

FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

273 191

(11)

(13) B2

(51) Int. Cl.⁵
C 02 F1/00
C 02 F1/68

(21) PV 6953-88.Z
(22) Přihlášeno 20 10 88

(40) Zveřejněno 13 06 90
(45) Vydáno 03 01 92

(72) Autor vynálezu ÖRDÖG VINCE dr. ing., MOSONMAGYARÓVÁR, NÉMETH ISTVÁN ing., SZÁZHALOMBATTA, MÁTHE DENES, PETRI ISTVÁN, GEBHARDT ISTVÁN dr. ing., BOGSH ERIK ing., STEFKÓ BÉLA dr., BALOGH MARIANNA dr., BUDAPEST (HU)
(73) Majitel patentu RICHTER GEDEON VEGYÉSZETI GYÁR R.T., BUDAPEST (HU)

(54) Způsob úpravy biologické kvality vody

(57) Řešení se týká způsobu úpravy biologické kvality vody, zejména volně se vyskytujících vod, jako jsou např. rybníky. Volně se vyskytující vody jsou ošetřeny alespoň jednou ročně 3-cyklohexyl-5,6-trimethyluracylem nebo terc. 3-butyl-5-chlor-6-methyluracylem v množství 20 až 500 µg/l přednostně ve formě přípravku, obsahujícího tyto látky.

Vynález se týká způsobu úpravy biologické kvality vody v závislosti na účelu využití, zejména vody v rybnících. Postupem podle vynálezu může být pozměňován druh a množství živých organismů ve vodách - řasy, zooplankton, vodní rostliny vyššího řádu, ryby - v první řadě v případě rybních a rybářských rybníků, kde je voda eutrofizovaná.

Pro eutrofizované vodní toky je charakteristické příliš velké pomnožení modrých řas. Z těchto modrých řas například druhy *Microcystis* brání pomnožení užitečných druhů řas, sloužících jako potrava pro zooplankton. To je také příčinou menšího množství zooplanktonu sloužícího jako potrava pro ryby. Důležitým úkolem je tedy potlačit nepříznivé pochody probíhající ve vodě, například příliš silné zamoření řasami.

Laboratorní pokusy vedoucí ke zničení řas příliš pomnožených následkem eutrofie a k ničení řas jako takových nemají žádný praktický význam. Má to dva důvody. Na jedné straně je známo asi 40 000 druhů řas, jen pro Maďarsko bylo dosud popsáno asi 3 000 druhů. Testování všech těchto druhů v laboratorních podmínkách by bylo příliš nákladné. Kromě toho se také mění vlastnosti řas izolovaných z živých vod, když v laboratoři vytvoří čistou kulturu. Konečně řasy žijící v povrchových vodách vykazují tak komplikované vzájemné působení, jak s jinými přítomnými řasami, tak s dalšími příslušníky společenství živých vodních organismů - zooplankton, vodní rostliny, ryby - že jsou zcela nepoužitelné pro záměrnou úpravu biologické kvality vody v laboratorních testech.

Je znám ničící účinek 4,5-diaminouracylsulfátu na řasy, popsáný v US patentovém spise 3 753 362. Podle popisu je agarová deska zaočkována různými druhy řas, pokryta filtračním papírem impregnovaným 4,5-diaminouracylsulfátem a potom inkubována při 25 až 27 °C. Míra inhibice je charakterizována průměrem vztaženým na kontrolní pokus. Z této jediné číselné hodnoty byl vyvozen závěr o ničícím účinku na všechny řasy.

V japonské zveřejněné přihlášce vynálezu č. 50-100237 je hodnocen vizuálním pozorováním vliv 3-sekundár. butyl-5-brom-6-methyluracylu, známého jako herbicid, na řasy *Euglena* sp. a *Spirogira* sp.

Japonská zveřejněná přihláška vynálezu č. 53-73122 se zabývá působením 3-cyklohexyl-5,6-trimethyluracylu, také známého jako herbicid, vždy na dvojici z těchto řas: modrých, zelených a *Flagellata*. Pokusy byly prováděny za axenických podmínek. Podle popisu bylo dosaženo 100 % usmrcení řas aktivní substancí o koncentraci 1 000 až 2 000 µg/l, jako kontrola byl použit 2-(ethylamin)-4-izopropylamino-6-methylthio-S-triazin. Jako důkaz pokroku se udává, že k dosažení stejného účinku je nutno použít 1 500 až 3 000 µg/l posledně uvedené sloučeniny.

Kromě uvedených patentových spisů jsou známy ještě četné další, pro které je všeobecně charakteristické, že z pokusů za axenických podmínek, kterým byly podrobeny některé druhy řas, byly vyvozovány závěry o potlačujícím účinku na řasy, ačkoli je možno považovat je pouze za první vyřazovací zkoušky. Dále je nutno namítnout, že účinek na ostatní vodní organismy nebyl zkoumán.

