

od autora

Osobne odbicie z Tygodnika „Kłosa” Nr. 21, 22 i 24 z r. 1927.

Z KSIĘGOZBIORU
DR WACŁAWA ROSZKOWSKIEGO

WŁODZIMIERZ KULMATYCKI,
Kierownik Pracowni Rybackiej Państwowego Naukowego Instytutu
Rolniczego w Bydgoszczy.



WODY RYBNE ICH ZANIECZYSZCZENIA ORAZ METODY BADANIA BIOLOGICZNEGO

1. Wstęp. Wody rybne stanowią jedno z naturalnych bogactw naszego kraju. W dawniejszych czasach, bogactwo to było b. znacznem i stanowiło ważną gałąź produkcji rolnej. Obecnie rybactwo coraz bardziej zęża swoją działalność, głównie dzięki wzrastającej kulturze i wzmagającemu się z nią przemysłowi, niszczącemu naturalną produkcję ryb, przez wprowadzanie do wód rybnych ścieków swych zakładów. Ścieki te zawierają rozliczne substancje, szkodliwe dla życia ryb bezpośrednio lub pośrednio. Ujemne działanie ścieków może być unieszkodliwione albo na drodze chemicznej, albo też biologicznej. W pierwszym wypadku chemikalja dodane sztucznie neutralizują substancje trujące, w drugim procesy biologiczne na naturalnej drodze zamieniają istotę ścieków, rozkładając substancje szkodliwe na obojętne związki.



*odab
Zp. 13700.
29.7.45
Jp*

Stwierdzić należy, że mimo starania czynników rządowych, którym zależy na utrzymaniu czystości naszych wód, nie tylko z punktu widzenia rybackiego, ale również higienicznego, estetycznego i ochrony przyrody, przemysł przeważnie niechętnie i z ociąganiem poddaje się przepisom asanizacji wód, pomimo tego nawet, że ciężary wynikające z tytułu konieczności oczyszczania wód, są nieznaczne i wymagają niewielkich wkładów. W czem należy szukać przyczyn tego ujemnego stosunku przemysłu do kwestji utrzymania czystości wód, trudno wyjaśnić; być może gra tu pewną rolę owa obojętność kapitału dla wszelkich zjawisk życiowych i społecznych, leżących poza obrębem jego bezpośrednich interesów.

Kwestja zanieczyszczeń wód w obrębie Polski, poza pewnymi ośrodkami przemysłowemi, stoi obecnie u nas nienajgorzej, w porównaniu z krajami zachodnio-europejskiemi: Anglią, Niemcami, Szwajcarią i t. p., t. j. z państwami o wysoko rozwiniętym przemyśle. Przemysł nasz, o stosunkowo małej ilości placówek, nie był jeszcze w stanie zniweczyć całkowicie polskich wód, lecz tembardziej baczyć należy, by wzmagając i rozrastając się, nie znalazł się wobec braku odpowiedniego zainteresowania się ze strony czynników powołanych do straży nad czystością wód. Stosunki zagranicy powinny być dla nas „przykładem odstraszającym“, gdyż tam stosunkowo zapóźno poczęto poświęcać należytą uwagę temu zagadnieniu, wskutek czego cały szereg wód i pod względem higienicznym i rybackim został zniszczony.

Hygieniści stwierdzając, że bakterje chorobotwórcze mogą się znajdować we wszystkich wodach rzecznych i jeziorowych, nie tylko zanieczyszczonych, ale i czystych i wyłączając w konsekwencji używalność tych wód dla ludzi, przestali im

poświęcać dostateczną uwagę; wobec tego kwestja czystości wód spoczywa dziś wyłącznie na barkach rybaków, którzy muszą stanąć na straży i prowadzić jaknajgorętszą walkę w obronie swych warsztatów pracy.

2. Wody „czyste“ i zanieczyszczone. W naturze nie widzimy „wód czystych“ w pojęciu chemicznym, t. j. składem swym odpowiadających wodzie destylowanej. Każda woda, rzeczna czy źródłana, potokowa czy jeziorna, stawowa czy nawet deszczowa, zawiera w sobie pewną ilość „zanieczyszczeń“, substancyj obcych, zawieszonych lub rozpuszczonych; mogą one być w stanie lotnym lub stałym, w formie soli mineralnych czy materji organicznej, dostających się do wody w momencie przenikania z warstw głębszych skorupy ziemskiej na powierzchnię ziemi, lub też po przeniknięciu już w czasie cyrkulacji po terenach różnych geologicznie. Pewna ilość substancyj tych jest niezbędnie konieczną, o ile woda ma być środowiskiem życiowem dla organizmów roślinnych i zwierzęcych; pewne quantum „zanieczyszczeń“ możemy określić jako normalne i taką wodę możemy uważać za „naturalnie czystą“. Taką wodą jest woda źródłana, z wyłączeniem t. zw. „źródeł mineralnych“, mających wody o nadmiarze jednego, czy więcej składników mineralnych.

Woda źródłana jakkolwiek zawiera rozpuszczoną w sobie pewną ilość związków chemicznych, charakteryzuje się minimalną ilością lub brakiem zupełnym substancyj organicznych oraz drobnoustrojów, dzięki filtrującemu działaniu ziemi, która już w głębokości kilkunastu metrów jest prawie zupełnie wolną od bakteryj. Źródłana woda, dostawszy się na powierzchnię, szybko jednak zmienia swój skład chemiczny i poczyna się „zaludniać“ istotami żywymi oraz przyjmuje spływające

z otaczających przestrzeni związki organiczne. O wzmaganiu się np. ilości bakteryj w wodach płynących świadczy fakt, że w 1 cm³ wody źródlanej bezpośrednio przy wyjściu z ziemi, znajdujemy od 0 do 10 drobnoustrojów; w strumyku lodowcowym w odległości 600 m. od lodowców już około 200. Sekwana powyżej Paryża zawiera w 1 cm³ wody 4.800 drobnoustrojów, poniżej tego miasta już 12.800; Sprewa powyżej Berlina 4.300, poniżej 97.400; wody ściekowe Paryża zawierają 6.000.000, zaś Berlina 50.000.000 drobnoustrojów.

„Naturalne“ zanieczyszczenia wody nie stanowią, ani dla higieny, ani też przedewszystkiem dla gospodarki rybnej zasadniczych przeszkód, tak jak wywołane przez kulturę ludzką.

