

## Die Pilze — Indikatoren der Saprobität

LADISLAV HANUŠKA

(Bratislava, Československo)

Die tiefgreifende Revision des Kolkwitz-Marsson's-schen Saprobien-Systems führt uns offensichtlich auch zur Bewertung der Indikatoren. Die Aktivität der Hydrobiologen (Pallanza 1963, Praha 1966, München 1966), betont die spezifische Definition, ob es um die klassische Saprobionte, oder saprofile, saproxenne und saprofobe Organismen geht (Fjerdingsstad 1964). Man muss neben den systematischen Studien auch physikalisch-chemische Grundlage des Biotops und die engere biochemische Beziehungen zwischen den Lebewesen und der Umgebung beherrschen.

Málek (1961) weist auf die Notwendigkeit hin, die dynamische und besonders funktionelle Biochemie als Grundlage für die tiefere Erkennung aller fermentativen Prozesse intensiver zu pflegen. Besonders Aufmerksamkeit muss man der Biochemie und Physiologie der Organismen bei der Beseitigung und Ausnützung der Abwässer widmen. Empirische Methoden sind durch die gründliche wissenschaftliche Arbeit zu ersetzen.

Die Frage von der Wichtigkeit der mannigfaltigen Gruppen „Pilze“ als Indikatoren der Saprobität ist bis heute noch nicht ganz eindeutig gelöst. Seit dem Anfang der hydrobiologischen Untersuchungen (Cohn, Mez, Lauterborn u.a.), begegnen wir immer die Vertreter dieser Gruppe besonders als typische Organismen der Verunreinigung. Die Rolle der Pilze aller Arten ist in Bodenkunde und Nahrungsmittelbiochemie gut geprüft (Zeretzungs- und Gährungs-Prozesse), in der Hydrobiologie jedoch wartet uns eine grosse Aufgabe dies alles restlos zu definieren. Daraus geht ein Program hervor:

1. Beobachtungen im und von Terrain; vollkommene Bearbeitung des Materials im Laboratorium; eingehende Bestimmung der Gattungen und Arten;

2. Definition des Biotops und womöglich Erklärung der Herkunft von Pilzen am Ort;

3. Funktion der Gruppe an Stelle, d.h. zufällige Verunreinigung; ty-

pisches Auftreten so z.B. parasitärer Formen; Zersetzungs-Organismen u.a.;

4. allgemeine oekologische, biochemische und zöologische Bemerkungen;

5. Synthese der Beobachtungen und ein Versuch betreffs Anreicherung der festgestellten Arten in das Saprobität-System.

#### DAS VORKOMMEN

In natürlichen Bedingungen finden wir immer die Vertreter des Stammes *Mycophyta* in allen Typen der Gewässer. In der saprobiologischen Literatur sind aber meistens nur „Abwasser-Pilze“ angeführt (1, 14, 19, 55). Das Auftreten im Trink- oder Frischwasser wurde als eine zufällige Erscheinung beurteilt. Eine ganze Reihe der Umstände, die die Anwesenheit der Schimmelpilze, Hefen u. a. in diesen Biotopen bedingen, zwingen uns zur Revision und zur oekologischen Eingliederung der Vertreter der Pilze.

1. **Trinkwasser:** Bei hygienischer Ueberwachung des Trinkwassers, z.B. finden wir die Sporen des „Ascus“-Typus; dann die typische Hefen und ab und zu auch die Sporen *Fusariums*. Die *Saccharomyceten* indizieren meistens eine zufällige Verunreinigung des Wassershahnes. Die Sporen von *Fusarium* zeugen von der Verunreinigung durch Abwasser und die „Ascus-Sporen“ von dem ungenügenden sanitären Stande des Brunnens. Hyphen und Mycelien der *Deuteromycetes* bewerten wir auch als ein ungünstiges Element. Das Vorkommen von verschiedenen Pilzarten im Trinkwasser beanstanden wir als einen hygienischen oder hygienisch-technischen Mangel.

2. **Frischwasser:** Die Untersuchung dieser Gewässer gestattet uns grob zwei Gruppen der Pilze zu unterscheiden: die Wasserformen in klaren, saprobiologisch indifferenten Flüssen und Seen (*Saprolegniales*, *Chytridiomycetes*); die anderen Formen, die mehr oder weniger mit der Verunreinigung verknüpft sind, so z.B. *Fusarium* zu denen treten noch *Leptomitus*, *Sapromyces*, *Rhipidium*, *Apodachlya* u.a., hinzu. Diese „echten Wasserpilze“ ergänzen ein allochtonnes Element — die Pilze der Abwasser (Hefen, Schimmelpilze u.a.).

