PRESLIA 1954
26: 95—104

Bohuslav Fott:

Zajímavý případ neustonu a jeho význam pro produkční biologii rybníka.

Z hydrobiologické stanice na lnářských rybnících u Blatné.

Název *neuston* zavedl do hydrobiologie Naumann (1917) a označil jím společenstvo organismů, které osidluje povrchovou blanku vod. Tato blanka vzniká působností fysikálních sil na styčné ploše vody se vzduchem. Její nosnost je značná; na povrchové blance žijí a své typické prostředí nacházejí i velcí živočichové (vodoměrky, vírníci atd.). Pod jménem *neuston* rozumíme ovšem mikroskopické organismy, které žijí na povrchové blance nebo v její blízkosti.

Povrchová blanka, jakožto prostředí vhodné pro život mikroskopických organismů, se vytvoří jen na dokonale klidné vodě a nezvlněné hladině, která se ustálí jen za klidného, bezvětrného dne, a to zvláště v malých nádržích chráněných před větrem.

Proto neuston nacházíme v přírodě nejčastěji v kalužinách, tůních a v malých rybnících; ve velkých jezerech a v mořích nevzniká, protože hladina těchto vod jest stále v pohybu.

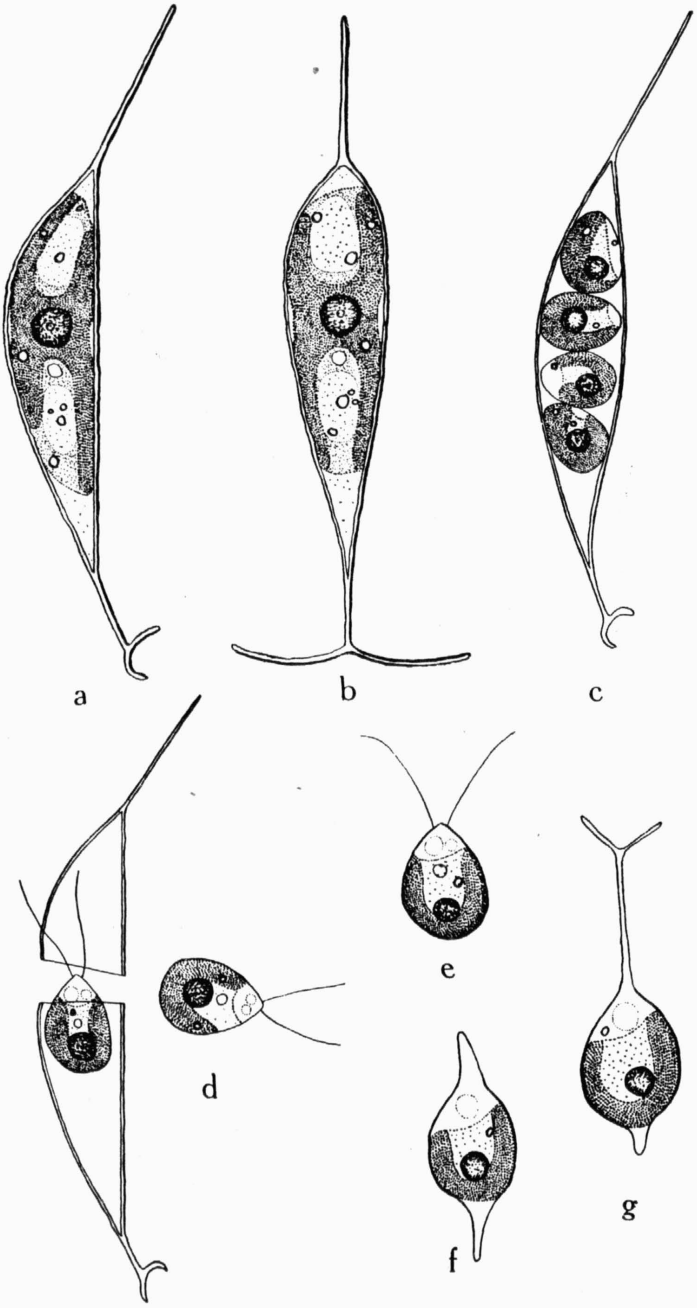
Na klidné vodě vytvářejí neustonní organismy barevné povlaky, které jsou viditelné pouhým okem. Protože tyto zjevy jsou pomíjivé a v přírodě trvají zpravidla jen několik hodin, není mnoho pozorování o neustonu. Nadto studium neustonu vyžaduje práci přímo v terénu, a to okamžitě, jakmile se neuston vytvoří.

Také na velkých rybnících (a snad i jezerech) uskuteční se občas předpoklady pro vznik neustonu, jestliže nastane příznivé počasí a v planktonu nebo v litoralu nádrže se rozmnoží vhodný organismus. Povrchová blanka ve velkých nádržích jest zpravidla jen dočasným místem výskytu organismu, neboť její trvání jest časově omezeno a podmíněno klidem vody a ovzduší.

Zvláštní případ neustonu, jenž se vytvořil na velké vodní ploše a v takovém množství, že velkou měrou se zúčastnil na celkové produkci rostlinné hmoty v nádrži, pozoroval jsem ve dnech 19.—27. VII. 1952 na rybníku Velký Pálenec u hydrobiologické a rybářské stanice u Blatné.