3. Życie w wodzie. W słodkich czy śródlądowych wodach rybnych rozróżniamy dwa typy: wody bieżące i wody stojące. Wśród wód stojących wyróżniamy zbiorniki naturalne czyli jeziora (w znaczu rybackim, nie hydrobiologicznem), oraz zbiorniki sztuczne czyli stawy. Zarówno wśród organizmów wód bieżących, jak i stojących wyodrębniamy pewne zespoły życiowe, więc przybrzeżny denny i wolnej wody. Wobec zasadniczych różnic w naturalnych warunkach wód bieżących i stojących i przystosowania się zwierząt i roślin do specyficznych warunków życiowych poszczególne zespoły są rozmaicie wykształcone, tak pod względem jakościowym, jak i ilościowym.

W partjach przybrzeżnych rzek i na dnie znajdujemy liczne zwierzęta i rośliny; jedne z roślin rosną przy brzegach, dając schronienie wśród swych łodyg i liści zanurzonych pod powierzchnią wody, rozmaitym zwierzętom mikro i makroskopowym, oraz roślinom drobnowidzowym.

Występują tu specjalne gatunki organizmów, właściwe jedynie tym partjom. Dno rzek jest mniej lub więcej wolne od roślinności mikroskopowej, albo też obficie nią pokryte zależnie od prądu itp. warunków; nigdy nie brak tu drobnych, gołym okiem niewidzialnych, roślin, głównie wodorostów i okrzemek. Na dnie rzek, czy to wśród roślin większych t. zw. zanurzonej flory, która specjalnymi przystosowaniami, jak giętkimi lecz silnymi łodygami, zmniejszeniem swej powierzchni przez silne skrócenie osi bocznych, liści, dla stawiania minimum oporu prądowi, przystosowuje się do warunków życia w wodzie płynącej, czy też wśród pokryw drobnowidzowych wodorostów, chronią się i żerują liczne zwierzęta.

Podobne mniejwięcej, jakkolwiek bynajmniej nie takie same, stosunki widzimy w strefie przybrzeżnej wód stojących, zupełnie zaś specjalne na dnie głębokich jezior, dokąd promienie słoneczne słabiej przenikają i gdzie wskutek tego rośliny zielone są bardzo nielicznie rozwinięte (strefa głębinowa jezior). Ponad partją głębinową leży strefa wolnej wody (strefa limnetyczna), zamieszкана głównie przez t. zw. plankton czyli błdzielinę, zespół głównie pierwotniaków, wrotków, skorupiaków, niektórych larw owadów oraz mikroskopowych roślin, charakteryzujących się pewnymi wspólnymi właściwościami: brakiem zdolności samodzielnego ruchu, względnie posiadania go w minimalnych rozmiarach, wskutek czego istoty planktonowe są zdane na łaskę fal i zmiany fizykalne warunków wody, nieznacznymi rozmiarami ciała, oraz urządzeniami ułatwiającymi swobodne unoszenie się w wodzie (np. wyrostki zwiększające powierzchnię ciała i tarcie itp.).

Również i w prądzie rzek znajdujemy błdzielinę zwaną, w przeciwieństwie do planktonu je-

ziornego czyli limnoplanktonu, wzgl. stawowego, czyli heleoplanktonu, potamoplanktonem. Błędzielnina rzeczna, w stosunku do innych rodzajów planktonu zachowuje zasadnicze cechy charakterystyczne, różniące się jednak jakościowo co do gatunków, a także ilościowo (plankton rzeczny jest uboższy), oraz wreszcie pewną przewagą ilościową gatunków roślinnych nad zwierzęcymi.

Wszystkie istoty roślinne i zwierzęce, czy to planktonowe, czy denne, czy przybrzeżne, jakkolwiek są niekiedy niezmiernie drobne i zdawałoby się niepozorne, to jednak odgrywają znaczną i ściśle określoną rolę w gospodarstwie naturalnem wód.

Rośliny zielone, t. j. zawierające chlorofil, mają możność, bez względu na swą wielkość i stanowisko systematyczne, pobierania anorganicznego czyli mineralnego pożywienia i drogą syntezy budowania protoplazmy (pierwoszczy) swych komórek; przemieniają one zatem materję martwą nieograniczoną w żywą organiczną, której to właściwości brak zwierzętom. Te ostatnie mogą przyjmować jedynie pożywienie organiczne czyli w ten sposób są zawisłe od roślin.

Widzimy zatem, że rośliny są producentami pożywienia, podczas gdy zwierzęta tylko konsumentami. Liczne zwierzęta i rośliny wodne służą za pokarm rybam, które z punktu widzenia rybackiego stanowią zakończenie krążenia materji w wodzie i są z niej jako produkty użytkowania rybackiego usuwane.

Rośliny poza produkcją pożywienia dla zwierząt, dostarczają wodzie tlenu, niezbędnego dla życia wszystkich zwierząt i roślin. Tlen w wodzie nie tylko warunkuje życie zwierząt wogóle, ale zmiany w ilości jego mogą normować nawet skład gatunkowy fauny.

Wydzielanie tlenu odbywa się przy przyswajaniu węgla, pod wpływem promieni słonecznych, z dwutlenku węgla. Wydzielanie tlenu jest niejednokrotnie bardzo znacznem, tak iż może nawet czterokrotnie wzbogacić wodę w ten gaz ponad normalną zawartość. Rozszczepianie dwutlenku węgla na węgiel, zużywany do budowy ciała roślin i tlen, wydalany na zewnątrz, odbywa się jedynie w świetle słonecznem; więc w nocy tlen zostaje przez zwierzęta i rośliny częściowo zużyty.

4. Rodzaje ścieków. Brzegi rzeki, jezior, drobnych strumyków nawet stanowią miejsca, gdzie bardzo chętnie ludność budowała swe osiedla, mając zapewniony dostatek wody; fakt ten możemy obserwować wszędzie i linja wody jest wskaźnikiem rozsiedlenia.

Większe skupienia ludności powodują stale pojawianie się spływów zanieczyszczonych, zazwyczaj wypuszczanych do wód, jako naturalnych „kanałów” odprowadzających. Zanieczyszczenia te działają na rozwój świata zwierzęcego i roślinnego wód przeważnie niekorzystnie dla normalnej gospodarki wodnej, przez zakłócenie równowagi biologicznej. Charakter zanieczyszczeń jest bardzo rozmaity; zależnym jest bowiem od szeregu czynników, przede wszystkim od chemicznego składu spływów; innemi są ścieki z miast czy wiosek, innemi odpływy przemysłu ciężkiego, innemi wreszcie przemysłu rolnego. Zasadniczo jednak odróżniamy dwie główne grupy zanieczyszczeń: organicznych i anorganicznych. Zanieczyszczenia anorganiczne, o ile są szkodliwe dla żyjących istot, działają bezpośrednio jako trucizny. Zanieczyszczenia organiczne natomiast nie zawierają w sobie substancyj działających bezpośrednio trująco na organizmy żyjące; działają one pośrednio, zawierają bowiem materję organiczną, która łatwo,

szczególnie przy niedostatku tlenu rozpoczyna gnić, wskutek czego organizmy potrzebujące wody czystej dla swego życia, zostają usunięte, bądź też nawet, gdy gnicie jest zbyt intensywne, zabite.

