w akwariach domowych najprawdopodobniej występuje powszechnie. Przedstawiam dowody naukowe na istnienie interakcji o charakterze allelopatycznym pomiędzy wyższymi roślinami wodnymi, glonami, bakteriami, bezkręgowcami i rybami. Wymieniam związki chemiczne wyizolowane z szeregu roślin, które hamują rozwój określonych organizmów. Zastanawiam się także, w jaki sposób allelopatia wpływa na życie w akwarium.

4. Bakterie

Przeprowadzam klasyfikację procesów zachodzących przy udziale bakterii w zależności od ich

pozytywnego lub negatywnego wpływu na życie w zbiorniku. Tematyka obejmuje wytwarzanie przez bakterie heterotroficzne składników pokarmowych, CO₂ oraz substancji humusowych. Wyjaśniam ponadto, jak bakterie w akwarium zarówno wytwarzają, jak i unieszkodliwiają toksyny.

5. Źródła składników pokarmowych

Porównuję trzy potencjalne źródła składników pokarmowych dla roślin: pokarm dla ryb, podłoże i wodę wodociagową. Wykorzystuję tam pewien model akwarium, aby ująć ilościowo teoretyczny udział każdego źródła. Dowodzę, że pokarm przeznaczony dla ryb zawiera wszystkie pierwiastki, jakie są potrzebne roślinom, a podłoże zapewnia większość mikroelementów. Porównuję wodę twardą z miękką jako źródłami składników mineralnych. W końcowej analizie zastanawiam się, które ze źródeł najlepiej zapewnia obecność poszczególnych składników.

6. Węgiel

Pokrótkę charakteryzuję rolę węgla w zasadowości i buforowaniu wody, a szerzej jako składnika pokarmowego dla roślin. Wyjaśniam, dlaczego często jest on czynnikiem ograniczającym dla roślin zanurzonych, nie tylko w środowisku naturalnym, ale także w akwariach. Opisuję strategie podejmowane przez rośliny w celu zdobycia tego pierwiastka. W końcowej części doradzam, w jaki sposób akwaryści mogą pomóc swoim roślinom w uzyskaniu większych ilości dwutlenku węgla.

7. Odżywianie roślin a ekologia

Opisuję podstawy odżywiania roślin wodnych. Wymieniam wymagane pierwiastki, rolę, jaką spełniają, a także ich formy chemiczne (nawozy). Omawiam pobieranie składników mineralnych z podłoża i z wody. Wykazuje, że rośliny wodne przedkładają związki amonowe nad azotany jako źródło azotu oraz dlaczego z tego powodu w akwariach roślinnych filtracja biologiczna ma mniejsze znaczenie. Zastanawiam się ponadto, w jaki sposób chemia wody w naturalnym środowisku życia roślin wpływa na ich zapotrzebowanie na substancje pokarmowe.

8. Podłoże

Większość akwarystów nie stosuje podłoża glebowego w swoich zbiornikach, co może być główną przyczyną problemów z uprawą roślin. Aby lepiej zrozumieć ten ważny temat, omawiam ogólną naturę gleb, by następnie zagłębić się w jeszcze bardziej skomplikowaną tematykę gleb zalanych. Na koniec opisuję, w jaki sposób akwaryści mogą stosować glebę w swoich zbiornikach.

9. Korzyści z życia nad powierzchnią wody

Poruszam najistotniejsze problemy, jakie napotykać zanurzone rośliny wodne; wyjaśniam, dlaczego roślinom wynurzonym jest znacznie łatwiej funkcjonować. Opisuję, w jaki sposób akwaryści mogą wspomagać wzrost napowietrzny, aby zoptymalizować ekosystem akwarium.

10. Walka z glonami

Rozdział skupia się na głównym problemie, z jakim zmagają się wielu akwarystów: zbiorniki opalone przez glony. Zostają poddane ocenie metody stosowane powszechnie przez hobbystów w celu zwalczania glonów. Omawiam dokładniej dodatkowe czynniki, które można wykorzystać w tej walce (konkurencja między roślinami wyższymi i glonami, widma świetlne, ograniczenie dostępności żelaza etc.). Wykorzystując te informacje, pokazuję akwarystom, jak można z powodzeniem uwolnić się od tej plagi i przy okazji nie zniszczyć ekosystemu akwarium.