Vegetace volné vody rybníka, který měří 34 ha, měla v r. 1952 odlišné složení než jiná léta. Rybník, který v minulých letech míval již od června vodní květ *Aphanizomenon flos aquae* nebo jiných planktonních sinic, zarostl na jaře ze $^2/_3$ porosty *Potamogeton crispus*. Voda v této době zůstala čistá, průhledná, bez vegetačního zákalu a bez rostlinného nannoplanktonu. Vločky sinice *Aphanizomenon* byly jen nečetné, v počtu asi 4 v 1 l, a v síťovém planktonu byl nalezen ojediněle *Volvox aureus* a *Botryococcus Braunii*. Při centrifugování vzorků vody se ukázalo, že nannoplankton zcela chybí.

V polovině července skončilo období teplého a slunečného počasí a po prudkém dešti a ochlazení porušila se tepelná stagnace ve vodě rybníka a promíchání vody v rybníce se projevilo za několik dní ve změně vegetace: *Potamogeton crispus* se rozpadl a zmizel, pomnožil se *Aphanizomenon* a v nannoplanktonu se objevil nový zástupce, zelená řasa *Characium ancora* (Smith) Fott, jejíž morfologii a rozmnožování jsem popsal v r. 1942 na materiálu rovněž ze lnářských rybníků.


a
b
c
d
e
f
g

Dne 19. VIII. se náhle za slunečného a bezvětrného počasí vytvořila zelená neustonická blanka, která časně zrána pokrývala asi $^1/_3$ plochy rybníka (t. j. 12 ha) a za poledne, když se zdvihl větřík, se soustředila při severním lesnatém břehu v podobě žlutozeleného pruhu, který setrval až do večera.

Tento zjev se opakoval několikráte a největšího rozsahu nabyl dopoledne dne 23. VII., kdy neuston zrána pokryl $^3/_4$ hladiny rybníka (t. j. 28 ha), během dne se postupně shromažďoval při severním břehu, až vítr jej rozrušil a zelené chuchvalce zahnal na břeh.

Při mikroskopické analyse neustonu se ukázalo, že v povrchové blance jsou uloženy zelené buňky, které při prvním pohledu dělaly dojem vegetačních forem typických neustonních řas z rodů *Nautococcus* Kořšikov nebo *Kremastochloris* Pascher.

Ale na rozdíl od těchto rodů nepozoroval jsem dělení buněk, uložených v povrchové blance, naopak, čím déle buňky v neustonu trvaly, tím více dostávaly ráz buněk trvalých, nedělících se. Obsahovaly hojné zásobní produkty (dokázána zrnéčka škrobu) a postupně vytvářely tlusté membrány, které byly svědectvím toho, že buňka setrvá po určitou dobu v tomto stavu.

Bylo zřejmo, že buňky v neustonu nejsou vegetační formou, nýbrž pouze stadiem určité řasy, která příležitostně v určitém období svého života v neustonu vegetuje.

Když jsem pátral po řase, která by vytvářela v neustonu trvalé spory, objevil jsem, že v planktonní zoně rybníka se rozmnožila během předchozích dnů zelená řasa *Characium ancora* (Smith) Fott v takovém množství, že jeden ccm vody obsahoval 5—10 tisíc buněk této řasy.

V práci z roku 1942 popsal jsem její morfologii a rozmnožování zoosporami. Membrána buňky jest charakteristická tím, že je složena ze dvou dílů, které jsou zřetelné teprve při tvorbě zoospor; tehdy totiž se membrána rozpadne ve dvě polovičky a zoospory v počtu 4—8 vystoupí ven. Tyto zoospory jsou malé, měří kolem 10 μ a záhy klíčí způsobem, který jsem popsal ve své práci: na apikální části se vytvoří „kotva" a na basální „osten". Slouží zřejmě k rychlému rozmnožování řasy, žijící v planktonu. Současně se v centrifugátech vzorků a v preparátech neustonu objevovaly zelené, bezblanné, pohyblivé buňky, které byly poněkud větší (10—16 μ dlouhé a 7—9 μ široké) a svým objemem se rovnaly protoplasmatu řasy *Characium ancora*. Domnívám se, že tyto velké zoospory vznikají za klidného počasí, příznivého k tvorbě neustonu a jejich úkolem jest vytvořit trvalé spory; za jiných okolností se vyvíjejí ve vegetativní formu řasy, žijící planktonickým životem. Jsou positivně fototaktické a shromažďují se proto při hladině, vystoupí nad povrchovou blanku a usadí se na ni. Nemají blánu na povrchu protoplastu a vylučují sliz, který pokryje a zpevní hladinu povrchové blanky. Povrchová blanka hladiny rybníka jest tedy pokryta tenkou vrstvou slizu, na němž sedí protoplasty zoospor, které při výstupu na hladinu odvrhly bičíky. Jsou asi jednou třetinou svého těla ponořeny, většinou však vyčnívají ven, nad vodu.

