

Bohuslav Fott:

Methodické problémy ve výzkumu fytoplanktonu.*)

Zjišťování jakosti a množství mikroskopické vegetace v našich rybnících není nikterak práce samoučelná, jejíž výsledky by měly význam jen na poli čistě botanickém.

Naše rybníční hospodářství se zavázalo podstatně zvýšit produkci rybního masa v ČSR ve srovnání s dobou před válkou. Toto zvýšení výrobnosti rybníků má být uskutečněno hlavně zvýšením hektarových výnosů a to nikoli umělým přikrmováním ryb, nýbrž zmnožením přirozené rybí potravy v rybnících. Množství drobné živěny v rybníce je závislé od organické hmoty, kterou produkuje rostlinstvo rybníka a jejíž množství lze zvyšovat hnojením rybníků. Hnojení rybníků přivodí rozvoj a zmnožení mikroskopické vegetace a tím i zvýšení množství organické hmoty a potravy pro faunu rybníka. Jest tedy zřejmo, že úkol zvýšit produkci rybního masa může být uskutečněn jen tehdy, zvětší-li se produkce rostlinné hmoty v rybníce.

U sladkovodních nádrží, které mají pobřežní oblast (litoral), jsou dva zdroje rostlinné výživy pro faunu rybníka:

1. pás pobřežního rostlinstva a to makrofyt i mikroskopické vegetace;
2. fytoplankton rybníka.

Čím je nádrž větší a litoral rozsahem menší, tím je větší význam fytoplanktonu pro výživu živočišstva. Fytoplankton oceánů je jediným a základním zdrojem organické hmoty pro život moře; na něm závisí život veškeré mořské fauny.

Naopak v nepatrných, mělkých a zarostlých nádržích je fauna odkázána ve výživě na detritus, vznikající rozpadem pobřežních rostlin, makrofyt i mikrofyt, a produkce fytoplanktonu je menší částí rostlinné hmoty, vznikající v nádrži.

U většiny rybníků záleží však rozvoj drobné živěny a přírůstky rybního masa na kvantitě, na množství fytoplanktonu. Proto úsilí rybníčních hospodářů směřuje k tomu, aby v rybnících vzniklo vegetační zbarvení, zezelenání vody a aby se vytvořily vodní květy sinic.

Ne každý druh řas nebo sinic, jehož vzrůst byl povzbuzen hnojením rybníků, je vhodným zdrojem potravy pro drobnou živěnu rybníka. Výrobnost rybníka a hektarový výnos je jistě podmíněn jakostí, kvalitou mikroflory, tvořící nadprodukcí. Proto hydrobiolog, který sleduje výsledky hnojení rybníků, nemůže se spokojit jen zjištěním množství rostlinné hmoty, nýbrž musí určit druhy v planktonním společenstvu. V našich rybnících byl vlivem hnojení značně změněn původní obraz planktonních společenstev a můžeme dnes, kdy

*) Přednáška, proslovená na I. celostátním sjezdu čsl. hydrobiologů v Sedlici u Blatné dne 1. června 1952.

hnojení je na státních rybnících všeobecně praktikováno, rozeznávat tyto typy rybníků s charakteristickým fytoplanktonem:

1. rybníky bez vegetačního zbarvení nebo zákalu;
2. rybníky s vegetačním zbarvením zelených řas (*Chlorococcales*) a rozsivek;
3. rybníky s vegetačním zbarvením zelených řas (*Chlorococcales*) a bičíkovců;
4. rybníky s vegetačním zbarvením zelených řas (a bičíkovců nebo rozsivek) a vodní květ sinic *Microcystis*, *Anabaena*, *Coelosphaerium*;
5. rybníky s vodním květem *Aphanizomenon*.