Zanieczyszczenia anorganiczne pochodzą głównie z fabryk chemicznych, gazowni, zakładów górniczych i hutniczych etc., organiczne natomiast głównie z miast, jako zbiorowisk dostarczających masowo ekskrementów, następnie z fabryk przemysłu rolnego: browarów, cukrowni, gorzelnii, mączkarni, wreszcie papierni i fabryk celulozy itp. Ścieki anorganiczne działają bezpośrednio niszcząco, głównie trującą na wszystkie bez wyjątku istoty żywe w obrębie ich działania. Działanie jest najsilniejszym przy wypływie, zanim ścieki rozcieńczą się wodą tak dalece, iż niskie ich stężenie nie może już być szkodliwe. W związku z tem wyniszczenie żywych organizmów zachodzi bezpośrednio przy źródle zanieczyszczenia; w miarę oddalania się z prądem wody, spustoszenie staje się coraz mniejszem. Jako składniki trujące występują tutaj przedewszystkiem: chlor, wapno żrące, kwasy, ługi, jakoteż pewne sole. Chlor używany jest bardzo często w zakładach przemysłowych głównie w papierniach do bielienia; nawet bardzo słabe rozcieńczenie chloru (jeden do kilku milionów) jest trującym dla ryb, specjalnie zaś pstrągów. Również bardzo silną trucizną jest wapno żrące.

5. Organizmy ściekowe. Ścieki organiczne działają ujemnie przez gnicie zawartej w nich materji organicznej, wskutek czego wszystkie organizmy wymagające wody czystej zamierają, względnie zostają usunięte z miejsca swego zwykłego pobytu w dół rzeki. Na miejsce tych istot zjawiają się inne organizmy, tak roślinne jak i w mniejszym stopniu, szczególnie w strefie najsilniejszego za-

nieczyszczenia, zwierzęce. Te „nowe“ organizmy właściwe dla wód zanieczyszczonych, nie tylko znoszą zupełnie dobrze zmiany wywołane przez zanieczyszczenia organiczne, ale co więcej nawet, wymagają wody w ten sposób zanieczyszczonej dla swego odżywiania i bujnego rozwoju.

W wykrywaniu zanieczyszczeń w wodzie bieżącej przy pomocy „organizmów wód ściekowych“, są nam pomocne z roślin głównie grzyby, występujące niejednokrotnie w olbrzymich ilościach i nadające na znacznej przestrzeni wodom charakterystyczne piętno, sygnalizujące fakt zanieczyszczenia. W wodach o silniejszym przepływie, w miejscach, gdzie przez czas dłuższy dopływają ścieki organiczne, pojawiają się pływające „warkocze“ i jakby kawałki długowłnistych skór, osadzone na kamieniach, na palach, na przybrzeżnych obwałowaniach kamiennych lub drewnianych, na zwieszających się, a zanurzonych w wodzie gałęziach drzew nadbrzeżnych, a nawet na zastawnych narzędziach rybackich. „Warkocze“ długości rozmaitej od kilku do kilkudziesięciu cm pod wpływem prądu wody, stale poruszają się lekko, sprawiając wrażenie jakby zdolnych do czynnego ruchu istot. Barwa „warkoczy“ jest różna, najczęściej szara, rzadziej biała, żółtawa, w wyjątkowych wypadkach różowawa. Po wyjęciu z wody „grzyby“ te okazują się jako galaretowate, oślizłe masy. Pod względem przynależności systematycznej masy te składają się przeważnie z: *Sphaerotilus natans* i *Leptomitius lacteus*. Odróżnienie tych gatunków, jest możliwym jedynie pod mikroskopem. *Leptomitius lacteus* tworzy nitki z lekka przewężone w szeregu miejsc, natomiast u *Sphaerotilus natans* niteczki bakteryj są ułożone równolegle w większe, gołym okiem dostrzegalne skupienia. Różowawe masy należą do gatunku *Sphaerotilus roseus*. *Leptomitius lacteus* występuje szczególnie obficie w zimie w

wodach zanieczyszczonych ściekami miastowemi oraz spływami cukrowni i mączkarni, tworząc pływającą w wodzie masy piórkowate lub przyczepione do brzegów watowate skupienia.

Sphaerotilus natans należy do najważniejszych bakterij właściwych wodom zanieczyszczonym organicznie; w wodach o zanieczyszczeniu mineralnem, brak go zupełnie. Rozwijają się one tylko na przedmiotach zanurzonych, nigdy zaś na piasku dennym czy przybrzeżnym, gdzie brak punktów zaczepienia. W wodach o wartkim prądzie, odrywają się partje tego grzyba i tworzą te tak bardzo charakterystyczne „kłęby“ unosząc się na powierzchni wód.

Sphaerotilus występuje bardzo często lokalnie, gdy do stojącej wody zanieczyszczonej wpływa większa ilość czystej wody; dzięki przewietrzaniu i ruchowi wody w tych miejscach, rozwija się on bujnie, pomimo że wpadająca woda działa rozcieńczająco na wodę zanieczyszczoną.

Zanik względnie zmniejszanie się vegetacji tego grzyba nie musi koniecznie iść w parze z zmniejszeniem się zanieczyszczeń; w razie bowiem podniesienia się temperatury wody zostaje on wypchnięty przez inne organizmy, mniej charakterystycznie makroskopowo i w następstwie mniej podpadające. Istoty te odciągają temu grzybowi pożywienie, działając przez to wypierająco.

Sphaerotilus wymaga wody silnie płynącej i rośnie zupełnie dobrze w niskiej temperaturze wody, o ile tylko jest dostateczna ilość pożywienia; nawet w temperaturze niżej 4°C vegetacja jego jest nader szybką.

Oderwane kłęby pływające po wodzie mogą być bardzo szkodliwe, gdyż osadzają się na wystawionych narzędziach rybackich, szczególnie cichego połowu, zabijając szczerlnie oczka sieci. Pod działaniem zatem tego organizmu narzędzia rybackie

tracą całkowicie prawie swoją łowność. Pozatem nitki grzyba silnie przylegają do wyciągniętych z wody narzędzi rybackich; usunięcie tych nitek jest prawie niemożliwe. Wskutek swej hygroskopijności zatrzymują zbyt długo wodę i powodują trwałą wilgotność narzędzi rybackich, niemożliwość ich należytego a szybkiego osuszenia, co jest zasadniczym momentem konserwowania sieci rybackich i utrzymania ich w stanie używalności.