Obr. 1. *Characium ancora* (Smith) Fott. — *a* = bočný pohled na buňku. Uvnitř buňky chromatofor, ztlustlý v prostředku, s kulovitým pyrenoidem. Pod ním jádro. Vždy nahoře a dole jedna vakuola s buněčnou šťávou. — *b* = pohled na buňku zepředu. V této poloze jest viditelný kotvicovitý výběžek. — *c* = tvorba zoospor. — *d* = uvolňování zoospor. — *e* = zoospora s hrncovitým chromatoforem, na jehož basi sedí pyrenoid s jádrem a 2 pulsujícími vakuolami. — *f* = nepohyblivá zoospora s dvěma plasmatickými výběžky. — *g* = na apikálním konci zoospory vzniká kotva a na basálním „zoban".

Že skutečně „sedí" na hladině přesvědčíme se takto: ponoříme šikmo krycí sklíčko do akvaria, v němž jsme přinesli z rybníka neporušenou neustonickou blanku a zespoda ji podebereme na sklíčko. Zůstane lpět na hořejší straně sklíčka. Nyní sklíčko obrátíme a namontujeme jako vlhkou komůrku tak, aby strana se zachyceným neustonem zůstala v komůrce. Druhou stranu sklíčka osušíme a mikroskopujeme. Touto manipulací dosáhneme toho, že buňky mají v preparátu tutéž polohu vzhledem k povrchové blance jako v přírodě, jen s tím rozdílem, že ve vlhké komůrce jsou „hlavou dolů". Ale při mikroskopování můžeme rozeznat, která buňka jest nad hladinou a hladiny se jen dotýká a která jest pod blankou ve vodním prostředí.

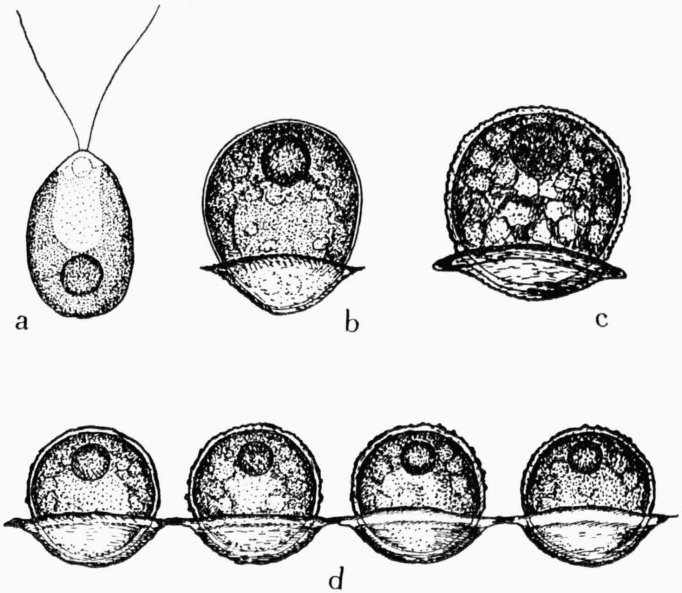
Že pohyblivé monády vylézají z vody a usazují se nad povrchovou blankou dokázal již Woronin svým klasickým pozorováním na *Chromulina Rosanoffii* (1880). Jeho pozorování kontroloval a plně potvrdil Vischer (1943), který upozornil na to, že Woroninovy výklady bývají nesprávně interpretovány. Pozdější badatelé o neustonu, Koršikov (1926) a Pascher (1942), pozorovali a popsali autotrofní organismy, které podle jejich mínění se povrchové blanky jen dotýkají a nepatrně nad ni vyčnívají, ale jejich vegetativní vývoj a rozmnožování probíhá pod blankou. Geitler (1942) rozeznává dva typy neustonních organismů: jedny žijí pod povrchovou blankou, submersně, ve vodě a blanky se jen dotýkají (*hyponeuston*), druhé sedí na blance, na vzduchu a vody se jen spodem dotýkají (*epineuston*). Upozorňuje dále, že většina neustonních organismů žije na blance jako epineuston a i organismy, popsané Pascherem i Koršikovem jsou tohoto typu.

Také neuston, který se utvořil na hladině rybníka Velkého Pálence byl typický epineuston. Zoospory řasy *Characium ancora* vystoupily na povrchovou blanku, vyloučily sliz, který ji zpevnil a navzájem je spojoval a proměnily se v trvalé spory. Protoplasty vyloučily blánu, z počátku tenkou a bez struktury, později tlustou a zvlněnou. V místech, kde se buňka dotýkala vody, vznikla plovací destička („Schwimmschirmchen" německých autorů), zřetelně zbarvená do hněda sloučeninami železa. Buněčný obsah mladé spory měl stejnou stavbu jako pohyblivé zoospory: hrncovitý chromatofor s basálním pyrenoidem, ve středu jádro a v apikálním konci pulsující vakuoly. Vzhledem k blance zaujímaly zoospory tuto polohu: basální část s pyrenoidem vyčnívala z vody, kdežto apikální část s pulsujícími vakuolemi se dotýkala vody a vyloučila plovací destičku.