Tento sled, který jsem uvedl, považuji na základě pozorování v přírodě a studia literatury za přirozenou sukcesi, t. j. s postupným stupňováním hnojení rybníka, s postupující fertilisací, se dostaví nejprve zezelenání vody, pak vodní květ sinic a na konec *Aphanizomenon flos aquae*. Každý z uvedených typů rybníků má určitý zooplankton, kvalitativně i kvantitativně odlišný a snad i odlišnou živěnu dna. *Aphanizomenon* má tu zvláštnost, že potlačí veškerý nannoplankton, rostlinný i živočišný, a místo něho se nápadně rozmnoží velké perloočky, které jsou vítanou potravou kapra.

Nemá-li hnojení rybníků být jen náhodným opatřením, musíme vědět, který z uvedených typů fytoplanktonu je pro rozvoj vodní živěny nejvhodnější a tím i pro výživu kapra nejlepší a tím žádoucí pro zvětšení hektarových výnosů. Teprve tehdy, až budeme znát floristické složení asociace, která je nejvhodnější jako zdroj rostlinné potravy pro živěnu rybníka, budou moci rybníční hospodáři zaměřit své úsilí na vytvoření podmínek, aby žádaná asociace vznikla. To dosud přesně nevíme, neboť zmíněná sukcese, kterou jsem uvedl: *Chlorococcales* — vodní květ chroococcalních sinic a *Anabaena* — vodní květ *Aphanizomenon flos aquae*, není doložena číselnými doklady a i když se udává v literatuře, bude ji třeba ověřit pro naše poměry.

Stanovit typ fytoplanktonu rybníka, který poskytuje nejkvalitnější potravu pro živěnu rybníka, nebude snadný úkol. Bude vyžadovat komplexní spolupráce botanika, zoologa, chemika a rybníčního hospodáře. Ale až bude zjištěn, bude možno způsob hnojení upravit tak, aby rostlinná společenstva v rybnících byla přetvořena v žádoucí typ, protože theoretické předpoklady k uskutečnění tohoto záměru jsou již dány. Dnes jsou známy a uveřejněny v pracích sovětských, severských a amerických autorů ekologické požadavky hlavních druhů tvořících nadprodukce planktonu. Nebude tedy nesplnitelným úkolem upravit podmínky v rybnících tak, abychom dostali žádoucí typ fytoplanktonu.

Kvalitativní metody zjišťování fytoplanktonu.

Všeobecně užívaným, ale nikoli nejlepším nářadím k zjišťování a lovení fytoplanktonu je p l a n k t o n n í s í ť. Nejjemnější síť toho druhu, označovaná č. 25 má rozměr ok asi 60μ a protože většina fytoplanktonu je menší než otvory v pletivu sítě, podává materiál, naložený sítí, nutně skreslený obraz druhového složení fytoplanktonu. Planktonní síť je tedy vhodná jen k tomu, abychom dostali dostatečně bohatý materiál k určení největších druhů fytoplanktonu. Zvláště je výhodné použít sítě tam, u jezer na př., kde produkce

fytoplanktonu je malá a kde k zachycení velkých druhů je třeba profiltrovat veliké množství vody. Planktonní síť se hodí také k nasbírání materiálu „vodního květu“.

Abychom získali nannoplankton, který projde oky planktonní sítě, musíme *centrifugovat* vhodně odebraný vzorek vody z rybníka na ruční nebo elektrické centrifuze. Centrifugováním nashromáždí se dostatečné množství materiálu k identifikaci, a to materiálu živého, takže i bezblanné i citlivé formy zůstávají dobře zachované. Pozdější preparace a fixace centrifugovaného materiálu je bez obtíží možná. Centrifugováním nezískáváme formy lehčí vody (sinice, *Botryococcus*), ani ty řasy, jejichž výskyt je tak řídký, že se do centrifugační epruvetky nedostanou. O přítomnosti těchto druhů, zpravidla větších rozměrů, nás poučí síť. Nannoplankton je v našich vodách v takovém množství rozšířen, že centrifugováním 10 cm vody, což je velikost nejmenších centrifugačních epruvetek, získáme všechny formy, které v planktonu nádrže žijí.