Oderwane kłęby grzyba mogą być również nader szkodliwe, o ile wskutek braku dostatecznie silnego prądu opadną na dno i rozpoczynają gnić; jest to tak zwane wtórne zanieczyszczenie, wywołane przez rozkład martwych organizmów ściekowych. O ile chodzi o kwestje samooczyszczenia się wody, pojawienie się w wodzie zanieczyszczonej gatunków *Sphaerotilus* należy uważać za nader wskazane i pożyteczne, szczególnie w mniejszych strumieniach, wodnych, z zastrzeżeniem, że pojawienie jego nie utrudnia tarła: tarło bowiem ryby karpioвате odbywają na roślinach zanurzonych w wodzie, ryby zaś łososiowate na dnie, wśród żwiru. O ile te partje pokryje grzyb, wówczas ryby nie mają miejsc odpowiednich na tarło.

W wodach spokojniejszych tworzy, łatwo gołem okiem dostrzegalne znamiona, gatunek bakterij siarkowych: *Beggiatoa alba*. Wnętrze komórek tego gatunku, dostrzegalnych pojedynczo tylko przy pomocy mikroskopu, zawiera ziarenka siarki, powstałe przez utlenienie przyjętego siarkowodoru. O ile w wodzie brak siarkowodoru, wówczas owe ziarenka siarki zanikają, tworząc się natychmiast, gdy tylko „dodatnie“ stosunki zanieczyszczenia w wodzie dostarczą siarkowodoru, niezbędnie koniecznego dla tych istot jako źródła ich energii życiowej. Utlenianie odbywa się według wzoru $2 \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{S}$ — to znaczy że przez utlenienie siarkowodoru, tenże rozszczepia się na

wodę i siarkę. Siarka tą drogą uzyskana zostaje dalej utlenioną na kwas siarkowy ($2 S + 3 O_2 + 2 H_2O = 2 H_2 S O_4$), wiązany przez sole potasowe lub sodowe. *Beggiatoa alba*, lub jej pokrewna *Beggiatoa leptomitiformis* gromadzą się masowo w miejscach, gdzie są złoża czarnego, gnijącego szlamu, będącego źródłem siarkowodoru; w miejscach takich występują białawe, nieraz kredowo białe naloty, przypominające jakby zbitą pajęczynę; gdy dotkniemy, nalot rozpada się całkowicie i w rękę pozostaje jedynie czarny, cuchnący siarkowodorem szlam. Naloty składają się z poruszających się komórek bakterij z rodzaju *Beggiatoa*.

Zarówno *Leptomitus*, *Sphaerotilus*, jak i *Beggiatoa*, nie posiadając ciałek zieleni, nie mają możliwości odżywiania się mineralnymi i lotnymi składnikami rozpuszczonymi w wodzie (dwutlenek węgla, sole), lecz potrzebują koniecznie dla swego wzrostu substancyj organicznych, dostarczanych im właśnie przez ścieki. Organizmy te z otoczenia swego pobierają substancję organiczną rozpuszczoną i w ciele swem przemieniają ją na prostsze związki, działając do pewnego stopnia oczyszczająco na ścieki; w następstwie bujnej vegetacji grzybów w ściekach nie należy uważać za właściwe czynniki zanieczyszczenia, ale jedynie jako wskaźniki istniejącego już zanieczyszczenia.

Dla oceny rozmiarów i siły zanieczyszczenia *Sphaerotilus*, *Leptomitus* i *Beggiatoa* są pierwszorzędno znaczenia, jednakże poza nimi cały szereg innych mikroskopowo drobnych organizmów roślinnych i zwierzęcych jest charakterystycznym dla wód zanieczyszczonych.

6. Samooczyszczanie wód. Biorąc pod uwagę stale wzmagającą się gęstość zaludnienia i rosnący przemysł, dziwić się należy, że dotąd jeszcze rzeki istnieją, że nie przemieniły się w cuchnące kanały, a jeziora, nawet morza nie zostały częściowo zasy-

pane materiałem dostarczonym przez ścieki. Fakt ten wyjaśnia nam jednak zdolność samooczyszczania się wód, której wynikiem jest, że rzeka po pewnym przebiegu od źródła zanieczyszczenia, przybiera ten sam charakter, jaki posiadała przed wpływem ścieków.

Samooczyszczanie się rzek jest głównie wynikiem procesu biologicznego, uwarunkowanego przez rośliny i zwierzęta. Zanieczyszczenia dostające się do wody, zawierają znaczną ilość materji organicznej, tak w formie rozpuszczonej, jak i stałej. Rozpuszczoną materję organiczną przyjmują przede wszystkim bakterje i grzyby. Organizmy te występują głównie przy wpływie ścieków, gdzie koncentracja zanieczyszczeń jest największą. Bakterje rozczepiają połączenia białkowe, węglowodany (skrobię, cukier, i t. p.), oraz tłuszcze i stopniowo przeprowadzają je w prostsze połączenia, z końcowymi trwałszymi produktami: amoniak, siarkowódór, bezwodnik węglowy, jako gazy uchodzące z wody. Wodorosty i wyższe rośliny mogą przyjmować jako pożywienie produkty rozszczepienia wysoko drobinowych połączeń białkowych i węglowodanów, spowodowane działaniem bakteryj; z wodorostów wchodzi tu w grę sinice (Cyanophyceae), okrzemki (Diatomeae), wreszcie liczne z pośród zielonych wodorostów (Chlorophyceae). Drobnowidzowe wodorosty zjawiają się w wodzie w momencie, gdy bakterje ukończyły już swoją rolę i rozpoczynają zanikać; zanik zatem bakteryj a pojawienie się zielonych roślin, tak mikro, jak i makroskopowych, sygnalizuje silny postęp samooczyszczania.

Zwierzęta bezpośrednio przez zjadanie usuwają materję organiczną zawartą w formie stałej w wodzie ścieków. Części stałe osadzają się zwykle w ławicach, poniżej spływów: te resztki konsumują rozliczne zwierzęta. Z pośród grona konsumentów

drobniejsze zwierzęta stają się ofiarą fauny większej, wskutek czego materia organiczna ścieków przechodzi jako „kolejna zdobycz“ przez szereg ciał zwierzęcych; w wodzie ostatnim etapem są ryby, które znów stanowią zdobycz ludzi rybaków, lub też częściowo ptaków, tzw. szkodników rybnych.

7. Przegląd organizmów ściekowych. W wodach zanieczyszczonych istnieje wiele „zwierząt ściekowych“, rekrutujących się z różnych bardzo systematycznie grup.