Na rozdíl od typických neustonních organismů (*Nautococcus* Koršikov, *Kremastochloris* Pascher, *Kremastochrysis* Pascher, *Emergococcus* Miller a j.), které se během života v povrchové blance rozmnožují a zde nacházejí vlastní životní prostředí, jest *Characium ancora* (Smith) Fott nesporně planktonní řasa. Pokud vegetuje v planktonní zoně, rozmnožuje se zoosporami a za příznivých okolností dosáhne populace řas množství několika tisíc jedinců v 1 ccm vody. Za klidného počasí vystoupí zoospory k hladině nádrže, přemění se v trvalé spory, které v podobě neustonické blanky pokryjí hladinu rybníka. Jest to zřejmě zařízení, sloužící k přetrvání nepříznivých podmínek mimo planktonní zonu a k rozšiřování řasy. Neustonická blanka jest totiž větrem sehnána k břehu a částečně vyvržena na břeh v podobě žlutozelené pěny. Jestliže uschne, vítr snadno rozpráší tlustoblanné spory a tak *Characium ancora* může být roznášeno vzdušnou cestou a jest vskutku kosmopolitem, všude na světě rozšířeným. V lnářské rybniční oblasti nacházíme je obyčejně ojediněle v různých rybnících, někdy však úplně v monotypické populaci, jako v r. 1941 v rybníce Stržák. V tomto roce byla hladina rybníka pokryta nápadnou neustonickou blankou, ale tehdy jsem nerozpoznal, že buňky v neustonu a planktonní řasa jest jeden a týž organismus. Také v jiných rybnících v Čechách jsem ji mnohokráte nalezl.

Jaký význam má řasa pro tvorbu rostlinné hmoty v rybníce a pro jeho produkční biologii ukáže několik čísel.

Rybník Veliký Pálenec obsahoval v době maximálního rozvoje řasy 5—10 tisíc buněk *Characium ancora* v 1 ccm vody, což znamená okamžitou žeň 7—14 kg sušiny na 1 ha při hloubce 1,5 m. Protože neznáme délku vegetační doby a života řasy, nemůžeme vypočítat z této hodnoty skutečnou intensitu planktonní produkce. Nevíme kolik kg rostlinné hmoty jest dodáváno pro živěnu rybníka v určitém časovém období, na př. denně. Představu o tom, jak velké množství rostlinné hmoty se denně produkuje v době maximálního rozvoje Characia nám podává každodenní vznik neustonické blanky. Po dobu neměnící se populace řas v planktonu ukazuje nám denní produkce neustonu intensitu růstu řasy a současně denní tvorbu rostlinné hmoty v planktonu.



Obr. 2. Vznik neustonu. — *a* = větší zoospora, z níž vznikne na povrchové blance trvalá buňka. — *b* = mladá buňka, sedící na povrchové blance. Ponořená část buňky jest pokryta slizovitou blankou. — *c* = buňka, přeměněná v trvalou sporu. Má zvlněnou membránu a sedí na plovací destičce s tlustým okrajem. *d* = řada buněk sedících na hladině. Jsou ponořeny pouze třetinou svého objemu pomocí slizovité blanky. Kresleny v trochu menším měřítku.

Množství buněk a váhu neustonu v rybníce bylo určeno podle methody, kterou udali Naumann (1923) a Rylov (1936). Stačí přiložit krycí sklíčko na blanku, aby pevně i s buňkami přilnula ke sklíčku, namontovat je na vlhkou komůrku a buňky spočítat na plošné jednotce. Množství buněk v neustonu rybníka činilo 50 000 na 1 cm^2, což při váze buňky $2{,}15 \cdot 10^{-9}$ g představuje na 1 ha množství 10 kg vlhké hmoty. Přepočteno na sušinu, produkuje 1 ha 0,5 kg sušiny denně a toto množství můžeme považovat za denní produkci rostlinné hmoty populace *Characium ancora*. Znamená to, že tato

řasa denně produkuje $^1/_{28}$—$^1/_{14}$ (4—8 %) vlastní váhy, aniž se abundance řasy sníží. Odhad denní produkce řasy *Characium ancora*, zjištěný pomocí neustonu jest snížen o to množství buněk řasy, které nevytvoří zoospory, zahynou a rozpadnou se v detritus. Určitá část populace, jejíž množství lze odhadnout setinovými podíly produkce, bývá vyřazena z tvorby zoospor, neboť buněčný obsah jest napaden parasity z řádu *Chytridiales*, a to *Hapalopera piriformis* Fott a *Aphelidium* (?) sp. Skutečná denní produkce jest tedy o něco vyšší než zjištěné výsledky v neustonu, pravděpodobně 5—10 %. Podle měření Grimmových (1950) v jezerech činí denní produkce rozsivek, měřená na jejich úmrtnosti, 2—20 %, průměrně 13 %.

Characium ancora nebývá ovšem jediným planktonním producentem rostlinné hmoty, neboť ještě celá řada jiných řas žije v planktonní zoně rybníka. V r. 1941 vyjimečně osidlovalo jako jediná řasa plankton rybníka Stržák v množství 13 000 jedinců v 1 ccm a její spory vytvořily na hladině nápadnou neustonickou blanku. V planktonu rybníka v r. 1952 Velkého Pálence doprovázel ji nečetný *Volvox aureus* a *Botryococcus Braunii*, které měly nepatrný podíl na produkci rostlinné hmoty a současně nastával rozmach sinice *Aphanizomenon*. Během osmi dnů vytvořila sinice mocný vodní květ, který zastavil a přivodil zánik vegetace Characia. I když *Characium ancora* a neuston jeho trvalých spor není jediným producentem rostlinné hmoty v rybníce, lze z jeho výskytu, projevujícím se nápadně pouhým okem viditelným rozvojem neustonu za klidného počasí, učiniti odhad okamžité produkce a intensity růstu rostlinné hmoty v planktonu rybníka.