Z odborné a patentové literatury je možno uvést, že ze sloučenin inhibujících fotosyntézu jsou v první řadě toxické pro laboratorně používané kmeny řas triazinové a karbamidové deriváty. Pro fytoplankton - flóru řas - jezer ovšem nemohou být vyvozovány žádné jednoznačné závěry, což má kromě již uvedených i další důvody:

a) V citlivosti existuje významný rozdíl mezi testovacími řasami používanými v laboratoři a přirozenou flórou řas. Flóra řas se skládá z druhů s různou citlivostí. Když je některý citlivější druh potlačen, pomnoží se více odolnější druhy řas. Při nezměněném počtu jedinců se tedy změni složení řas, přičemž tato změna může být v závislosti na účelu využití vody jak výhodná, tak nevýhodná. Eloranta a Halttunen-

Keyriläinen (Eloranta V., Halttunen-Keyriläinen L., 1983: The comparison of the Sele-nastrum bottle test and the natural phytoplankton assay in algal toxicity tests - rukopis, str. 1 až 16) proto poukázali na to, že údaje získané v laboratoři pomocí tzv. "single species test", tj. jednodruhového testu, znamenají pouze nejnižší stupeň toxikologických výzkumů.

b) Potravinový řetězec ve vodě se - velmi zjednodušeně - skládá z nejméně tří hlavních členů: řas, zooplanktonu a ryb. Protože tyto organismy spolu vytvářejí pyramidálně vystavěný výživový systém, je nutno pro použití určitých sloučenin ve vodě určit, jak na sebe působí tyto tři druhy organismů. Toto lze sice přibližně určit testováním těchto tří skupin jednotlivě, ovšem pro proměnnost vzájemného působení v celém společenství, je nutno také zkoumat toto společenství jako celek.

Cílem vynálezu bylo vypracování způsobu, jímž je možno ničit, popřípadě potlačovat škodlivé řasy ve volně tekoucích vodách tak, aby zůstaly zachovány užitečné řasy a vyšší vodní živočichové a aby nebyly ohroženy ani ryby a zooplankton.

Cíle bylo dosaženo a nevýhody známých způsobů byly odstraněny způsobem úpravy biologické kvality vody vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že vody jsou ošetřeny alespoň jednou ročně 3-cyklohexyl-5,6-trimethyluracylem nebo terc. 3-butyl-5-chlor-6-methyluracylem v množství 20 až 500 $\mu\text{g/l}$, přednostně ve formě některého známého přípravku, obsahujícího tyto látky.

Účinky Lenacilu na kultury škodlivých řas *Microcystis* a na kultury užitečných řas udává obrázek 1. Účinky Terbacilu udává obrázek 2. Na obrázku 1 udává křivka 1 závislost počtu individuí užitečných řas v 1 litru vody na množství Lenacilu v mg/l , křivka 2 udává závislost počtu individuí škodlivých řas *Microcystis* v 1 litru vody na množství Lenacilu v mg/l . Na obrázku 2 udává křivka 3 závislost počtu individuí užitečných řas v 1 litru vody na množství Terbacilu v mg/l , křivka 4 potom závislost počtu individuí škodlivých řas *Microcystis* v 1 litru vody na množství Terbacilu v mg/l .

Některými pokusy bylo potvrzeno, že přídavek 3-cyklohexyl-5,6-trimethyluracylu (Lenacil) nebo terc. 3-butyl-5-chlor-6-methyluracylu (Terbacil) o koncentraci 10 až 500 $\mu\text{g/l}$ ničí velkou část řas škodlivých pro výživovou pyramidu, zatímco proti očekávání úhyn řas užitečných pro výživovou pyramidu přejde při dávce 10 $\mu\text{g/l}$ do klidového stavu, potom počet těchto řas začne rychle stoupat a při hodnotě okolo 100 $\mu\text{g/l}$ účinné látky dosáhne konstantní hodnoty, jak je zřejmé z obrázků 1 a 2. Způsobem podle vynálezu je proto možno selektivně modifikovat složení řas co do množství i druhu tak, aby bylo výhodné pro přirozenou výživovou pyramidu. Přirozený ekosystém vodstev bude znovu obnoven, aniž by docházelo k poškození zooplanktonu nebo ryb.

Způsob podle vynálezu je blíže objasněn na příkladech v mírných klimatických podmínkách, je ovšem vhodný i pro teplejší nebo chladnější klimatické poměry. Přizpůsobení určitým klimatickým podmínkám nevyžaduje žádnou vynálezeckou činnost, protože je pro odborníka rutinní záležitostí.