Z pośród pierwotniaków (Protozoa), jednokomórkowych zwierząt charakteryzujących się mikroskopowymi wymiarami ciała, lecz za to olbrzymią obfitością indywidualiów oraz kolosalną mnożnością, odgrywają rolę obok wiciowców (Flagellata) przede wszystkim wymoczki (Ciliata-Infusoria). Pośród nich ważne są zarówno gatunki żyjące wolno np. pantofelek (Paramecium), Glaucoma, Chylodon, i t. d. jak osadzone na stylikach: wirczyk (Vorticella), Carchesium, Epistylis; te gatunki osiadłe nieraz tak obficie się rozmnażają, że tworzą, pomimo swej mikroskopowej wielkości, białawe naloty na zanurzonych przedmiotach.

Bardzo doniosłą rolę wśród organizmów zwierzęcych wód zanieczyszczonych odgrywają robaki (Vermes). Obok mikroskopowych wolnożyjących nicieni (Nematodes) i wrotków (Rotatoria), dostrzegalne gołym okiem rureczniki (Tubificidae) odgrywają pierwszorzędną rolę. Rureczniki koloru czerwonego mogą występować na ławicach szlamowych niejednokrotnie tak masowo, że tworzą przestrzenie „zakrwawione“; podrażnione przez obserwującego, plamy te nikną, gdyż rureczniki chowają się do swych rurek wśród szlamu. Znaczenie rureczników jest wielkie, gdyż nie tylko usuwają przez zjadanie stałe zanieczyszczenia organiczne, ale, podobnie jak dżdżownice w ziemi, przez swe porusze-

nia przewietrzają szlam, utrudniając gnicie i wywiązywanie się siarkowodoru, nader szkodliwego dla wielu istot żyjących. Olbrzymiej tej pracy mogą dokonać rureczniki, pomimo swych drobnych rozmiarów, tylko dzięki masowemu występowaniu; świadczy o tem fakt, że np. Hofer w szlamowych łąwicach Izary poniżej Monachjum znalazł w 1 m³ szlamu około 33,5 milionów osobników.

Z pośród skorupiaków (Crustacea): ośliczka wodna (*Asellus aquaticus*) występuje masowo w zanieczyszczonych wodach. Z pośród larw owadów (Insecta) w zanieczyszczeniach główną rolę grają ochotkowate (*Chironomus*) czerwone i żółte, znoszące silne nawet zanieczyszczenia.

Mięczaki (*Mollusca*) nie są mieszkańcami wód silnie zanieczyszczonych; zjawiają się za to obficie wśród wyższych roślin zielonych, tam gdzie samooczyszczanie jest na ukończeniu. Wymienić należy przedewszystkiem błotniarki (*Limnaeus*) i zatoczki (*Planorbis*) i masowo nieraz występujące muszcelki z rodzaju *Sphaerium*.

W miarę jak rośliny i zwierzęta dokonywują aktu oczyszczenia, woda zanieczyszczona przyjmuje swój dawny charakter. Odbywa się to nader wolno; nieznacznie, jedno po drugim, zjawiają się organizmy wody czystej. Określenie poniżej ścieków punktu początkowego wody czystej jest trudnym i nie można go oznaczyć na podstawie jednego czy dwu organizmów, charakterystycznych dla wody czystej; w wydawaniu opinii w tym względzie trzeba być nader ostrożnym i mieć na oku całość kształtu fauny i flory danej partji rzeki; liczne bowiem organizmy wód czystych znoszą zupełnie dobrane mniejsze stężenie zanieczyszczeń. Wodę możemy dopiero określić wówczas jako „czystą“, gdy znajdujemy w niej: skójki (*Unio*), szczeżuje (*Anodonta*), kielże zdrojowe (*Gammarus pulex*), larwy jętek (*Ephemera*), widelnicowatych (*Perlidae*)

i chróścików (Trichoptera). Doskonałym wskaźnikiem czystości wody jest obecność wypławka kątogłowego (*Planaria gonocephala*), nader wrażliwego na zanieczyszczenia.

Tylko przy dostatecznej ilości tlenu możliwą jest działalność zwierząt przy usuwaniu zanieczyszczeń, gdyż warunkuje on możliwość istnienia organizmów zwierzęcych. W dostarczaniu wodzie tlenu dużą rolę grają rośliny zielone, z pośród których rogatki (*Ceratophyllum*), wywłócznik (*Myriophyllum*), pióro wodne (*Hyppuris*) rdestnica (*Potamogeton*), moczarka (*Elodea*) i inne; działają też filtrująco, przy pomocy swych liści, silnie skupionych, zatrzymując stałe cząstki organiczne, a dostarczając równocześnie tlenu, umożliwiają wśród swych łodyg i liści, bujny rozkwit organizmów zwierzęcych, znajdujących tu zarówno pożywienie (materja organiczna), jak i materiał oddechowy (tlen).

Obfity rozwój żywych organizmów jest decydującym momentem przy samooczyszczaniu wód. Rozwój jest tem łatwiejszy, im bardziej łożysko rzeki jest w stanie pierwotnym. Regulacje rzek, odcinanie rzeczysk i spokojnych zatok, kolebek silnego rozwoju organizmów, zmniejsza zdolność samooczyszczania wód. Zabudowanie i regulacja rzek idzie w parze z wzrastającym przemysłem; fakt ten wymaga tem silniejszego zainteresowania się zanieczyszczeniami, które mogą całkowicie zmienić warunki życia w rzekach i w następstwie zmniejszyć produkcję rybną.

Według teorii Pettenkofera, wody bieżące posiadają większą zdolność samooczyszczenia, aniżeli stojące. Nowsze jednak badania, specjalnie Hofera, wykazały, że jest przeciwnie. W wodach stojących bowiem istnieje cały szereg warunków pomyślnych dla maximum rozwoju flory i fauny, kardynalnej zasady samooczyszczania; naprzykład

plankton, skąpy w wodach bieżących, rozwinięty obficie w wodach stojących, bierze wielki udział w biologicznem oczyszczaniu wód, jak to dobitnie stwierdzają stawki wiejskie, które przy olbrzymiem zanieczyszczeniu splywami organicznymi, wykazują kolosalne przyrosty w mięsie ryb. Na tej zasadzie opierają się obecnie t. zw. Hoferowskie metody oczyszczania ścieków. W tym celu zasila się stawy rybne poprzednio rozpuszczonymi ściekami miastowemi. Zakłady tego typu są zagranicą coraz to częstsze, a rentowność ich jest bardzo duża, gdyż nietylko użyta powierzchnia jest o wiele mniejszą aniżeli przy polach odciekowych, ale stawy przynoszą również znaczny dochód w mięsie ryb; np. w stawach odciekowych pod Strassburgiem przyrost naturalny z 1 ha wynosi 10 centnarów ryb.

Zdolność samooczyszczania biologicznego jest bardzo znaczną, posiada jednak pewne granice, których przekroczenie (nadmiar ścieków) powoduje „odmówienia posłuszeństwa“.

8. Śnięcie ryb.