Literatura

Fott B. (1942): Die planktischen *Characium*-Arten. — Studia bot. čech. V : 156—166.

Fott B. (1942): Über eine auf den Protococcalenzellen parasitierende Chytridiacee. — Ibidem, p. 167—170.

Fott B. (1946): Život na rozhraní. — Vesmír 25 : 106—108.

Geitler (1942): Zur Kenntnis der Bewohner des Oberflächenhäutchens einheimischer Gewässer. — Biologia generalis XVI : 450—475.

Grimm J. (1950): Versuche zur Ermittlung der Produktionskoeffizienten einiger Planktophyten in einem flachen See. — Biolog. Zentralblatt 69 : 147—175.

Korshikov A. (1926): On some new organisms from the groups Volvocales and Protococcales and on the genetic relations of these groups. — Arch. f. Protistenkunde 55 : 439—503.

Miller V. (1921): Algologičeskie nabljudenija, — Izvěstnij Iv.-Vozněsensk. politechničesk. Instituta 4 : 46—65.

Naumann E. (1917): Beiträge z. Kenntnis des Teichnannoplanktons II. Über das Neuston des Süsswassers. — Biol. Zentralblatt 37, Nr. 2.

Naumann E. (1923): See und Teich, Plankton und Neuston. — Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden Abt. IX, T. 2 : 139—227.

Pascher A. (1942): Über einige mit Schwimmschirmchen versehene Organismen der Wasseroberfläche. — Beih. z. Bot. Centralb. Abt. A, p. 462—487.

Ruttner F. (1952): Grundriss der Limnologie. — W. de Gruyter, Berlin, 1—232.

Rylov W. (1936): Anleitung zur Untersuchung des Limnoneustons. — Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden, Abt. IX, Teil 2/II : 1387—1418.

Starmach K. (1939): Über einen Fall der Neustonbildung in einem Teiche der Fischereiversuchstation in Mydlniki bei Kraków. (Polsky s německým resumé.) — Acta Societatis Botanicorum Poloniae XVI : 127—152.

Vischer W. (1943): Über die Goldalge *Chromophyton Rosanoffii* Woronin. — Berichte d. Schweiz. Botan. Ges. 53 : 91—101.

Woronin M. (1880): *Chromophyton Rosanoffii*. — Bot. Zeit. 38 : 625.

Милер, В. (1921): Алгологические наблюдения. — Известий Ив.-Вознесенского Политехнического Института II. 4 : 46—65.

Text k tabulce VII.

Nahoře: Záliv rybníka s neustonickou blankou.

Dole: Neustonická blanka tvoří žlutozelený pás při břehu. Snímky pořízeny 25. VII. 1952 odpoledne. Foto B. Fott.

Б. Фотт:

Интересный случай неустона и его значение для продуктивной биологии пруда.

В южной Чехии на прудах рыболовного хозяйства Льнаржа можно иногда наблюдать весьма заметное образование неустона. При наступлении благоприятных метеорологических условий он образуется не только на небольших, защищенных прудах (напр. Стржак, размером в 0,5 га), но и на широких водяных пространствах (напр. пруд Большой Паленец, размером в 34 га).

19. 7. 1952 внезапно образовалась при солнечной и тихой погоде зеленая неустонная пленка, которая рано утром покрывала приблизительно одну треть пруда (т. е. около 12 га), в полдень, когда поднялся ветерок, она сосредоточилась в виде желто-зеленого пояса у защищенного северного берега, а к вечеру была разорвана и выброшена на берег в виде зеленых хлопьев. Это явление, ежедневно заканчивающееся разрушением и выбрасыванием зеленой пленки, повторялось в течение всей недели и сильнее всего проявилось 23. 7. 1952. В этот день зеленая пленка неустона покрывала ранним утром $^2/_3$ (т. е. 27 га) водяной поверхности пруда.

Микроскопическое исследование зеленой вегетации поверхностной пленки показало, что она состоит из густо наслоенных зеленых клеток, расположенных на поверхности и снабженных плавательной пластиночкой инкрустированной железом. По смыслу терминологии Гейтлера (1942) они расположены на поверхности, в виде так наз. эпинеустона, т. е. погружены лишь на $^1/_3$ своего тела, а на $^2/_3$ выдаются над водяной поверхностью (см. рисунок). Молодые клетки имеют лишь тонкую мембрану, а старые клетки, наполненные крахмалом и резервными веществами, покрыты толстой волнистой оболочкой и имеют вид постоянных клеток. Следовательно зеленая пленка неустона представляет собой эволюционную стадию планктонной водоросли, которая в этой особой среде образует постоянные споры. Действительно, я нашел в планктоне пруда богатую и монотипичную популяцию зеленой одноклеточной водоросли, которую я уже раньше (1942) изучал и обозначил под именем *Characium ancora* (Smith) Fott. Тогда в своей работе я описал монографию и размножение этой водоросли, а открытием постоянных клеток был дополнен ее эволюционный цикл. Безоболочные зооспоры, возникновение которых я описал в своей работе, направляются к водяной поверхности, выделяют слизь, которая покрывает поверхность пруда и выходят на поверхность в виде постоянных спор. Слизь вблизи клетки слегка инкрустирована железом и превращена в плотную плавательную пластиночку. В противоположность наблюдению Коршикова (1926) и Пашера (1942), и согласно с результатами Гейтлера (1942), полученных, само собой разумеется, на иных организмах, расположение постоянных спор эмерсное, т. е. клетки сидят при помощи плавательной пласти-

ночки на водяной поверхности и выдаются большей частью своего тела наружу. Если они погружены, то не прорастают и не превращаются, как у большинства неустонных организмов, в подвижную, жгутиковую стадию организма.