11. Zakładanie i pielęgnacja akwarium w praktyce

Moim zdaniem, akwaria roślinne są znacznie łatwiejsze w utrzymaniu niż zbiorniki pozbawione roślin. Rośliny ograniczają rozwój glonów i sprawiają, że zbiornik jest zdrowym miejscem życia ryb bez stosowania środków chemicznych, czystych podmian wody i odmulania podłoża. W rozdziale tym opisuję, jak zakładać akwaria z roślinami, przez co są one niedrogie i łatwe w pielęgnacji. Przedstawiam także moje własne wskazówki dotyczące wyboru ryb, oświetlenia, podłoża, filtracji itd., które akwaryści mogą wykorzystać przy zakładaniu podobnych zbiorników.

B. Czy pojęcie „akwarium w stanie równowagi” jeszcze jest aktualne?

Starsze książki akwarystyczne opowiadały się za akwarium, w którym rośliny i ryby „równoważą” nawzajem swe potrzeby. Nerozerwalnie z tym pojęciem wiązał się zdrowy wzrost roślin, ale wielu akwarystów uważało, że zbiorniki z roślinami trudno pielegnować. Mizerne rośliny wyższe i nieograniczony rozwój glonów ciągle stanowiły problem. W ten sposób z biegiem czasu idea tworzenia naturalnych akwariów z roślinami traciła swoją pierwotną atrakcyjność [1]. Wielu hobbystów zarzuciło więc tę myśl i w ogóle zrezygnowało z żywych roślin.

Poza tym wielu akwarystów i sprzedawców mało interesowało się roślinami, a skupiało się przede wszystkim na pielęgnacji i rozmnażaniu ryb. Metody przez nich stosowane i zalecane niejednokrotnie nie sprzyjały uprawie roślin. Przykładowo: optymalne warunki do trzymania ryb często wymagają intensywnej filtracji biologicznej, silnego napowietrzania, filtrów podżwirowych oraz częstego odmulania zbiornika. Początkujący akwaryści, którzy usiłowali przystosować te metody do uprawy roślin, co rusz ponosili klęskę.

Inni akwaryści, głównie europejscy, w ciągu ostatnich 20 lat rozwinęli bardzo udane techniki uprawy roślin akwariowych. Zaawansowana technologia, którą się posłużyli, rzeczywiście pozwala na otrzymanie pięknych akwariów roślinnych, które określiam jako akwaria „High-tech” [zaawansowane technicznie – *przyp. tł.*]. Zbiornik taki faktycznie wygląda jak wycinek natury. Niestety, nienaturalne metody zastosowane dla utrzymania takiego akwarium nie brały pod uwagę istnienia wielu naturalnych procesów zachodzących przy udziale bakterii i roślin. W rezultacie zdrowe ryby i rośliny wprawdzie przypominały naturalne akwarium w stanie równowagi biologicznej, ale środki, jakie zastosowano, były dalekie od naturalnych, kosztowne i wymagały dużego nakładu pracy.¹

W niniejszej książce chciałabym wskrzesić dawną wersję naturalnego akwarium z roślinami, ale wzbogaconą o znacznie lepsze zrozumienie jego funkcjonowania.

C. Cechy naturalnego akwarium typu „Low-tech”

Moje akwaria „Low-tech” [czyli o słabym zaawansowaniu technicznym – *przyp. tł.*] charakteryzują się niewielką lub umiarkowaną obsadą ryb, zmniejszonymi filtracją i odmulaniem, dużą ilością zdrowych roślin oraz urozmaiconym zestawem mikroorganizmów. Kwestią podstawowym znaczeniu w moim akwarium naturalnym są: umiarkowanie silne oświetlenie, podłoże wzbogacone o zwykłą glebę oraz dobrze przystosowane rośliny. Różni się zatem od typu, z którym ma na co dzień do czynienia większość Amerykanów – zbiorniki ze słabym światłem i substratem ze żwiru.

Jednocześnie różni się od zbiorników „High-tech” tym, że w większym stopniu czerpie korzyści z procesów naturalnych. Akwaria typu „Low-tech” są łatwiejsze (i tańsze) w zakładaniu i utrzymaniu, a to dlatego że w pełni są w nich wykorzystywane właśnie procesy naturalne. Na przykład: dwutlenku węgla roślinom dostarczają bakterie i ryby (zamiast sztucznego nawożenia CO₂). Rośliny i bakterie glebowe – a nie filtry zraszane – usuwają amoniak z wody i chronią ryby. Pokarm dla ryb i gleba – a nie nawozy z mikroelementami – są źródłem pierwiastków śladowych dla roślin.