Samoczyszczanie odbywa się tem szybciej, im większe jest rozcieńczenie wprowadzonych ścieków; zależy zatem w dużej mierze od wielkości wody, do której spływają ścieki. Ilość organicznych zanieczyszczeń, która w małym potoku może wywołać znaczną klęskę, w rzece szybko zostaje zneutralizowaną.

W razie nadmiaru ścieków, nie mogą one być należycie „strawione“; wtedy następuje katastrofalny moment, przeciążenia rzeki ściekami, samooczyszczanie zostaje zatamowane i przechodzi w gnienie doprowadzonej materji organicznej, przyczem wywiązuje się siarkowódór wysoce szkodliwy dla wszelkich organizmów żywych, a przede wszystkim dla ryb. Prócz siarkowodoru

wywiązują się i inne gazy jak, np. gaz błotny. Gnicie charakteryzuje się zapachem gazów wydzielonych i połączane jest z zużyciem tlenu, wskutek braku źródeł regenerujących ten gaz. Brak tlenu prowadzi do masowego śnięcia ryb zdarzającego się najczęściej w lecie. Wskutek podwyższonej temperatury woda nie może zatrzymać w sobie tlenu pobranego z powietrza; szczególnie groźnym jest ten stan w nocie letnie, gdy w ciemnościach rośliny zielone nie mogą przy asymilacji węgla wydzielać tlenu. Zsumowanie tych ujemnych czynników: braku tlenu, obecności siarkowodoru i innych szkodliwych gazów, powoduje śnięcie ryb.

Nietylko latem, ale również i zimą, znane są masowe śnięcia ryb pod lodem, jak np. w ciągu zimy 1923/24 roku katastrofalne śnięcie masowe obserwowano nie tylko w wodach polskich, ale i za granicą, np. w Danji, Niemczech. Śnięcie ryb pod lodem zdarza się, gdy jest on pokryty warstwą śniegu, nie przepuszczającą promieni słonecznych, wskutek czego rośliny zielone nie mogą wydzielać tlenu. W normalnych warunkach zielone rośliny drobnowidzowe, nawet pod lodem przy obecności promieni słonecznych, nasycają wodę tlenem.

W wodach wolno płynących, zdarzają się wreszcie śnięcia ryb i w okresie wiosennym, gdy na dnie zbierają się złoża grzybów, silnie wegetujących w okresie niżki temperatury wodnej, a ginące na wiosnę w miarę zabójnego dla nich wzrostu ciepłoty. Grzyby martwe, gromadzące się w miejscach zacisznych o słabym prądzie, tworzą ławice, niejednokrotnie znacznych rozmiarów i miąższości; złoża te gniją i powodują masowe śnięcie ryb.

9. Biologiczna analiza wody.

Zadaniem biologicznej analizy wód jest stwierdzenie działania zanieczyszczającego ścieków. Dawniej przy zanieczyszczeniu zastosowywano głównie analizę chemiczną i bakterjologiczną. Zadaniem pierwszej jest przede wszystkim stwierdzenie, jakie substancje pod względem składu chemicznego spływają do wody; jest więc ona na miejscu przede wszystkim tuż przy ściekach, dla stwierdzenia ich rodzaju (organiczne, anorganiczne) i ewentualnej zawartości substancyj bezpośrednio szkodliwych dla ryb. Analiza chemiczna nie może jednak wykazać działania doprowadzających ścieków na organizmy żywe w wodzie, a w konsekwencji na ryby i rybostan. Kwestja poznania działania ścieków na organizmy i na zmianę warunków naturalnych w wodzie, jest dla rybołówstwa pierwszorzędno znaczenia. Ścieki bowiem mogą działać nie tylko bezpośrednio niszcząco na rybostan, ale również i pośrednio; w rzecze mogą zająć pod wpływem ścieków takie zmiany, iż np. ryby nie znajdują dla siebie pożywienia, względnie stanowisk dla złożenia ikry, wreszcie miejsc odpowiednich dla wychowu narybku.

Analiza bakterjologiczna również nie odpowiada całkowicie na zapytanie dotyczące zmian naturalnych stosunków w wodzie, wobec czego nie posiada znaczenia dla rybołówstwa, jedynie dla higieny. (obecność i ilość bakteryj chorobotwórczych).

Natomiast analiza biologiczna daje pełny obraz zmienionych stosunków w wodzie pod działaniem ścieków, czyli daje obraz skutków zanieczyszczenia.

Analiza biologiczna opiera się na wykrywaniu organizmów żyjących w wodzie zanieczyszczonej. Stwierdzenie znacznej ilości organizmów ścieko-

wych wskazuje na stałe doprowadzanie ścieków i wytworzenie się trwałych warunków dla bytu roślin i zwierząt ściekowych; zbadanie np. rozciągłości wegetacji grzybów stwierdza zupełnie dokładnie początek, rozciągłość, a przy uwzględnieniu stosunku wody czystej do zanieczyszczenia, nawet intensywność zanieczyszczenia. Badanie organizmów na przestrzeni zanieczyszczonej pozwala nam wglądać w kolejne zmiany, jakim podlegają ścieki; w miarę bowiem oczyszczania się wody, organizmy ściekowe, lubiące największe zanieczyszczenia zastępują rośliny i zwierzęta znoszące co prawda zanieczyszczenia, lecz nie w tak wysokim stopniu, jak organizmy ściekowe; wreszcie w miarę postępu oczyszczenia zjawiają się z wolna organizmy wód czystych, coraz to silniej, by w końcu w wodzie zupełnie już czystej wystąpić dominująco.

Jakkolwiek analiza biologiczna nie podaje tak, jak chemiczna czy bakterjologiczna, ścisłych danych ilościowych, nie mniej jednak wartość jej jest o wiele znaczniejszą od poprzednio wymienionych. Chemiczna i bakterjologiczna analiza są na miejscu, szczególnie przy wodach płynących jedynie w momencie spływania ścieków; z zamknięciem ich żadna z tych dwu metod nie może wykazać zanieczyszczenia; analiza biologiczna natomiast, opierając się na trwałych zmianach w całości organizmów żywych, jako wynikach działania zanieczyszczenia, może nawet po dłuższym ustaniu dopływu zanieczyszczeń, stwierdzić nie tylko istnienie, ale również rozciągłość zanieczyszczenia; np. prof. Schiemenz badając działanie ścieków na rzekę Obrę w Wielkopolsce, stwierdzał ślady i oznaczył granice zanieczyszczenia jeszcze po kilku latach na podstawie obecności, względnie braku, pewnych gatunków ślimaków.

ków wodnych. Znaczenie biologicznej analizy, dającej obraz całkowitego i długotrwałego, a nie chwilowego tylko stanu jest bardzo ważnem, szczególnie w wypadkach spornych; gdy np. bowiem fabryka wie o nastąpić mającem badaniu, może czasowo zamknąć szkodliwe ścieki względnie gruntownie je chwilowo oczyszczać. Wówczas analiza chemiczna, czy bakterjologiczna, niczego wykryć nie są w stanie; analiza biologiczna natomiast stwierdzi bezwzględnie zanieczyszczenia, określając ich rozciągłość oraz intensywność, opierając się głównie na grzybach i innych organizmach ściekowych.