Není-li centrifuga k dispozici, můžeme stanovit druhy nannoplanktonu *sedimentací*. V litrovém vzorku vody usmrtíme organismy roztokem jod-jodkalia, necháme je usadit, vodu odlijeme a sediment mikroskopujeme. Chceme-li vzorek uchovat, musíme jej dodatečně fixovat formalinem.

Výhody metody: získáme nannoplankton i mikrop plankton; máme představu o množství fytoplanktonu a o jeho poměrném zastoupení; můžeme materiál zpracovat později.

Nevýhody: musíme čekat, až se sediment usadí; sedimentace má probíhat v chladu, aby nevznikly proudy; pracujeme s fixovaným materiálem, který zeslizovatí a tvoří vločky, v nichž se malé formy ztrácejí.

Kvalitativní rozbor fytoplanktonu je dobrou pomůckou k ocenění typu rybníka. Různé druhy řas a sinic jsou dobrými indikátory jakosti vody i stupně saprobie a ve známé Kolkwitzově stupnici saprobiontů mají vůdčí úlohu.

Pro produkci biologii rybníka je velice důležité nejen množství živé hmoty, nýbrž i jakost organismů, tvořících plankton. Různé druhy fytoplanktonních řas mají různou výživnost a jsou různým způsobem, i když se tak stává po odumření řasy, přijímány a stravovány živěnou rybníka. Často i velmi podobné druhy jednoho rodu mají zcela rozdílné vlastnosti; uvedu to na příkladu sinice *Aphanizomenon*. Tato známá sinice, rostoucí v našich eutrofních rybnících, se objeví a rozmnoží ve spoustách tam, kde je bohatě vápněno a hnojeno superfosfátem. Nadprodukce *Aphanizomenu* přivodí úplné potlačení nannoplanktonu rybníka a rozmnoží se, což je hospodářsky velice významné, jen velké perloočky, a to v množství 100—300 v 1 l. To znamená, že na ploše 1 ha je 16—50 q sušiny jakostní potravy pro kapři násadu, a toto množství se díky rychlému množení perlooček za týden obnoví.

To jsou celkem známá fakta z literatury i ze zkušenosti. Méně je však známo, že u nás rostou dva druhy *Aphanizomenu*, vedle běžného *A. flos aquae* také *Aphanizomenon gracile*. V poslední době ukázal Lefèvre (1950), že *A. gracile* je nevhodnou potravou pro *Daphnia magna* i *D. pulex* a že je tedy nevhodným producentem rostlinné hmoty pro vodní živěnu. O rozšíření *A. gracile* v našich rybnících není nic známo. Pokud vím, vyskytuje se ve velkém dokeském rybníku (t. zv. Máchově jezeře) a tato nádrž, i když je náležitě hnojena, vyznačuje se malým hektarovým výnosem. Příklad *Aphanizomenonu* ukazuje, že velice podobné druhy téhož rodu mohou mít rozdílné účinky na

hospodářský výnos nádrže a jak je důležité přesné floristické určení organismů, tvořících plankton rybníka.

Kvantitativní metody.