Jakie są charakterystyczne cechy akwariów „Low-tech”?

1. pH pozostaje stabilne

Jednym z kryteriów oceny dobrego akwarium jest stabilne pH; w zbiorniku reakcje generujące kwasy i zasady są ze sobą powiązane. Akwarium, w którym woda ulega systematycznemu zakwaszeniu, nie znajduje się w stanie równowagi, zazwyczaj z powodu nadmiernej nityfikacji przebiegającej

¹ Akwaria „High-tech” wspiera dwóch europejskich producentów Dupla oraz Dennerle. Dosyć drogie są kompletne zestawy, na które się składają: oświetlenie metalohalogenkowe, nawożenie CO₂ z automatyczną regulacją pH, filtry zraszane, codzienne nawożenie roślin oraz kable grzejne do podłoża [2, 3]. Dla przykładu: założenie 340-litrowego zbiornika „Super Show Tank” opartego na systemie Dupli kosztuje ponad 3500 dolarów [4].

w filtrze. W Tabeli I-1 znajduje się zestawienie procesów biologicznych i fizycznych, które wpływają na pH w akwariach.

Tabela I-1. Główne procesy wpływające na pH w akwarium.

Procesy kwasotwórcze (pH się obniża)	Procesy zasadowotwórcze (pH rośnie)
oddychanie ryb	fotosynteza prowadzona przez rośliny wyższe i glony
nitryfikacja prowadzona przez bakterie w filtrze	denitryfikacja prowadzona przez bakterie
metabolizm bakterii (np. rozkład materii organicznej)	mieszanie się wody i powietrza (utrata CO ₂)

2. Akwarium jest łatwe w utrzymaniu

Cechą charakterystyczną akwarium typu „Low-tech” jest to, że jest ono łatwe w utrzymaniu. Zbiorniki dobrze funkcjonują bez ingerencji ze strony akwarysty, bez szczególnych zabiegów i bez czyszczenia. Przykładowo: moje akwaria często obywają się bez podmian wody przez sześć miesięcy, a nawet dłużej. Ryby są dobrze karmione, tak więc rośliny nie wymagają sztucznego nawożenia. Jedynymi zabiegami, jakie należy systematycznie przeprowadzać, są uzupełnianie odparowanej wody i usuwanie nadmiaru roślin. Akwaria niebędące w stanie równowagi wymagają nieustannego czyszczenia i innych zabiegów.

3. Ryby zachowują się normalnie

Normalne zachowanie się ryb to dobry wskaźnik zdrowego, zrównoważonego ekosystemu. Oznacza to, że ryby żywawe, takie jak tęczanki czy pielęgnice, powinny przepychać się do jedzenia w czasie podawania im karmy. Samce gupików winny aktywnie zalecać się do samic.

Pytanie: Stosuję regulator pH (zawierający fosforany), by powstrzymać spadek odczynu, ponieważ woda ciągle ulega zakwaszeniu (rośliny nie rosną tak dobrze, jak bym tego chciał). Czy sądzisz, że fosforany zawarte w tym środku będą ułatwiać rozwój glonów?

Odpowiedź: Mogą, ale większym zmartwieniem jest fakt, że w Twoim zbiorniku woda ulega systematycznemu zakwaszaniu. W wielu akwariach powodem zakwaszenia jest nityfikacja prowadzona w filtrze. W zbiornikach z samymi rybami nie można na to nic poradzić, ale w akwariach z roślinami fotosynteza, denitryfikacja i inne procesy o silnych właściwościach zobojętniania kwasów utrzymują pH na odpowiednim poziomie.

Zbiorniki, w których następuje zakwaszenie, to te, gdzie rośliny rosną słabo. W moich zbiornikach pH zawsze utrzymuje się na poziomie obojętnym lub zasadowym. Reakcje „zasadowotwórcze” znoszą się z reakcjami „kwasotwórczymi”. Popracowałabym nad poprawą wzrostu roślin w Twoim akwarium.

Zachowanie nienormalne (brak apetytu) albo niemożność rozrodu często wskazują na wodę zanieczyszczoną. Na przykład skądinąd ruchliwe ryby przestaną pobierać pokarm, gdy stężenie azotynów osiągnie zbyt wysoką wartość.