Am meisten ist bei der Bearbeitung der Zönose mehr der systematische oder biogeographische Aspekt betont (Sparrow 1960, Stpicyńska-Tober 1965, Zaborowska 1965).

Am Střela-Fluss in West-Böhmen beobachtete ich einen rosa-grauen Teppich der Bakterie *Sphaerotilus* cf. *natans*, wo bei der eingehende Analyse Fäden von *Leptomitus lacteus* u.a. gefunden wurden. Die Quelle der Verunreinigung ist der Kaznějovický Bach, welcher eine Zitro-

nensäurefabrik entwässert. Die Klumpen von *Leptomit* (und *Sphaerotilus*) mit dem *Fusarium* und den Sporen von anderen Pilzen in Litoral-Aufwuchs verunreinigen die slowakischen Flüsse Váh (Waag) und Hron (Gran) schon von Ružomberok (Rosenberg), resp. von Banská Bystrica (Neusohl.) aus. Die Verunreinigung ist durch Sulfitablaugen bedingt. Im Herbst und besonders in den Wintermonaten (November — März) registrieren wir immer abwärts der Zuckerfabrik einen mächtigen Aufwuchs am Grund des Nitra (Neutra)-Flusses. Auch hier war *Leptomit* eine leitende Form. Ein sehr interessantes Artenverzeichnis gibt uns die Arbeit über die Verunreinigung der Gewässer der Umgebung von Kiev (D u d k a: Ukr. bot. Žurnal 23 (1: 71—74, 1966).

Oekologisch interessant sind die Arbeiten von Z a b o r o w s k a, die von Torfmoor „Bocian“ 16 Arten nennt und von S t p i c z y ŋ s k a - T o b e r mit 17 Arten und Varietäten vom Jeziorka- und Świder-Fluss.

3. A b w ä s s e r: Die Gewässer, die stark durch organische Stoffe verunreinigt sind, muss man ganz abweichend vom Frischwasser bewerten. Proteolytische Zersetzungsprozesse in Abwässern bedingen besonders die Bakterien, Schimmelpilze und Hefen (S l á d e č e k 1957, 1958, 1962, 1965, u. a.). Die Belebung ist je nach der Herkunft der Verunreinigung, -Industrie- oder Hausabwässer, — sehr abweichend. Städtische Abwässer enthalten besonders (O t t o v á - S w o b o d o v á 1962, O t t o v á 1962) Formen von: *Botrytis cinerea*, *Candida albicans*, *Fusarium aquaeductum*, *Geotrichum candidum*, *Leptomit* *lacteus*, *Mucor mucedo*, *Penicillium fluitans*, *Rhizopus nigricans*, *Rhodotorula glutinis*, *Subbaromyces splendens*. S l a d k á (1963, 1965) folgte der Schichtung eines Turm-Filters (Trickling-Filter), belastet von Spülabwässer, nach.

In 5 Horizonten, von der Oberfläche bis zum Boden, wechseln die Pilze *Aspergillus cf. fumigatus*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium aquaeductum*, *Geotrichum candidum*, *Mucor mucedo* und *M. microsporus*, *Penicillium luteum* und *P. liliacinum*, *Rhodotorula sp.*, *Sepodonium sp.* u. a. ab. P a l a t ý und E l i á š e k (33) impften die *Oospora* in Generatorabwasser. In der biochemischen Zersetzung des Pyrokatechins entstanden Oxal-, Malon-, Bernstein-, Apfel-, Wein-, und Zitronensäure (chromatographisch festgestellt).

P a l a t ý (1958) erzielte besondere Erfolge in der gemischten Kultur von *Oospora*-Schimmelpilz mit den Bakterien. Fast 98% der Phenole wurden zerstört und das CHSB sankt um 84%. Bei dem Sulfitablaugen-Abbau wurden, nach B o r i š e k (1953), die Gattungen und Arten *Torulopsis (cf. utilis)*, *Saccharomyces cerevisiae* und *S. logos* mit dem Art *Candida albicans*, verwendet. G i l l a r und M a r v a n (1964) beobachteten die Reinigung von Molkerei-Abwässer, S l á d e č k o v á (1963) die Stärkezersetzung durch die *Deuteromyces* u. a.