Podle vynálezu byly z faktorů biologické kvality vody zkoumány trofita a toxicita podle následujících metod:

- vizuální pozorování (barvy, tvar, secí - průhlednost, poměr organizovaných vodních rostlin a ryb)
- určení počtu řas mikroskopem
- určení chlorofylu
- určení účinné látky ve vodě a v rybách metodou plynové chromatografie.

Podle Příručky pesticidů (Ch. R. Worthing, S. B. Walker, Pesticide Manual, The British Crop Protection Council) je toxicita Lenacilu, určená hodnotou LC_{50} (96 hodin)

pro kapra 10 mg/l, toxicita Terbacilu pro okouny z čeledi Centrarchidae určená hodnotou IC_{50} (48 hodin) je 86 mg/l, pro kraby z rodu *Uca* je IC_{50} (48 hodin) větší než 1 000 mg/l.

Ve smyslu vynálezu se tedy v mírném klimatu přidává do vody pro dosažení výhodných změn kvalitativního i kvantitativního složení fotoplanktonu Lenacil nebo Terbacil, přednostně ve formě některého známého přípravku, obsahujícího tyto látky (například WP).

První ošetření proti škodlivým řasám je prováděno většinou při teplotě vody 4 až 8 °C, přičemž je prostředek přidáván takovým způsobem, aby se nad odstraňovanými řasami vytvořila vyšší koncentrace. Potom je fytoplankton zkoumán mikroskopicky a následně je vodě ustavena rovnoměrná koncentrace v celém objemu. Při teplotě vody nad 10 °C je po následném vizuálním zhodnocení provedeno účelné ošetření vody uvedeným prostředkem, který buď plave na hladině vody, nebo je k dispozici už rozpuštěný ve vodě. Po každém ošetření by měl být několikrát zkoumán zooplankton i fytoplankton, stejně jako obsah kyslíku, rozpuštěného ve vodě, protože při nepříznivém stavu těchto hodnot pro zamýšlený účel využití by bylo nutno provést novou aplikaci prostředků.

Pro každé jednotlivé ošetření je nutná koncentrace účinné látky 10 až 500 µg/l, přednostně 10 až 300 µg/l, což odpovídá množství 0,01 až 0,5 g/m³, přednostně 0,01 až 0,3 g/m³. Při průměrné hloubce vody 1 m to odpovídá množství 0,1 až 5,0 kg/ha.

Počet ošetření, používané dávky a prostředek, je určován stávajícími podmínkami, přesný předpis není možno udat. Je úkolem odborníka, aby na základě parametrů vody určil způsob ošetření a parametry kontroloval.

Účinné látky Lenacil, popřípadě Terbacil, mohou být používány jak samy o sobě, tak ve formě roztoků, suspenzí, emulzí, pevných prášků nebo granulí. Také volba prostředku závisí na místních podmínkách.

Způsob podle vynálezu bude dále blíže objasněn pomocí příkladů, ale není jimi ohraničen. V příkladech jsou použity účinné látky nebo z nich vyrobené prostředky, přičemž v posledním případě je způsob formulace WSCP, WP vždy stejný. Pro označení sloučenin slouží mezinárodní obecně užívané názvy. Podle nich Lenacil a Terbacil znamenají účinné látky, Lenacil 80 WP a Terbacil 80 WP mají 80 % prášku obsahujícího účinné látky.

Příklad 1

Toxicita tří prostředků ničících řasy a Lenacilu a Terbacilu na kultury řas.

Účinné látky určené k ovlivňování flóry řas volně tekoucích vod byly zkoumány z hlediska jejich toxicity ještě před jejich použitím v laboratoři při testech na řasách. Jako zkušební metoda byl použit postup vyvinutý Úřadem pro ochranu životního prostředí v USA - Miller et al.: The Selenastrum capricornut Printz algal assay bottle test, Envirometal Protection Agency, Envirometal Research Laboratory Corvallis, Oregon, str. 1 až 126, 1978, který byl dále modifikován Ördögem podle Ördög V.: Int. Revue ges. Hydrobiol. 67, str. 127 a 136 (1982).

Použita byla užitečná řasa *Selenastrum capricornutum* Printz (Starr str.). Erlenmayerova baňka o objemu 500 ml byla naplněna 250 ml živného roztoku SANM (Synthetic Algal Nutrient Medium). Kultury v baňce byly probublávány pomocí vzduchovací trubice 20 l vzduchu a 0,2 l CO₂ v hodině. Délka osvětlení byla 14 hodin denně a svítivost 3 500 ± 350 lux. Teplota místnosti činila 25 ± 2 °C.