Если нам известно количество клеток, которые накопляются в ежедневно образующейся и к вечеру исчезающей неустонной пленки, является возможным высчитать ежедневную продукцию растительной биомассы, образующейся в пруде. Конечно, это вычисление будет лишь тогда правильным, когда количество клеток, поднявшихся в планктон, является за время образования неустона постоянным и когда, конечно, в планктонной зоне популяции находятся лишь одни водоросли. Эти условия были осуществлены в изучаемом случае пруда — Б. Паленец. Здесь продукция монотипичной вегетации *Characium ancora* (S m i t h) F o t t равнялась 5—10 тысячам клеток на 1 см³, что означает при глубине 1,5 метра урожай данного момента 7—14 кг сухого вещества с площади в 1 га. Если каждый день образуется 50 тысячь клеток на площади в 1 см³, т. е. 0,5 кг сухого вещества с 1 га, которые из планктонной зоны отняты и если одновременно количество клеток водоросли в планктонной зоне не понизится, то это означает, что ежедневная продукция планктонной популяции равняется $^1/_{28}$—$^1/_{14}$ (т. е. 4—8 процентов) действительного состояния.

Однако небольшая часть популяции водоросли не образует зооспор, клетки распадаются в детрит и постепенно подвергаются седиментации. Точно также и инфекция зооспорами паразитических грибков *Hapalopera piriformis* F o t t и *Aphelidium* (?) sp. препятствует возникновению зооспор зеленой водоросли. Это количество растительного вещества не находится в вычислении ежедневной продукции и поэтому действительное ежедневное образование растительного вещества в планктонной зоне будет несколько высшим, приблизительно на 5—10 процентов состояния в данный момент.

Т е к с т к р и с у н к а м.

Рис. 1. *Characium ancora* (S m i t h) F o t t: — a) Вид клетки сбоку. Внутри клетки хроматофор, утолщенный в середине, с штровидным пиреноидом, под ним ядро. На верху и внизу всегда одна вакуоля с клеточным соком. — b) Вид клетки спереди. В этом положении заметен яко е видный отросток. — c) Образование зооспор. — d) Выхождение зооспор. — e) Зооспора с чашевидным хроматофором, на базе которого сидит пиреноид, с ядром и двумя пульсирующими вакуолями. — f) Неподвижная зооспора с двумя плазматическими отростками. — g) На апикальном конце зооспоры образуется якорь, а на базальном «клюв».

Рис. 2. Образование неустона: — a) Большая зооспора, из которой возникнет на поверхностной пленке постоянная клетка. — b) Молода клетка, сидящая на поверхностной пленке. Погруженная часть клетки покрыта слизистой пленкой. — c) Клетка, превращенная в постоянную спору. Имеет волнистую мембрану и сидит на плавательной пластинке с толстым краем. — d) Ряд клеток, сидящих на поверхности, погружены лишь на одну треть своего объема при помощи слизистой пленки. Изображены в несколько меньшем масштабе..

Т е к с т к т а б л и ц е VII.

Н а в е р х у: Залив пруда с пленкой неустона.

В н и з у: Неустонная пленка образует желто-зеленый пояс у берега. Снимки проведены 25. 7. 1952 после полудня.

B. Fott:

Ein interessanter Fall der Neustonbildung und deren Bedeutung für die Produktionsbiologie des Teiches.

An den Teichen der Teichwirtschaft Lnáře in Südböhmen kann man von Zeit zu Zeit eine auffallende Neustonbildung beobachten. Diese kommt nicht nur an den kleinen, geschützten Teichen (Stržák, 0,5 ha z. B.), sondern auch auf den ausgedehnten Wasseroberflächen (Teich Gross-Pálenec, 34 ha) vor, wenn günstige meteorologische Bedingungen herrschen.

Am 19. VIII. 1952 entstand plötzlich bei sonnigem und ruhigem Wetter ein grünes neustonisches Häutchen, welches morgens früh (um 6 Uhr) ungefähr ein Drittel des erwähnten Teiches bedeckte (d. i. etwa 12 ha). Am Mittag, als ein Lüftchen zu wehen begann, konzentrierte sich die Neustonhaut am windgeschützten Nordufer als gelbgrüner Gürtel, bis der Wind gegen Abend sie zerriss und als grüne Watten gegen das Nordufer warf. Diese Erscheinung, die jeden Tag mit dem Zerreissen und Herauswerfen der Neustonhaut endete, wiederholte sich während einer Woche und die grösste Ausdehnung wurde am 23. VII. 1952 beobachtet. Das Neustonhäutchen bedeckte am Morgen früh $^3/_4$ der Teichoberfläche (d. i. 27 ha), sammelte sich fortschreitend in der Nähe des Nordufers, bis sie am Abend vernichtet und als Drift ausgeworfen wurde.