Die Bedeutung der organischen Stoffe wurden schon öfter erwähnt. So schrieb z.B. Zuelzer (1908) „...wo organische, zersetzungsfähige Substanzen ins Wasser gelangten... Es werden durch die Tätigkeit besonders von Bakterien und Pilzen, welche aus fäulnisfähigen organischen Verbindungen ihre Körpersubstanz aufzubauen imstande sind...“. Thienemann (1914) konstatierte: „Die faulenden organischen Substanzen werden den natürlich Gewässer unserer Breiten in jedem Herbs durch die absterbende Vegetation in grosser Menge zugeführt... Ihr Vorhandensein im Wasser wird angezeigt durch die *Sphaerotilus*, *Apodya* (*Leptomitus*) und *Beggiatoa*...“. Es geht besonders um Pektinzersetzung, die durch die echten Pilze der Gattung *Mucor* (*M. hiemalis*, *M. plumbeus*, und *M. racemosus*) bedingt wurde. Ein ähnlicher Prozess wird praktisch beim Rösten des Flachses (*Linum usitatissimum*) ausgenützt. In der Natur treten auch die *Cladosporium herbarium* und *Capnodium salicinum* hervor, die bei der Bearbeitung des Flachses unerwünscht sind. Sládečková (1961) unterscheidet 4 Phasen der biologischen Holzzerersetzung durch Bakterien und Pilze:

1. Dunkle Flecken ohne Beschädigung innerer Struktur des Holzes;
2. „Weisse, wabige Fäule“;
3. Delignifikation — „rote oder braune Fäule“;
4. „Moderfäule“, rot, die die gefährlichste ist (innere Zellulosezerersetzung).

Es ist offenbar, dass die Ausnützung der organischen Stoffe mannigfaltig und von den Arten der Pilze und des Substrates abhängig ist. In natürlichen, ebenso wie künstlichen Bedingungen spielen eine hervorragende Rolle auch die Wasserstoffionen-Konzentration (pH), Temperatur, Fettsäure-Inhalt, die Tiefe und Geschwindigkeit des Wassers neben der obenerwähnten totalen Verunreinigung.

Zaborowska (1965) notiert pH-Werte im „Bocian“ — Torfmoor von 4,5—6,5, jedoch nach den Angaben von Stpieczyńska-Tober (1965) wurden einige Formen in Torfmoor „Całowanie“ bis pH 9,0 festgestellt.

1. Im Laboratorium (Wasserleitungs-Wasser) inhibierte schon pH 7,0 die Arten von „Bocian“. Diese Beobachtungen wurden laut Apinis und Szwanke durchgeführt. In den Abwässern sind die Verhältnisse noch offensichtlicher. Christ (1957) konstatierte: „Häufiges Auftreten von Pilzen scheint ein Zeichen für Ueberlastung der Anlagen oder für zu starkes Absinken des pH-Wertes zu sein...“; Liebert und Jagenberg (1955) beobachteten bei der Schleimbekämpfung in Papierfabriken bei höherem pH (über 6,0) die Bakterienphase, beim Sinken unter pH 6,0 traten die Pilze an. In der Definition der sogenannten

„*Sphaerotilus natans* — community“ betonte Fjerdingsstad (1964): „In strongly acid sewage, *Sphaerotilus natans*, according to Liebman (1951), is replaced by *Leptomitus lacteus* as a community — forming organism. Stjenna-Pooth, however, has called the author's attention to the fact that in strongly acidic industrial wastes in Sweden, *Sphaerotilus natans* is replaced by *Fusarium aquaeductum*...“. Gillar and Marvan (1964) fanden einen Zusammenhang zwischen Pilze und Flagellaten. Bei einstufiger Fermentation der Molkereiabwässer definieren sie 2 Type dieser: 1. Saccharomyceten-Typus, charakterisiert sich durch die Abwesenheit der Protozoen; optimaler pH unter 5,5; BSB-5 grösser als 1,0 g (!) O<sub>2</sub>/l; 2. Flagellaten-Typus ist durch das Auftreten der farblosen Flagellaten, neben den Bakterien, erkenntlich; pH über 5,5 — optimal 6,3; BSB — 5 unter 1,5 mg O<sub>2</sub>/l; Reinigungseffekt besser.

Also kann man schliessen, dass die niederen pH-Werte für die Pilze günstiger sind.