Je přirozené, že nestačí znáti druhy, tvořící složení fytoplanktonu a že nutno stanovit, chceme-li charakterisovat typ rybníka nebo ocenit výsledky hnojení, množství fytoplanktonu v nádrži. Kvantitativní metody jsou různé a to podle účelu, k němuž slouží, podle typu nádrže, jejíž fytoplankton analyzujeme, a podle hustoty fytoplanktonu. Použití t. zv. kvantitativních sítí nedává spolehlivé výsledky, protože nevíme, kolik vody jsme skutečně profiltrovali a které organismy unikly oky sítě. Snad Bumpusova síť, zavedená americkými limnology, která má zařízení k měření množství vody, která prošla sítí, by byla vhodná ke zjištění kvantity velkých, rozptýlených fytoplanktonů; větší použití má tato síť pro zooplankton a zvláště ve velkých jezerech. Také centrifugace určitého množství — na př. 10 cm — může poskytnout použitelné výsledky, ale musíme si být vědomi, že je zatěžkána četnými, nekontrolovatelnými chybami. Tyto chyby vznikají na př. nestejnou rychlostí, s jakou organismy sedimentují. Při příliš rychlé a dlouhé centrifugaci se vytvoří hustý a utěsněný sediment, slizovité řasy se slepí a při odsávání sedimentu se špatně rozptylují na podloženém skle. Protože se propočítává jen nepatrný zlomek sedimentu, vzniklá chyba se při násobení náležitě zvětšuje. Při pomalé centrifugaci nedocílíme sedimentaci všech organismů. Organismy lehčí vody, t. j. planktonní sinice a řasa *Botryococcus Braunii* nesedimentují při centrifugaci vůbec a zůstanou při hladině. Kdybychom je odtud dovedli odebrat, mohli bychom je také spočítat, ale prakticky tato operace se dá těžko provést. Mnoho fytoplanktonu zůstane také lpět na stěnách centrifugační zkumavky, v pipetě, kterou centrifugát přenášíme, atd. Oplachování není dost možné, abychom nevytvořili příliš velkou kapku a nemusili propočítávat příliš velkou plochu.

V našich poměrech a s pomůckami, které jsou u nás k dispozici a které lze improvizovat, můžeme, po mém soudu nejpresněji, zjišťovat planktonní produkci pomocí planktonních komůrek; u eutrofních rybníků vystačíme s planktonní komůrkou Kolkwitzovou. Tato komůrka uzavírá přesně prostor 1 cm v podobě vybroušeného válce o základně 380 mm² a výšce 2,63 mm. Komůrka se naplní vodou, přikryje krycím sklíčkem tak, aby nevznikla bublina, živé organismy se usmrtí jod-jodkaliem. Pak se komůrka nechá v klidu, aby se organismy usadily: lehčí se shromáždí při hladině, těžší na dně. Práce s komůrkou probíhá takto:

1. Nejprve spočteme vodní květ. Pomocí křížového stolu se komůrka posouvá a počítá buď celá, nebo $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ plochy komůrky podle množství fytoplanktonu.

2. Malým zvětšením se spočte mikrop plankton, který se usadil na dně.

3. Nakonec spočteme silným zvětšením nannoplankton, který se usadil na dně komůrky. Protože silné objektivy, které však jediné umožňují bezpečnou identifikaci, mají malou vzdálenost přední čočky objektivu od předmětu, můžeme je použít u t. zv. Utermöhlova „převratného mikroskopu“, který byl speciálně konstruován pro práci v planktonologii, neb u Reichertovy modifikace „převratného mikroskopu“. Bez těchto speciálních konstrukcí lze se obejít, máme-li vodní immersi na obyčejném mikroskopu s křížovým stolem. Pak stačí sejmout opatrně krycí sklíčko komůrky, ponořit immersi do komůrky a spočítat část dna komůrky. Osvědčilo se mi počítat zorná pole, rovnoměrně rozložená po ploše komůrky a počet zorných polí, nejméně 80, násobit příslušným koeficientem, abych dostal obsah v 1 cm.

Použití vodní immerse umožňuje dobrou identifikaci počítaných planktonů a dovoluje počítat nejen coenobia, nýbrž i počet buněk v koloniích, vlákních atd. Počet buněk v příliš hustých koloniích stanovujeme odhadem.

Počet buněk v 1 cm, který získáme touto methodou, poskytuje nám již dosti názorný obraz o planktonní produkci a cifry, takto vypočtené, můžeme použít k srovnávání planktonních produkcí nádrží. Nalezneme-li v 1 cm 1000 — 10 000 — 100 000 nebo 1 000 000 buněk, tedy už tato čísla jsou dosti názorným prostředkem k vyjádření kvantitativní produkce fytoplanktonu.