Die mikroskopische Untersuchung der Neustonhaut ergab, dass sie aus dichtgedrängten behäuteten Zellen zusammengesetzt wurde, die, mit einer gelben, durch Eisen inkrustierten Schwimmscheibe versehen, auf der Oberfläche sassen. Ihre Lage in Bezug auf die Wasseroberfläche war deutlich epineustisch im Sinne Geitler's (1942), d. h. sie schwammen mit nur einem Drittel ihres Volumens eingetaucht und ragten mit $^2/_3$ des Körpers in die Luft heraus. Die Lage des topfförmigen Chromatophors und des basalen Pyrenoids lässt erkennen, dass das apikale Ende der Zelle ins Wasser versenkt war (siehe Abb. 2.). Die jungen Zellen waren mit einer dünnen Membran versehen, während die älteren Zellen, vollgestopft mit Stärke und Reserveprodukten, eine dicke und wellige Cystenmembran aufwiesen.

Offensichtlich stellte die Neustonhaut ein Entwicklungsstadium einer Planktonalge vor, die in diesem seltsamen Biotop Dauerzellen ausbildete. Tatsächlich fand ich in der Planktonzone des Teiches eine reiche und fast monotypische Population einer Chlorococcale, die ich schon früher studiert (1942) und als *Characium ancora* (Smith) Fott bezeichnet hatte. In meiner Arbeit beschrieb ich die Morphologie und Vermehrung der Alge, die ich hier durch die bei der Neustonbildung gewonnenen Beobachtungen ergänze.

Es stellte sich heraus, dass die von mir entdeckten Zoosporen entweder neue Zellen ausbilden, die in der Planktonzone schweben, oder zur Wasseroberfläche schwimmen und, wenn günstige meteorologische Bedingungen herrschen, sich in Dauerzellen auf der Oberflächenhaut umwandeln und dort als Neuston verbleiben.

Die ursprünglich nackten Zoosporen entwickeln bei der Neustonbildung reichlich Gallerte, welche die Wasseroberfläche bedeckt und die Oberflächenspannung beträchtlich beeinflusst. Die auf der Wasseroberfläche sitzenden Zellen werden von einer am Rande verdickten, leicht braungefärbten Mem-

brankappe getragen („das Schwimmschirmchen" der Autoren). Im Gegensatz zu Koršikov's (1926) und Pascher's (1942) Vorstellungen und übereinstimmend mit Geitler's Angaben (1942) ist die Lage der Dauerzellen emers, d. h. die Zellen sitzen mit ihrer Haftscheibe auf dem Wasserspiegel und ragen mit dem grösseren Teil ihres Körpers in die Luft heraus. Werden diese Zellen untergetaucht, so keimen sie nicht, die Neustonbildung ist daher irreversibel.

Die jeden Tag entstehende und jeden Tag von der Oberfläche entfernte Neustonhaut kann zur Feststellung der täglichen Produktion der pflanzlichen Biomasse benützt werden. Die Rechnung ist nur dann richtig, wenn die Zahl der im Plankton schwebenden Zellen jeden Tag konstant ist und wenn die Planktonzone nur von einem Organismus besiedelt ist. In dem von mir untersuchten Fall war die Besiedlungsdichte der monotypischen Planktonproduktion von *Characium ancora* (Smith) Fott 5—10 Tausend Zellen in 1 cm^3, was bei der Tiefe des Teiches von 1,5 m die aktuelle Ernte („standing crop") von 6—12 kg Trockengewicht ergibt. Wenn gleichzeitig jeden Tag 50 Tausend Dauerzellen auf 1 cm^2 der Wasseroberfläche, d. h. 0,5 kg Trockengewicht pro ha als Neuston gebildet und aus der Planktonzone entfernt werden, folgt daraus dass die tägliche Produktion $^1/_{12}$ bis $^1/_{24}$ (4—8 %) der aktuellen Ernte beträgt. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Besiedlungsdichte nicht abnimmt und, dass die ständige Zoosporenbildung den Stand der schwebenden Zellen ergänzt.