Die Abhängigkeit der Pilze von der Temperatur stellten Bloechlinger und Husmann (1938—39) der: „Vorwiegend in den Wintermonaten macht sich aber noch eine andere, sehr lästige Erscheinung bemerkbar. Unterhalb der Abwasserleitungsstelle siedeln sich in ungeheuren Mengen Abwasserpilze an... In Frühjahr tritt ein Massenabsterben dieser Pilze auf, sie lösen sich von ihrer Unterlage ab, werden vom fliessenden Wasser abgetrieben und verursachen dadurch eine indirekte, sekundäre Verunreinigung... ziemlich hoher Sauerstoffgehalt und niedrige Temperatur des Wassers, ferner geeignete Ansiedlungsmöglichkeit an Steinen oder sonstigen Gegenständen und dabei auch keine zu grosse Fliessgeschwindigkeit des Wassers...“. Sladká, Häneel (1965) fand bei dem Aktivations-Prozesse der Reinigung eine grössere Menge der Saccharomyceten während der kälteren Monaten. Die Einwirkung der Kälte auf die Pilze in Biofiltern betonten auch Haensler, Moore, Gaines u.a.

Der Einfluss der Strömung wurde in den Versuchsanlagen Liebert und Jagenberg (1955) verfolgt. Der Aufwuchs der Pilze wirkt auf die Fliessgeschwindigkeit des Wassers hemmend, so dass sich die Mikrozone ändert.

Die Wirkung und Ausnützung des Sauerstoffs ist noch eine offene Frage. Man kann aber schon heute feststellen, dass der grösste Teil der Pilze von der Sauerstoffquelle unabhängiger als andere Wasserbewohner, inklusive der sogen. „Wasserbakterien“, ist.

Unsere Kenntnisse über die Oekologie der Pilze sind also ungenügend und erfordern eine grössere Aufmerksamkeit der Hydrobiologen wie bis jetzt.

Die Funktion der Pilze in der Hydrozönose beurteilen wir von zwei Standpunkten aus:

1. Trophisch — eine aktive Rolle in dem stoffwechsel-dynamischen Komplex (Caspers und Korbe 1966);
2. Saprobiologisch — „passive Rolle des Indikators; Mykozönose der reinen und verunreinigten Gewässer — die Tatsache des „Formanten-Komplexes“ des Mikrobiotops.

Ad 1.: Bemerkenswert sind die Kenntnisse, appliziert „per analogiam“ an die *Mycophyta*. Diese nutzen besonders Pektin, Eiweissstoffe, Sacchariden aus und zersetzen die Zellulose. Korreljakova (1959) untersuchte der Zerfall einiger Wasserpflanzen. Es handelte sich um fast 500 kg des Rohgewichtes derselben am Wasserspiegel von 80—100 m<sup>2</sup>. Nach 3 Wochen stieg der Verlust des Frischgewichtes bis auf 40%. Bei diesem Prozesse wuchsen die saprophytischen Bakterien, Zoo- und Phytoplankton. Ja, aber ohne Mitwirkung der Pilze dürfte man keine Vorstellung über den Zerfall der Zellulose (proteolytische Mineralisation) haben. Die Parallele mit der Bearbeitung des Flachses (das Rösten) ist offenbar.

Sládečková (1963) notierte eine ganze Reihe von Pilzen in einem Stärkeabwasser. Das erinnert uns an die Fähigkeit der Mykobakterien zur Methan-Oxidation, der Nitrogen-Assimilation und der Stärke-Hydrolyse (durch *Mycobacterium flavum* und *M. phlei* u.a.). Jursík (1960) lässt die Möglichkeit zu, dass ein Teil der Eiweissstoffe der Abwässer durch die Tätigkeit der autotrophen Organismen entsteht. Es geht immer um die Reduktion der organischen Substanz.

Häusler (1966) zitiert einige Autoren, dass die anaerobe Entfernung der Abwässer in der 1. Stufe ekonomischer ist. Die Organismen sollen zwecks Gewinnung der Lebensenergie mehr Substrat bearbeiten, jedoch ohne totale Mineralisation. Die Endprodukte sind kleinstmolekuläre organische Stoffe. Hier knüpfen wir an die Beobachtungen über die Entstehung einer ganzen Reihe von Säuren, die Metabolite des Pyrokatechin-Zerfalles, der Phenol-Abwässer u.a. Palatý (1958) an. Die erwähnten Stoffe haben den Charakter der Provitamine (Oxal-, Apfel-, Wein-, Zitronensäure u.a.). Smirnov (1959) folgte der Frage des Einflusses der Vitamine auf die Wasserorganismen nach. Als Quelle des Kobaltamins, Thiamins (B<sub>1</sub>), Biotins (H-Vitamin), PP und anderen wurden die Bakterien, Pilze und Cyanophyceen bezeichnet.