Přesnější vyjádření produkce dostaneme, vypočteme-li celkový objem buněk. Protože specifická váha fytoplanktonu se nepatrně liší od specifické váhy vody, vypočtený objem buněk fytoplanktonu nám současně udává váhu vlhké hmoty. Potom můžeme i vypočítat váhu sušiny, která je přibližně $\frac{1}{25}$ vlhké hmoty. Váha sušiny fytoplanktonu na ploše jednoho hektaru rybníka je velmi názornou hodnotou, protože ji můžeme srovnávat a klást v závislost s přírůstkem ryb, který se rovněž vyjadřuje na hektar.

Jestliže produkci fytoplanktonu tvoří řasy přibližně stejně velké a geometrického tvaru, pak vypočítávání objemu není zvlášť složitou procedurou. Planktonní druhy rodu *Anabaena*, *Microcystis*, *Coelosphaerium*, *Dictyosphaerium*, *Chlamydomonas* a jiné mají buňky kulovité, *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Melosira*, *Stephanodiscus* válcovité nebo elipsoidní; jejich objem vypočteme podle geometrických vzorců. Objemy složitějších organismů je možno vypočítat podle modelů z nerozpustné modelovací hmoty, které ponoříme do kalibrovaných válců.

Americké standardní metody pomocí zvláštního okuláru zjišťují plošný obsah pozorovaných jedinců a objem potom vypočítávají a udávají ve standardních jednotkách.

V našich eutrofních rybnících převládá nannoplankton nebo mikrop plankton kulového nebo válcového typu, takže pouhým výpočtem podle geometrických vzorců lze vyčíslit jeho objem.

Zvlášť obtížné je stanovení planktonní produkce vodních květů. Pod tím pojmem rozumíme nahromadění organismů, lehčích vody při hladině nebo v povrchových vodách nádrže. Vodní květ má velice nerovnoměrné rozšíření. Při naprostém klidu v ovzduší se shromáždí při hladině, při nepatrném zvlnění hladiny a při vertikálních proudech, při ochlazování, rozptýlí se v povrchové vodě nádrže. Působením větru bývá sehnán do jednoho konce rybníka, kam vane vítr.

Zcela zvláštní fyziognomii má sinice *Aphanizomenon flos aquae*, jejíž vlákna jsou seskupena ve vločky, až 2 cm dlouhé a 2 mm široké. Protože v rybníce, v němž vyroste *Aphanizomenon* v „čisté kultuře“, nedaří se jiným řasám, můžeme kvantitu této makroskopické sinice zjišťovat jiným způsobem. Vzorky vody s vodním květem necháme stát, aby se *Aphanizomenon* usadil při hladině a nyní širokou pipetou nabereme vodu s *Aphanizomenonem* a filtrujeme na papírovém filtru o známé váze. Tímto způsobem můžeme sfiltrovat množství $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ l vody a získáme přímou váhu sušiny sinice.

Kvantitativní zjišťování planktonní produkce provádíme na vzorku vody, odebraném z rybníka. Rybníky pravidelného tvaru se stejným pobřežím, které nejsou v určitých oblastech vydatně zúrodnovány, mají více méně pravidelné horizontální rozložení planktonu. V takovém případě stačí odebrat na nej-

hlubším místě několik vzorků od hladiny ke dnu, abychom měli obraz o složení a množství fytoplanktonu.

Jestliže však srovnáváme řadu rybníků, abychom se na příklad přesvědčili o účincích hnojení, pak musíme z každého rybníka odebrat t. zv. reprezentativní vzorek, t. j. uměle smíchaný vzorek vody, který je obrazem průměrného složení mikroflory rybníka. Známe-li kubaturu nádrže a tvar dna, můžeme reprezentativní vzorek odebrat naprosto přesně. V praxi však, u nepravidelně členěných rybníků, provádíme přípravu reprezentativního vzorku tak, že jedeme na loďce rybníkem ve směru větru a v pravidelných vzdálenostech odnímáme vodu od hladiny ke dnu a smícháváme ji ve velké nádobě. Vzorky vody z různých hloubek odebíráme buď Ruttnerovým sběračem, nebo Meyeroovou lahví nebo prostě skleněnou trubicí, dostatečně dlouhou a u hlubších rybníků složenou z několika skleněných dílů, spojených gumovými trubičkami. Ziegelmeyer (1940) užívá celuloidovou trubicí, širokou 8 × 8 cm, dlouhou 146 cm, kterou ponoří do vody a tak vyřízne a zachytí sloupec 150 cm dlouhý se všemi živočichy i rostlinami.