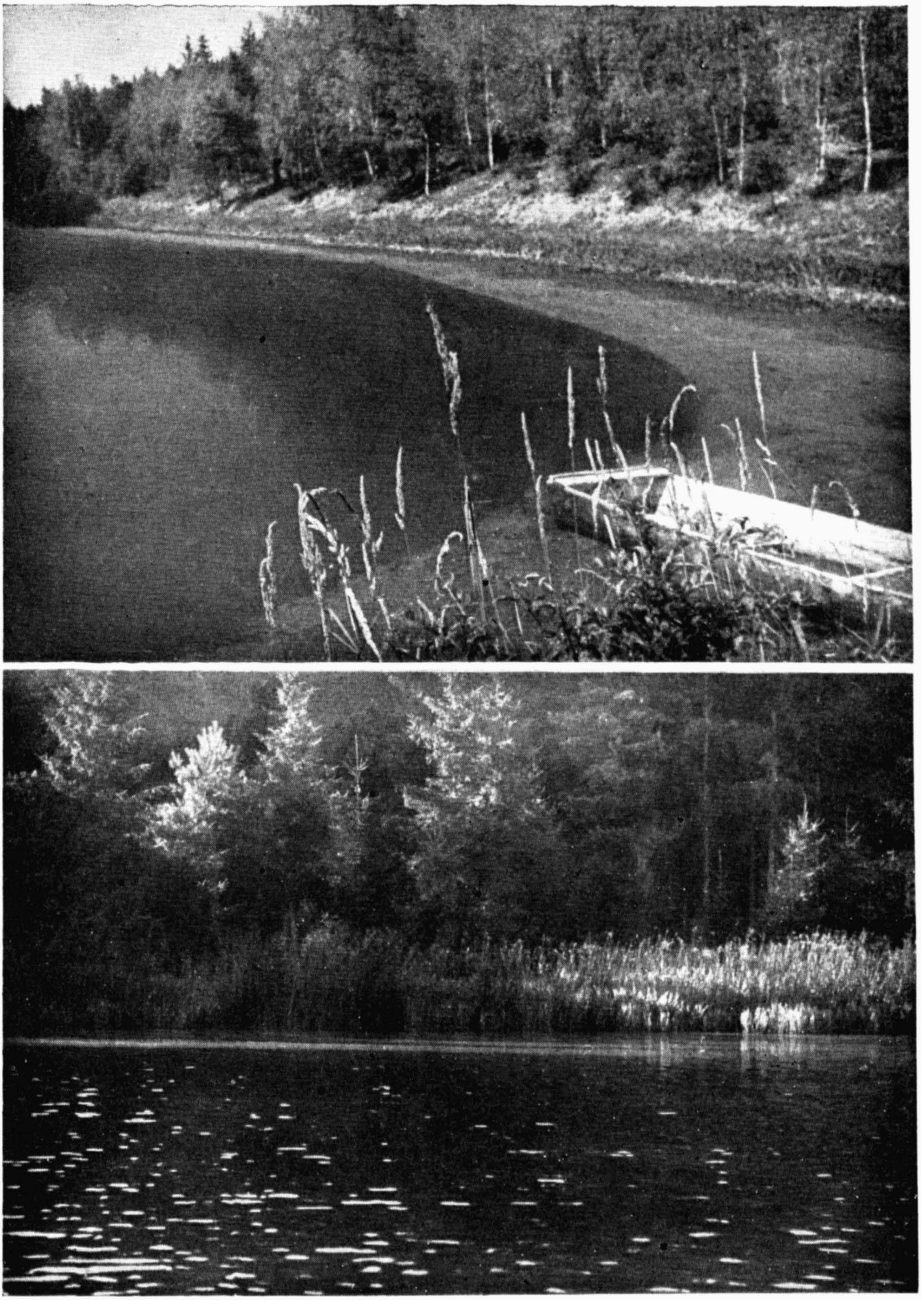
Ein Teil der Population, deren Menge winzig ist, bildet keine Zoosporen und die Zellen zerfallen langsam und werden sedimentiert. Auch infolge der Chytridiaceeninfektion durch *Hapalopera pyriformis* Fott 1942 und durch einen unbekannten Parasiten (*Aphelidium* ?) wird die Zoosporenbildung verhindert. Diese Tatsachen sind nicht in den durch Neustonzählung ermittelten Ergebnissen berücksichtigt, sodass die tägliche Planktonproduktion etwas höher ist, wahrscheinlich 5—10 % des aktuellen Standes.

Erklärungen der Textfiguren und der Tafel.

Fig. 1. *Characium ancora* (Smith) Fott.— *a* = Gesamtbild der Zelle, von der Seite gesehen. Im Zellinneren der in der Mitte verdickte Chromatophor mit kugeligem Pyrenoid. Darunter der Kern. Oben und unten je eine Zellsaftvakuole. — *b* = Zelle in Richtung der Symmetrieebene gesehen. In dieser Lage ist der Anker ersichtlich. — *c* = Zoosporenbildung. — *d* = Freiwerden der Zoosporen. — *e* = eine Zoospore mit topfförmigen Chromatophoren, an deren Basis ein Pyrenoid sitzt, mit dem Kern und 2 pulsierenden Vakuolen. — *f* = die zur Ruhe kommende Zoospore mit 2 protoplasmatischen Ausläufern. — *g* = der am Scheitel entstehende Ausläufer wird zum „Anker", der an der Basis zum „Schnabel".

Fig. 2. Neustonbildung. — *a* = eine grössere Zoospore, woraus die Dauerzelle auf der Oberflächenhaut entstehen wird. — *b* = eine junge Zelle, auf der Wasseroberfläche sitzend. Der getauchte Teil der Zelle ist mit einer gallertigen Membrankappe („Schwimmschirmchen") bedeckt. — *c* = die Zelle wird in Dauerspore umgewandelt. Sie ist mit einer welligen Membran versehen und sitzt auf einer am Rande verdickten Schwimmscheibe. — *d* = eine Reihe auf der Wasseroberfläche sitzender Zellen. Sie sind nur mit einem Drittel ihres Körpers mittels einer Membrankappe eingetaucht. Die Zellen sind etwas kleiner abgebildet.

Tab. VII. Oben = ein Bucht des Teiches mit einer Neustonhaut. — Unten = die Neustonhaut bildet einen gelbgrünen Gürtel in der Nähe des Ufers. Die beiden Photos aufgenommen nachmittags.



B. Fott: Zajímavý případ neustonu a jeho význam pro produkční biologii rybníka.