Bei Rekapitulation unserer Kenntnisse über die trophische Bedeutung der Pilze muss man auf einige Beobachtungen im freien Gelände aufmerksam machen. Fast regelmässig können wir in kleinen Waldtümpeln, voll von Laub und im Winter ganz gefroren, gleich zu Frühlingsbeginn ein reges Leben beobachten — eine Reihe der farbigen Geisseltierchen (*Phytomonadinae*, besonders *Chrysophyceae* und *Pyrrophyta*), zu welchen sich gleich die anspruchsvolleren Kieselalgen anschliessen. Nach unseren, obenerwähnten Bemerkungen verfolgen wir jetzt Bedeutung der Pilze im Kreislaufe der Nährmittel (stoffwechself-dynamischer Komplex): die Laubzersetzung — Huminsäure + Absinken des pH-Wertes — das Einfrieren — Eintritt der Pilze (inhibierte bakterielle Zersetzung) — das Ueberleben der autotrophen Organismen „in statu“ durch die Eisdecke durchdringendes Licht genügender Intensität; einige Blaualgen reagieren noch bei 1 1800 lx! — das Aussondern der Provitamine (kleinstmolekuläre organische Stoffe) in die Wasserlösung,

bedingt durch die Tätigkeit der Pilze — das Schaffen der trophischen Basis für die Produzenten. (In Aktinomyceten — pro 1 kg des Trockengewichtes bis 1800 µg Kobaltamins!) — spontane Entwicklung der autotrophen Mikroorganismen, der Produzenten, gleich nach Auftauen des Eises.

Ad 2): In der Frage der saprobiologischen Valenz der Pilze bleibt uns die Eingliederung aller physiologisch bzw. oekologisch wichtigen und bekannten Arten, in das Kolkwitz-Marsson'ssche System offen. Naumann (1934) betonte die Wichtigkeit der Gruppe: „...als Indikatoren der Wasserbeschaffenheit, als Wasserreiniger und als Selbstverunreiniger. Die dabei in Frage kommenden Bakterien (*Sphaerotilus*) und Pilze (*Fusarium*, *Leptomitus*, *Mucor*) sind auch fast seit Anfang der biologischen Abwasserforschung Gegenstand eines lebhaften Interesses gewesen“. In dem revidierten System (Sládeček 1962) treten *Fungi* in Isosaprobität (massenhaft), Hypersaprobität (massenhaft) und in der Ultrasaprobität (vereinzelt) auf. Im Verzeichnis der Indikatoren sind in die  $\alpha$  — Mesosaprobität eingereiht: *Apodya lactea*, *Mucor racemosus* und *Nematosporangium nikitinskyi*; in die Polysaprobität *Fusarium aquaeductum* (*F. moschatum*) u.a. Ebenfalls weist auch Fjeringstad (1964) im eigenen oekologisch-soziologischen System, darauf hin, dass die Pilze verunreinigte Gewässer anzeigen. Eine Revision, bzw. die Einreihung benötigen aber einige andere Gattungen und Arten, so z.B. *Achiya* (*A. americana*, *A. colorata*, *A. flagellata*, *A. glomerata*), *Aphanomyces* (*A. stellatus*), *Saprolegnia* (*S. diclina*, *S. litoralis*, *S. mixta*) u.a., die klar saprofil sind, aber keine Saprobiote im unseren Sinne sind. Es wäre nötig mehr Aufmerksamkeit auf die oekologisch-soziologische Analyse der Mykozönose der Frischgewässer zu lenken, bzw. der Gewässer, die in natürlicher Weise verunreinigt wurden, so z.B. durch am Herbst abgestorbenes Laub, oder andere organische Stoffe (Thienemann 1914). Die Lösung kompliziert ein fast völliges Sachunverständnis der Assoziationen-Sukzessivität in der Hydrozönose (*Mycophyta*), unsere ungenügende Kenntnis der Ansprüche an das Komplex der Biotops formanten Faktoren, es ist nötig oekologische Valenz (pH, Temperatur, Licht, Sauerstoff u.a.), physiologische Potenz (stoffwechselfeldynamischer Komplex, Provitamine und andere Stimulanten) nachzuprüfen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Aufsatz legt der Autor eine Reihe von Fragen über die praktische Ausnützung der „Wasser-Pilze“ zwecks Feststellung der Reinheitstufen des Wassers vor. Allgemein registrieren wir nur die  $\alpha$  — mesosaproben und polysaproben Indikatoren, also der verunreinigten Gewässer, während die ganze Reihe der Arten in Gebirgsbächen, in Torfmooren und ähnlichen Biotopen saprobiologisch-oekologisch unbekannt sind. Die Bedeutung der Mykozönosen im Biotop ist nicht nur passiv — ein Indikator zu sein und nichts mehr. Wie aus den Beobachtungen im freien Gelände ersichtlich beteiligen sich die Pilze aktiv am Energieaustausch. Sie treten besonders in den Bedingungen auf wo bakterielle „redox. Prozesse“ gestört wurden, beim Absinken des pH-Wertes, der Temperatur u.a. *Fungi* sind saprofile Organismen, welche die nötige Energie durch Chemosynthese gewinnen wobei kleinmolekulare organische Stoffe produziert werden (Palatý 1958). In unseren Verhältnissen entstehen im freien Gelände (Liebert und Jagenberg 1955, Thienemann 1914) passende Bedingungen für das Leben der Pilze vom Herbst ab bis zum Frühling. Stetig an steigende Verunreinigung unserer Flüsse durch Abfallstoffe verbreitet die trophische Basis der Gruppe „*Fungi*“. Darum sollten zeitgemässe, gut organisierte Beobachtungen der Bionomie der Pilze, ihrer Be-