Analiza biologiczna dzięki badaniom Meza, Kolkwitza, Marssona, Wundscha, Thienemanna i innych, jest dziś osobną nauką, mającą ogromne znaczenie dla rybołówstwa. Ten sposób badania wód zanieczyszczonych wprowadził do rybołówstwa Schiemenz i bardzo go rozwinął z punktu praktyczno-rybackiego.

Wśród organizmów ściekowych wyróżnia analiza biologiczna trzy względnie nawet cztery grupy. Do pierwszej należą organizmy zwane polysaprobami, żyjące w wodach najsilniej zanieczyszczonych, więc przy braku tlenu i obecności siarkowodoru. Do drugiej zalicza się tzw.: mezosaproby żyjące w wodach cokolwiek oczyszczonych, przyczem dzielimy je na tzw. a-mezosaproby i b-mezosaproby. Pierwsze żyją w wodzie słabo oczyszczonej, w której jednak zachodzą już procesy utleniające, dzięki przenikaniu tego gazu z atmosfery do wody; należą tu już nieliczne organizmy z chlorofilem.

b-mezosaproby natomiast żyją w wodach silniej oczyszczonych, w związku z czem obfitsze są już wśród nich rośliny zielone. Oligosaproby



właściwe są wodzie „praktycznie“ czystej, odpowiedniej do użytkowania przez ludzi.

Analiza biologiczna, nie opierając się na danych liczbowych, jak chemiczna czy bakterjologiczna, ale na całokształcie stosunków życiowych wymaga oceny obiektywnej jako momentu zasadniczego.

Często na karb zanieczyszczeń przez ścieki kładą laicy śnięcie ryb wywołane przez inne zupełnie czynniki np. przez chorobę. Dla fachowca jednak przy przeprowadzeniu badania na miejscu odróżnienie śnięcia ryb wywołanego innymi faktoremami jest łatwym. O ile bowiem sną ryby, a fauna i flora pozostaje w danej wodzie niezmienną, świadczy to dowodnie, że jakaś choroba niszczy rybostan. Pozatem pamiętać należy, że przy śnięciu chorobowym sną tylko pewne gatunki ryb, gdy inne są zdrowe; zarazki i pasożyty atakują tylko pewne gatunki ryb, pozostawiając inne nietkniętymi. Przy równoczesnym natomiast masowym śnięciu kilku lub wszystkich gatunków ryb, mamy dowód, że grają tu rolę zanieczyszczenia równomiernie działające na wszystkie ryby.

Śnięcie ryb pod wpływem ścieków odbywa się skutkiem uduszenia z braku tlenu. Ryby uduszone charakteryzuje szerokie roztwarcie pokryw skrzelowych, silnie odstających i ukazujących leżące pod spodem płatki skrzelowe, przyczem łuki skrzelowe też bywają rozsunięte.

Zatrucie ryb chemikaljami odbywa się nie jak u ssaków przez przewód pokarmowy; dostają się one do krwi ryby drogą o wiele krótszą przez skrzela, jako najdelikatniejsze miejsca, w całym ciele ryb; chemikalja wtargnąwszy przez skrzela do naczyń krwionośnych, niszczy krew i wywołują śnięcie. Silne wydzielanie śluzu przez komór-

ki śluzowe skóry ryb, również wskazuje na obecność zanieczyszczeń w wodzie.

10. Przeprowadzanie badań w terenie.

Przystępując do badań zanieczyszczonej strefy, musimy wprzód zaznajomić się dokładnie z stosunkami, panującymi powyżej ścieków, dla otrzymania materiału porównawczego z zmianami poniżej ścieków. W wodzie płynącej jest to bardzo łatwym, natomiast nieco skomplikowanym w wodzie stojącej, gdzie trzeba dokładnie odszukać miejsca niezanieczyszczone.

W partji niezanieczyszczonej stwierdza się ogólny stan wody, więc ilość wody, szybkość prądu, rodzaj podłoża, przezroczystość, temperaturę oraz zawartość tlenu. Następnie orjentujemy się o faunie i florze, przyczem szczegółowo badamy rośliny zielone, zanurzone w wodzie oraz wodorosty; bardzo ważnem jest zapoznanie się z porwkami na kamieniach i innych przedmiotach zanurzonych w wodzie. Dla poznania zwierząt odszukujemy je pod kamieniami, gdzie chętnie przebywają. Znajdziemy tu liczne larwy owadów np. jętek, chróścików w charakterystycznych pochewkach z ziarenek, piasku, kamyczków, źdźbeł trawy itp., z pośród ślimaków, występujących w wodzie czystej, talerzyki (*Ancylus*), podpadające swą miseczkowatą skorupką oraz *Neritina*, wreszcie rozmaite wyplawki. Na kamieniach, zanurzonych lodygach roślin, występują narośla; są to gąbki i mszywioly.

Dokładne zbadanie wody powyżej ścieków jest koniecznem przy śnięciu ryb. Jakkolwiek śnięcie występuje stale poniżej ścieków, to jednak wypuszczające je zakłady usiłują się uchronić od odpowiedzialności przez twierdzenie, iż śnięcie spowodowały ścieki spływające z innych, w górze wody leżących, fabryk. Gdy pomiędzy skła-

dem fauny poniżej i powyżej podejrzanych ścieków istnieją różnice, wówczas odparcie tego zarzutu jest bardzo łatwe.

Porównywać można jedynie faunę i florę punktów o identycznych warunkach naturalnych, a więc organizmy pochodzące z partyj kamiennych, piaskowych etc. czyli tych samych biotopów. Niezastosowanie tej ostrożności prowadzi do fałszywych wniosków. Ważnym momentem przy analizie biologicznej jest kwestja wahań stanu wody; przy podwyższonym wodostanie mogą być zalane partje brzegów, normalnie wynurzonych, wobec czego może tam brakować wszelkiej roślinności i zwierząt co pobieżnie patrzącemu pozwoliłoby wyciągnąć fałszywe konsekwencje.