D. Dobroczynny wpływ roślin w akwariach

Przedstawiam tu listę pozytywnych funkcji, jakie rośliny (jeśli tylko pozwolic im rosnąć) pełnią w akwarium:

1. *Chronią ryby, usuwając amoniak.* Rośliny chętnie pobierają toksyczny amoniak, mimo że w podłożu i w wodzie może być pod dostatkami azotanów. Dzieje się tak dlatego, że rośliny wodne wykazują zdecydowaną preferencję w pobieraniu właśnie amoniaku (patrz s. 101-103).

2. *Chronią ryby, usuwając metale z wody.* Metale ciężkie mogą od razu zabić ryby, a nawet jeśli

nie, utrudniają ich rozmnażanie i zmniejszają apetyt, co może ostatecznie doprowadzić zwierzęta do choroby. Rośliny łatwo pobierają z wody duże ilości metali ciężkich, takich jak: ołów, kadm, miedź czy cynk. Ponadto z rozkładu tkanek roślinnych powstają substancje humusowe, które łączą się i unieszkodliwiają te metale (patrz s. 18-20).

3. *Ograniczają rozwój glonów.* Wydaje się, że dobry wzrost roślin wyższych wpływa hamująco na rozwój glonów, zarówno w naturze, jak i w akwariach. Nie jest do końca jasne, w jaki sposób się to odbywa. Wiadomo jednak, że rośliny wytwarzają i uwalniają do wody szereg związków o działaniu allelopatycznym, które są łagodnie trujące dla glonów (patrz s. 40-42). Poza tym łatwo usuwają żelazo z wody, tym samym pozbawiając glony ważnego dla nich składnika pokarmowego (patrz s. 158-160).

Pytanie: Mój czarny teleskop chorował przez ostatnie dwa tygodnie. Wydaje się, że stracił łuski i jest pokryty jakąś białą włóknistą materią. Jego ciało jest teraz szare, a nie ciemnobrązowe. Trzymam ryby w małym 7-litrowym zbiorniku bez roślin, ale jest tam niewielki filtr i podmieniam 10-20% wody tygodniowo.

Mam jeszcze jeden zbiornik, o pojemności 38 litrów, z dużą ilością roślin i czerwonymi męczykami (są tam także ich młode), które mają się dobrze. Czy mam zastosować antybiotyki?

Odpowiedź: Złe warunki w akwarium mogą obniżyć odporność ryb na infekcję bakteryjne. Antybiotyki mogą wyleczyć chorobę, ale niewiele działają w przypadku problemu leżącego u jej podstaw – trującego podłoża, skażonej wody itd. Ja wyczyściłabym akwarium albo przeniósł czarnego teleskopa do akwarium z roślinami.

Wynik: Włożyłem rybę do tego drugiego, 38-litrowego zbiornika. W ciągu dwóch tygodni wyzdrowiał. Teraz zjada tam ślimaki!

4. *Stabilizują pH.* Fotosynteza to główna reakcja odkwaszająca, dlatego zdrowe, szybkie rosnące rośliny przeciwdziałają zakwaszeniu wody.

5. *Zwiększają biologiczną aktywność w zbiorniku.* Większość mikroorganizmów (bakterie, pierwotniaki, grzyby, glony itd.) nie żyje swobodnie w toni wodnej, lecz na jakichś powierzchniach. Rośliny, zwłaszcza korzenie gatunków pływających, to idealne miejsce do osiedlenia się dla licznych żyjątek (patrz s. 144-145), z których wiele przerabia substancje pokarmowe i stabilizuje ekosystem akwariów.

6. *Nattleniają wodę.* Więcej tlenu dla ryb pochodzi prawdopodobnie z powietrza, a nie z fotosyntezy prowadzonej przez rośliny wyższe. A chociaż prawda jest taka, że zdrowe rośliny także wykorzystują tlen („oddychają” tak jak ludzie) i wydalają znacznie więcej tego gazu w wyniku fotosyntezy, niż pochłaniają przy oddychaniu. Nawet gdy rośliny nie fotosyntetyzują, np. w nocy, usuwają prawdopodobnie mniej tlenu, niż można by się spodziewać, a to dlatego, że wolą wykorzystywać tlen zgromadzony w swoich tkankach, niż pobierać go z wody.²

7. *Usuują CO₂ z wody.* Nadmiar dwutlenku węgla – podobnie jak i brak tlenu – może spowodować uduszenie się ryb (zwierzęta ciężko dyszą przy powierzchni [6]). Za dnia rośliny zazwyczaj usuwają cały CO₂ z wody.