Jsou ovšem i jiné metody k zjišťování produkce fytoplanktonu v jezerech a mořích, Juday (1926) užívá Foerstovy centrifugy, která je v principu podobná centrifuze na mléko, má kontinuální chod, takže lze centrifugovat velká množství vody. Při rychlosti 18.000 obrátek za minutu se odcentrifugovalo z 1 litru vody za 10 minut 98% planktonu a 25—50% bakterií. Touto metodou zjistíme nejen plankton, žijící ve vodě, nýbrž i organický i anorganický detritus, vznášející se ve vodě, a proto hodnoty, získané tímto energickým centrifugováním, váhově převyšují čísla, získaná počítáním. Odcentrifugovanou organickou masu můžeme vážit, sušit, chemicky analyzovat, ale nemůžeme jednotlivé organismy identifikovat.

Jiná metoda, která by odstranila pracné počítání, je extrakce asimilačních pigmentů. Tuto metodu vypracoval pro mořský fytoplankton Harvey (1934), pro jezera ji použil Chandler (1939), Kozmiński (1938) a Gessner (1943).

Průběh metody:

1. Vzorek vody, u jezer 1—10 l, se zfiltruje na speciálním hustém papírovém filtru.
2. Asimilační pigmenty se rozpustí v acetonu.
3. Zfiltrovaný acetón se srovnává na kolorimetru s t. zv. Harveyovou standardou, obsahující roztok kaliumchromátu a síranu nikelnatého.

Podrobný návod ke kvantitativním metodám podává Kiselev (1950) v metodické příručce, určené pro pracovníky budující velké stavby socialismu v SSSR. Ruttner (1948) uvádí metody, užívané evropskými pracovníky, kdežto Welch (1948) informuje o hlavních způsobech práce v Americe.

Několik příkladů produkce fytoplanktonu našich rybníků.

1. Rybník Břehyně v okolí Doks v sev. Čechách měří 90 ha a je položen v jehličnatých lesích na písčitém podkladě (turonský pískovec). Původně to byla rašelinná bažina s hnědou vodou. Proto má mohutnou vrstvu bahna. Hnojením i příkrmováním podle zprávy T. Schreiterové ze dne 14. XI. 1941 dosaženo ročního hektarového přírůstku 18,19 — 46,20 kg/ha.

Dne 18. VIII. 1948 obsahoval 1 cem vody 2000 buněk hlavně rodu *Cryptomonas* a různé zelené jednobuněčné řasy, což znamená váhu 1,5 kg vlhké hmoty a sotva 6 dkg sušiny na 1 ha při hloubce 1 m.

Ke konci měsíce fytoplanktonu přibýlo a množství buněk i rostlinné hmoty se ztrojnásobilo.

2. Velký dokeský rybník, t. zv. Máchovo jezero, měří 230 ha vodní plochy. Leží na písčitém dně a náleží k chudým rybníkům. Od r. 1927 je pravi-

delně vápněn a hnojen superfosfátem a podle zprávy T. Schreiterové z r. 1934 poskytoval roční hektarové přírůstky 16—32 kg. V roce 1948 vzniklo na rybníce vegetační zbarvení vody a vodní květ sinic, takže 1 cm vody obsahoval 15. IX. až 4 000 000 buněk, hlavně *Oscillatoria Agardhii*, *Aphanizomenon gracile*, *Microcystis flos aquae*, *Gomphosphaeria*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Pediastrum* sp. div., *Scenedesmus* sp. div. atd. Toto množství přepočteno na sušinu dává na 1 ha 100 kg sušiny ve vodní vrstvě 1 m. Zooplankton charakterizuje (podle Sládečka 1951) *Diffugia limnetica*, *Anuraeopsis fissa*, *Pompholyx sulcata*, *Daphnia cucullata kahlbergensis* a *Mesocyclops M. leuckarti*.