deutung für die Selbstreinigungs- (und auch Selbstverunreinigungs-) -Prozesse der Gewässer (Neumann 1934) die Applikation und Exploitation bei dem Abbau der Abfallstoffe durchgeführt werden. *Fungi*, wie das aus obenerwähnten Bemerkungen hervorgeht sind ein wichtiges Glied des stoffwächeldynamischen Komplexes (im Sinne der Caspers'schen Definition); von den saprobiologischen Standpunkt aus reagieren sie empfindlich auf die physikalisch-chemischen Veränderungen im beobachteten Biotop, sie sind der Reflex des Zustandes, der nach Fortner „Formantenkomplex“ genannt wurde.

Die ganze Problematik der Mykozönose unserer Wasserbiotopen können wir wie folgt summieren:

1. Beobachtungen im Gelände;
2. Definition des Biotops;
3. Funktion der Gruppe in der Siedlung;
4. allgemeine oekologische u.a. Bemerkungen;
5. Synthese der Beobachtungen. (Das Programm wie im Kapitel „Problematik“).

Das Programm ist weitgehend und benötigt ein gut vorbereitetes komplexes Team-Studium.

#### DIE LITERATUR

- Blöchlinger G., Husmann W., 1938—39, Beitrag zur Kenntnis der Wachstumsbedingungen von Abwasserpilzen in fließenden Gewässern, Zeitschr. Hydrologie 8 (1—2): 55—61.
- Boríšek R. et al. 1953, Sulfitové vyluky a jejich zužitkování, SNTL, Praha.
- Caspers H., Karbe L., 1966, Trophie und Saprobität als stoffwechsel-dynamischer Komplex, Arch. Hydrobiol. 61:453—470, Stuttgart.
- Christ W., 1957, Untersuchungen über die Reinigung von Fettsäure-Syntheseabwässern, Mitteil. Inst. Wasserwirtsch. No 3. Berlin.
- Fjerdingstad E., 1964, Pollution of Streams Estimated by Phytomicro-Organisms. I, Int. Revue ges. Hydrobiol. 49:63—131, Leipzig.
- Gillar J., Marvan P., 1964, Biological Investigations on the Single-Stage Fermentation Process, Sci. Pap. Inst. Chem. Techn. 8:221—249, Praha.
- Häusler J., 1966, Sukcese fyziologických skupin mikroorganismů při anaerobním rozkladu organických látek v odpadních vodách, Vodohosp. seminář. 16: 273—294.
- Jursík Fr., 1960, Proteins and amido-acids in Effluents, Sci. Pap. Inst. Chem. Techn. 4:221—250, Praha.
- Koreljkova J. L., 1959, Ueber den Zerfall der vermächten Litoral-vegetation, Bjournal IBV: 3(13—16).
- Liebert E., Jagenberg K., 1955, Schleim und Schleimbekämpfung in Papierfabriken, Wochenbl. Papierfabrik. 82:475—478.
- Málek I., 1961, Úloha biochemie v rozvoji kvasného průmyslu, Biológia 16: 721—732, SAV, Bratislava.
- Naumann E., 1934, Eine Versuchsanlage zwecks Untersuchungen über größeren Aufwuchs in strömenden Gewässern, Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr. 31: 281—286, Leipzig.
- Ottová-Svobodová V., 1962, Die Biozönose von Schimmel- und Pilzorganismen in Abwässern, Sci. Pap. Inst. Chem. Techn. 6:563—572, Praha.