8. *Zapobiegają zatruciu podłoża.* Z mojego doświadczenia wynika, że podłoże, w którym rośliny rosną dobrze, nie ulega zatruciu i rzadko (o ile w ogóle) wymaga odmulania. W dobrym stanie utrzymują je korzenie (patrz. s. 127).

E. Ułatwianie wzrostu roślin w akwarium

Wielu akwarystów chciałoby uprawiać rośliny w swoich zbiornikach, ale ich do tego zniechęcają powtarzające się niepowodzenia albo wysokie koszty systemów „High-tech”. Dlatego pozostała część książki

² Podczas fotosyntezy tlen szybko gromadzi się w kanałach powietrznych (*lacunae*), które stanowią ogromne zbiorniki na gaz wypełniające nawet ok. 70% wnętrza rośliny. Tak zmagazynowany tlen wykorzystywany jest przez rośliny do oddychania zarówno w dzień, jak i w nocy [5].

poświęcona jest czynnikiem wpływającym na wzrost roślin w akwarium. A są to:

1. *Składniki pokarmowe*. Woda wodociągowa, podłoże glebowe i pokarm dla ryb bez trudu dostarcząją wszystkich niezbędnych składników dla roślin akwariowych (patrz Rozdział V „Źródła składników pokarmowych”).

2. *Ograniczanie rozwoju glonów*. Rośliny nie mogą rosnąć, jeśli zarastają je glony. Praktyczne metody, przeznaczone do działania zarówno szybkiego, jak i długofalowego, zostały przedstawione w Rozdziale X „Walka z glonami”.

3. *Żyzne podłoże*. Skoro teoretycznie rośliny wodne mogą pobierać wszystkie potrzebne substancje z wody, zatem co złego w podłożu zwirowym? Jednakże w praktyce podłoże takie okazuje się niezbyt dobre. Rośliny potrzebują żyznego substratu, by mogły dobrze rosnąć i konkurować z glonami (patrz Rozdział VIII „Podłoże”).

4. *Bakterie*. Bakterie rozkładają materię organiczną do dwutlenku węgla i innych substancji pokarmowych, które mogą być wykorzystane przez rośliny. Skomplikowana, ale ciekawa rola, jaką bakterie pełnią w ekologii akwarium, została opisana w Rozdziale IV „Bakterie”, ale ten temat przewija się właściwie w całej książce.

5. *Wzrost nad powierzchnią wody*. Rośliny, które wyrastają nad powierzchnię po światło i dwutlenek węgla, rosną znacznie lepiej niż rośliny zanurzone (Rozdział IX „Korzyści z życia nad powierzchnią wody”). Wykorzystując rośliny pływające i umożliwiając wyrastanie nad powierzchnię wody gatunkom za-

nurzonym, akwaryści mogą zwiększyć masę roślin w akwarium.

6. *Światło*. Odpowiednie oświetlenie ma zasadnicze znaczenie dla dobrego wzrostu roślin. W Rozdziale XI „Zakładanie i pielęgnacja akwarium w praktyce” omawiam wykorzystanie światła dziennego i jarzeniowego w domowym akwarium.

7. *Dobór gatunków*. Różne gatunki roślin mogą różnie reagować na warunki, jakie występują w akwarium, takie jak: oświetlenie, podłoże, chemia wody, dostępność dwutlenku węgla oraz obecność innych roślin. Najlepiej sprawdzają się nowe zbiorniki z dużą liczbą gatunków.

BIBLIOGRAFIA

1. Atz JW. 1952. The balanced aquarium myth. W: Axelrod HR (red.). Tropical Fish as a Hobby. McGraw-Hill (New York), s. 215-227.
2. Horst K & Kipper HE. 1986. The Optimum Aquarium. AD aquadocumenta Verlag GmbH (Bielefeld).
3. Dennerle I & Lilje H. System for a Problem-Free Aquarium. Dennerle GmbH.
4. Booth G & Booth K. 1993. Some assembly required (Pt 8). The Aquatic Gardener 6(4): 109-116.
5. Wetzel RG. 1983. Limnology (wyd. II). Saunders College Publishing (Philadelphia), s. 529.
6. Reid SG, Sundin L, Kalinin AL, Rantin FT & Milsom WK. 2000. Cardiovascular and respiratory reflexes in the tropical fish traira (*Hoplias malabaricus*): CO₂/pH chemore sponses. Respiration Physiology 120: 47-59.