3. Rybník Nový na Lnářsku měří 34,5 ha a měl 11. VIII. 1951 čistý vodní květ *Aphanizomenon flos aquae*. Sinice v podobě vloček, dlouhých až 2 cm, byla jediným rostlinným organismem v planktonu rybníka. Jinak voda byla čirá, průhledná, bez vegetace. *Aphanizomenon* byl zfiltrován a zvážen. Bylo vypočteno, že 1 ha rybníka obsahuje přes 300 kg sušiny ve vrstvě vody 1 m. V zooplanktonu převládaly velké Cladocery (*Daphnia pulex* 60 kusů v 1 l) nad nauplii kopepodů (30 kusů v 1 l) a rotatory (40 kusů v 1 l, hlavně *Pedalia mira*, *Filinia longiseta*, *Brachionus budapestinensis*, *Keratella quadrata a stipitata*; det. Dr. Vl. Sládeček).

4. Rybník Nadýmač na Lnářsku měří 4,5 ha a měl 8. VIII. 1950 rovněž čistý vodní květ *Aphanizomenon flos aquae* ve váhovém množství 153 kg sušiny na ha (1 m hloubky). V zooplanktonu převládala rovněž *D. pulex* (65 kusů v 1 l).

5. Rybník Malá Kuš na Lnářsku v rozloze 4 ha vytvořil 11. VIII. 1949 vodní květ sinic rodu *Anabaena* (*macrospora*, *circinalis*, *spiroides*) a *Microcystis* ve váze 37,5 kg/ha. Současně množství drobných zelených řas zbarvilo vodu do zelena v množství 2,5 kg/ha, takže celková produkce fytoplanktonu činila 40 kg sušiny na 1 ha při hloubce 1 m. Zooplankton měl zcela jiné složení než u předešlých rybníků. *Daphnia pulex* vyskytuje se v nepatrném množství 4 kusů v 1 l, zato voda je osídlena rotatory (90 000 v 1 l!).

6. Malé rybníčky ve Slezsku*) poblíž Luk nad Olzou se vyznačují nepatrnou produkcí fytoplanktonu. Ačkoliv jsou vydatně hnojeny superfosfátem a mrvou a pravidelně vápněny, vytvoří nepatrná množství mikroskopické vegetace. Jsou však silně zarostlé vodní i bažinnou florou.

Rybník Prostřední (5 ha) produkoval 20. IX. 1950 0,72 kg sušiny na 1 ha/1 m hloubky hlavně zelené řasy z rodu *Crucigenia* a *Scenedesmus*. V zooplanktonu převládají rotatoři (1430 kusů v 1 l), z Cladocer se vyskytuje jen *Bosmina longirostris* (10 kusů v 1 l).

Rybník Podloužek (2,5 ha) ač vydatně vápněn a hnojen superfosfátem vytvořil 19. IX. 1950 0,4 kg sušiny na 1 ha/m.

Rybník Velký Kupčák (5 ha) produkoval 20. IX. 1950 1,25 kg sušiny na 1 ha/m. Zooplankton tvořili hlavně rotatoři (13 tisíc kusů v 1 l).

Z těchto několika příkladů, zcela namátkou vybraných, můžeme vyvodit několik závěrů:

1. Planktonní produkce mikroskopických rostlin velice kolísá, od několika dkg sušiny na 1 ha až přes 300 kg na ha. Mnohdy rybníky vydatně hnojené

*) Podrobnosti v chystané práci o produkci biologii těchto rybníků (spolu s Drem Sládečkem).

a vápněné jeví nepatrnou produkci fytoplanktonu. Působí zde ještě jiné faktory, ne dost ve svém účinku osvětlené: velikost nádrže, jakost vody, vlastnosti dna (na př. adsorpční mohutnost bahna), zarůstání nádrže submersními rostlinami atd.