- Ottová V., 1964, Fungi in polluted and waste waters, *Vodní hospodářství* 1: 19—20, Praha.
- Palatý J., 1958, Biologische Reinigung der Generatorabwässer mit der Pilze Oospora, *Sci. Pap. Inst. Chem. Techn.* 2: 259—282.
- Sládeček V., 1957, On study on the biological Treatment of Sewage by activated Sludge, *Sci. Pap. Inst. Chem. Techn.* 1:165—248.
- Sládeček V., 1958, Hydrobiological Investigations at a Treatment of Beet Sugar Factory's Wastes in an experimental Lagoon, *Sci. Pap. Inst. Chem. Techn.* 2(2): 7—120, Praha.
- Sládeček V., 1962, Die Abwasserklassifikation von biologischen Standpunkt, *Vodní hospod.* 5:197—199.
- Sládeček V., 1965, The Future of the Saprobity System, *Hydrobiologia* 25 (3—4): 518, den Haag.
- Sládečková A., 1961, Zarůstání chladicích zařízení parních elektráren, *Energetika* 7:327—329, Praha.
- Sládečková A., 1963, Aquatic *Deuteromyces* as Indicators of Starch Campaign Pollution, *Int. Revue ges. Hydrobiologie* 48:35—42, Berlin.
- Sládečková A., Sládeček V., 1963, Periphyton as Indicator of the Reservoir Water Quality. I, *Sci. Pap. Ins. Chem. Techn.* 7:507—562, Praha.
- Sladká A., 1963, Examination of the Growth of Biological Filters, *Vodní hospod.* 4:138—139.
- Sladká A., 1965, Biocenosis of a Trickling Filter, *Vodní hospod.* 6:263—267.
- Sladká A., Haneel K., 1965, Yeast in Activation of Clarifying Process, *Vodní hospod.* 10:457—460.
- Sparrow K. F., jr., 1960, Aquatic Phycomycetes, *Ann. Arbor.*
- Stpiczyńska-Tober E., 1965, Flora grzybów wodnych rzek Jeziora i Świdra, *Acta mycol.* 1:53—75, Warszawa.
- Thienemann A., 1914, Wesen, Wert und Grenzen der biologischen Wasseranalyse, *Zeitschr. Untersuch.* 27:273—281, Berlin.
- Zaborowska D., 1965, Grzyby wodne z torfowiska Bocian, *Acta mycol.* 1:31—52, Warszawa.
- Zuelzer M., 1908, Zur Kenntnis der biologischen Wasserbeurteilung, *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.* 1:439—446, Leipzig.

### *Grzyby — wskaźnikami saprobowości*

#### Streszczenie

Klasyfikacja saprobowości Kolkwitza i Marssona, po wprowadzeniu do niej zmian przez Sládečka, wymaga rewizji wskaźników. W związku z możliwością wykorzystania grzybów jako wskaźników saprobowości s.l. wysuwają się różne problemy do rozwiązania, jak: klasyfikacja grzybów jako wskaźników zanieczyszczenia wód powierzchniowych, zbadanie znaczenia fizjologicznego tych organizmów dla zanieczyszczenia i samooczyszczania się wód, poznanie procesów fizyczno-chemicznych przebiegających w wodach zanieczyszczonych przez grzyby i stosunków jakościowych i ilościowych pomiędzy organizmami wodnymi, a także opracowanie metod obserwacji, pobierania i utrwalania prób. Należy gromadzić obserwacje ekologiczne w terenie dla poznania roli grzybów w siedlisku wodnym.