Stwierdzenie źródła i początku zanieczyszczenia jest zwykle łatwe; w wypadkach wątpliwych odszukuje się te miejsca przez stwierdzenie: 1) występowania grzybów, oraz 2) ogólnego zubożenia życia w wodzie. Znalazłszy początek ścieków obserwujemy jakim zmianom podlega woda na dalszej przestrzeni, specjalną uwagę zwracając na jakość dna i brzegów. Przy zanieczyszczeniach organicznych, występują potężne nieraz ławice szlamu, ciemno-czarnego, o półpłynnej konsystencji, cuchnącego siarkowodorem. Przy pobieraniu prób takiego szlamu pojawiają się na powierzchni wody bańki gazu. Szlam czarny odznacza się niezmiernym ubóstwem fauny; spotykamy tu jedynie czerwone larwy ochotków (*Chironomus*) i robaki: *Limnodrilus* oraz czerwonej barwy rureczniki (*Tubifex*).

Przy badaniu stwierdzimy obecność lub brak stałych zawiesin, specjalnie występujących w ściekach miastowych, papierni itp. W ostatnim wypadku często spotkać można przy badaniu mikroskopowem włókna cellulozy. Głównem zadaniem

jest stwierdzenie jak daleko i jak intensywnie pojawiają się grzyby, najbardziej charakterystyczne dla organicznych zanieczyszczeń. Dlatego należy stwierdzić: 1) czy grzyby występują tylko przyzcpione do podłoża, czy też w stanie wolnym, 2) jak obficie występują, 3) czy w miejscach zacisznych obumarłe, lub wskutek braku prądu nieunoszone grzyby nie opadają na dno. Przy dopływach do wody badanej trzeba je również poznać na pewnej przestrzeni w górę biegu, ażeby wyłączyć możliwość zanieczyszczenia dodatkowego.

Na zanurzonych kamieniach tworzą się niejednokrotnie skorupy ciemnozielone lub też ciemno-brunatne, wywołane przez obecność niższych wodorostów z rodzaju *Oscillatoria*, z którego pewne gatunki żyją w wodach zanieczyszczonych.

Z pośród świata zwierzęcego występują w partjach zanieczyszczonych pijawka (*Nephele vulgaris*), ośliczka (*Asellus aquaticus*) i błotniarka (*Limnaea ovata*).

Przy ustaleniu szkód poniesionych czy to w rybostanie, czy przez zmianę fauny wodnej jako pożywienia ryb, musimy uwzględnić rodzaj wody rybnej i skład jej ichtjofauny. Ryby łososiowate (pstrąg, losoś, lipień, itp.) są bowiem o wiele bardziej wrażliwe na brak tlenu, od ryb np. karpowatych z których pewne gatunki znosić mogą nawet silnie stosunkowo zanieczyszczenia (karp, karaś, lin, itp.).

Badanie wody zanieczyszczonej rozciąga się również na plankton. Badając przy pomocy siatki planktonowej organizmy żywe równocześnie łowimy drobne cząstki zanieczyszczeń stałych unoszonych przez wodę; znajdują się wśród nich fekalja, cząstki mięśni, włókien celulozy i t. p.; znajomość tych zawiesin jest pomocną przy ustalaniu wniosków. Rozpatrując rozmieszczenie grzy-

bów musi się brać pod uwagę to, że w okresie chłodnych pór roku tworzą się w miejscach zacisznych na dnie powłoki z okrzemek i Oscillatorji barwy brunatnawej. Na wiosnę pod wpływem promieni słonecznych, wytwarza się znaczna ilość tlenu, który unosząc się ku górze, w formie banieczek gazowych odrywa od podłoża wspomniane pokrywy i utrzymuje je na powierzchni wody. Fakt ten jest często obserwowany i niejednokrotnie dał asumpt do twierdzenia o pojawieniu się fekalji względnie grzybów w wodzie; zwykle, nawet nie mikroskopowe, przyjrzenie się zjawisku stwierdza, z jaką substancją mamy do czynienia.

11. Sposób pobrania prób do badań laboratoryjnych.

Przy przeprowadzaniu analizy biologicznej koniecznym jest ściśle pobieranie próbek nie tylko dla wykonania badań w laboratorium, ale również jako dowodów, których ponowne zbadanie, szczególnie w sprawach wątpliwych może stwierdzić słuszność tez postawionych.

Pobrane próbki powinny być opieczetowane w obecności świadków i natychmiast przesłane pod adresem laboratorium, w którym badania mają być przeprowadzane. (W Polsce analizy biologiczne przeprowadzają uniwersyteckie katedry rybackie w Warszawie, Poznaniu i Krakowie oraz Pracownia Rybacka Państwowego Naukowego Instytutu Rolniczego w Bydgoszczy). Równocześnie z próbkami należy wysłać dokładny opis przebiegu zanieczyszczenia, z wszelkimi dostępnymi danymi oraz dołączyć odcisk pieczęci, którą opatrzone próbki; to ostatnie jest konieczne ze względów kontrolnych. Najlepiej gdy próbki dochożą do rąk badaczy w stanie żywym, jednak zwykle jest to niemożliwym, należy więc dodać wać formaliny.

O ile badań na miejscu zanieczyszczenia nie wykonuje specjalista, wówczas należy pobrać przynajmniej następujące próby:

- 1) z dna powyżej zanieczyszczeń;
- 2) z brzegu powyżej zanieczyszczeń;
- 3) planktonu (pobranego przy pomocy siatki) powyżej ścieków; w braku siatki planktonowej należy nadesłać 3—4 l. wody tamże zaczerpniętej;
- 4) planktonu lub wody pobranej poniżej ścieków w odległości kilku metrów;
- 5) grzybów rozwiniętych pod ściekami;
- 6) planktonu (wody) w miejscu poniżej ścieków, gdzie obserwuje się ostatnie kłęby grzybów;
- 7) grzybów, fauny i flory z dna i brzegów w temże samem miejscu;
- 8) ewentualnie pożądanem jest nadesłanie również śniętych ryb, które należy starannie opakować, każdą z osobna w czysty najlepiej pergaminowy papier lub kawałki zwilżonego płótna.

Pobieranie próbek planktonowych wymaga specjalnej siatki, którą sobie można jednak sporządzić samemu z gęstej, jedwabnej gazy mylnarskiej.

Pobieranie próbek z dna i brzegów najlepiej uskutecznia się przy pomocy małego kaszorka z gęstego płótna. W braku tegoż napełniamy słoje szklany (1—2 litrowy) wodą badaną; w słoju opłóskujemy wyrwane rośliny wodne, wrzucając doń w końcu kilka nieopłókaných roślin.

W słoju tym nadesłać również wszelkie powłoki, które tworzą się na kamieniach, palach i wogóle przedmiotach zanurzonych w wodzie.

Koniecznym wreszcie jest zebranie do słoja większych zwierząt jak ślimaki, małże, larwy owadów, kielże i t. p., które można tam znaleźć.



CZCIONKAMI POMORSKIEJ DRUKARNI ROLNICZEJ S. A. W TORUNIU.