2. Nápadná je skutečnost, že nádrže zarostlé pobřežními, bažinnými a vodními makrofyty se vyznačují malou produkcí fytoplanktonu. Tento antagonismus makrofyt (zvláště submersních, t. zv. elodeid) a fytoplanktonu je do očí bijící. Hnojením se podpoří růst makrofyt a rozvoji fytoplanktonu se valně neprospeje.

3. Hnojení rybníků nelze praktikovat mechanicky. V malých, bahnitých rybnících hnojení obvyklými dávkami přivodí nepatrnou produkci fytoplanktonu a podnítl rozvoj pobřežní vegetace, působící zarůstání. Stejně dávky hnojiv ve velkých rybnících mají za následek nadprodukce fytoplanktonu.

Uvedené skutečnosti ukazují důležitost produkce fytoplanktonu pro produkci biologie rybníka. Fytoplankton není ovšem jediným producentem rostlinné hmoty v rybníce a tam, kde se nevytvoří v dostatečném množství, musí vyživovat faunu rybníka litorální rostlinstvo a makrofyta. Velké cevnaté rostliny nejsou ovšem zdaleka tak kvalitní potravou pro živěnu rybníka, protože jejich těla tvoří výživný detritus teprve po skončení vegetační doby. Buňky fytoplanktonu naproti tomu mají krátkou životní dobu, hynou a dodávají plynule vodě jemně dispergovaný detritus. Číslo, která jsem uváděl, jsou hodnoty okamžité produkce rostlinné hmoty. Nevíme bohužel, kolikrát do roka se fytoplankton obnoví a neznáme tudíž koeficient, kterým bychom museli násobit okamžitou produkci, abychom dostali celoroční výnos. Předpokládáme-li, že se obnoví 30krát, což není jistě přehnané tvrzení a v literatuře se uvádějí ještě větší koeficienty, vyrovnal by se roční výnos rybníka s Aphani-zomenonem, který má okamžitou produkci 100 kg na ha, výnosu louky s 2 seno-sečemi, která nese 30 q celoroční žně.

Literatura:

- Fott B. (1933). Fytoplankton jako rostlinné společenstvo. Věda přírodní, XIV: 97—128.
Gessner F. (1943). Der Chlorophyllgehalt der Seen als Ausdruck ihrer Produktivität. Arch. f. Hydrob. XL: 687—732.
Harvey H. W. (1934). Measurement of phytoplankton population by the pigment extraction method. Journ. Mar. Biol. Assoc. 24(4): 739—744.
Juday C. (1926). A third report on limnological apparatus. Trans. Wisc. Acad. Sci. 22: 299 till 314.
Kiselev I. A. (1950). Izučenie planktona vodojemov. Izdat. Akad. nauk SSSR, 8. - 40 stran, 27 obr.
Kozmínski Z. (1938). Über die Chlorophyllverteilung in einigen Seen von Nordost-Wisconsin USA. Arch. Hydrob. i Rybactva XI: 120—163.
Lefèvre M. (1950). Aphanizomen gracile Lemm. Cyanophyte défavorable au zooplankton. Ann. stat. centr. hydr. app. III: 205—208.
Ruttner F. (1948). Die Methoden der quantitativen Planktonforschung. Mikroskopie III: 39—51, 5 Abb.
Sládeček V. (1951). Kvantitativní metody hydrobiologické. Přednáška na odborném školení katedry zdravotního inženýrství v prosinci 1951.
Sládeček V. (1951). Zooplankton Máchova jezera, Břežňského a Novozámeckého rybníka. Čas. Nár. mus., odd. přírod., 120(1): 29—34.
Welch P. (1948). Limnological methods. Blakiston Co., Philadelphia, 1—381.
Ziegemeier E. (1940). Die qualitative und quantitative Verteilung des Zooplanktons in einigen großen Fischteichen der Bartschniederung mit besonderer Berücksichtigung der Cladoceren und Copepoden. AfH: XXXVI: 495—551, 18 Abb., Taf. XVIII—XXI, 2 Text-beil., 3 Tabellen im Text.