S každým preparátem byly provedeny nejméně dva pokusy. Každá koncentrace byla testována ve třech paralelních pokusech. Po čtyřech dnech kultivace bylo určováno

pomnožení kultur zákalovou metodou při vlnové délce 750 nm. Údaje byly vyhodnoceny grafickou metodou zkušební analýzy podle Ördög V.: Acta hydrochim. hydrobiol. 9, 607 až 612 (1981). Toxicita je vyjadřována hodnotou EC_{50} , tj. takovou koncentrací, která způsobí 50 % inhibici růstu vztaženo na kontrolní pokus.

Bylo zjištěno, že podle výsledků prvních testů Lenacil a Terbacil působí na testované řasy silně toxicky. V tabulce 1 jsou porovnávány údaje o toxicitě tří komerčně dostupných přípravků hubících řasy s toxicitou Terbacilu a Lenacilu.

Tabulka 1

Vliv tří přípravků hubících řasy, Lenacilu a Terbacilu na zelenou řasu *Selenastrum capricornutum* Printz (Starr str.)

Obecné jméno použitého přípravku	EC_{50} / μ g/l/
Algizid WSCP (1)	315
Alginex (2)	608
L-lox (3)	933
Lenacil	6
Terbacil	22

Účinné látky:

- (1): poly(N-oxyethylen-N,N-dimethyl-N'-ethylen-N', N'-dimethyl)-ethylendiaminohlorid
- (2): 2-dichloroacetylamin)-3-chlornaftochinon
- (3): komplex měď-triethanolamin

Z údajů v tabulce 1 vyplývá, že Lenacil je pro testovanou řasu 52krát toxičtější, než nejsilnější z komerčně dostupných přípravků hubících řasy, Algizid WSCP. První zkoumání proto ukázala, že Lenacil a Terbacil vykazují výborné ničící účinky vůči řasám.

Příklad 2

Test na daňních.

Po úspěšném pokusu se zelenými řasami je nutno zkoumat přípravky a také jeden komerčně dostupný přípravek k hubení řas s ohledem na jeho účinky vůči zooplanktonu. Jako zástupci zooplanktonu byly použity daňie - vodní blechy, protože představují důležitý článek potravinového řetězce. Pokus byl proveden podle maďarské normy MSZ-22902/6-81L 09. Hodnoty LC_{10} , LC_{50} a LC_{90} určené zkouškovou analýzou jsou sestaveny do tabulky 2.

Tabulka 2

Výsledky testu na daňních.

	LC_{10}	LC_{50}	LC_{90} / μ g/l/
Lenacil 80 WP	1 000	3 160	9 540
Terbacil 80 WP	2 630	19 950	144 000
Algizid WSCP	36,3	95,49	263

Z tabulky lze vidět, že hodnoty LC_{50} pro Lenacil 80 WP a Terbacil 80 WP jsou mimořádně nízké a v koncentracích, ve kterých tyto prostředky už vykazují příznivý vliv na kvalitu vody, tj. 10 až 300 $\mu\text{g/l}$ ještě dafnie, které reprezentují zooplankton, nejsou ohroženy. Naproti tomu komerčně dostupný přípravek Algizid WSGP je v dávce, kterou vyžaduje hubení řas, toxický i pro dafnie.

Příklad 3

Vliv tří prostředků hubících řasy, Lenacilu a Terbacilu na ryby.

Ještě před vlastními hydrobiologickými pokusy byly provedeny zkoušky toxicity na rybách s cílem srovnat toxické působení Lenacilu, Terbacilu a některých komerčně dostupných přípravků. Pokusy byly prováděny ve formě statických rybích testů. Jako testovaná ryba byl používán převážně kapr (*Cyprinus carpio*), ale účinek Lenacilu a Terbacilu byl přesto kontrolován i na malých rybách *Alburnus alburnus*, *Rhodeus serviceus amatus* a *Rutilus rutilus*. Pokusy byly prováděny podle maďarské normy MSZ 22902/3-77. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 3.

Tabulka 3

Vliv různých přípravků hubících řasy na kapry
(*Cyprinus carpio*)

Používaný přípravek (obecný název)	Hodnota LC_{50} $\mu\text{g/l}$ 96 hodin
Algizid WSGP	5 200
Alginex	750
L-lox	17 400
Lenacil 80 WP	183 000
Terbacil 80 WP	69 700

Z údajů uvedených v tabulce je zřejmé, že Lenacil 80 WP působí na ryby škodlivě až v koncentraci o 1 až 2 řády vyšší, než běžně dostupné prostředky k hubení řas. Naproti tomu Lenacil 80 WP v koncentraci, která již zlepšuje kvalitu vody, tj. 10 až 300 $\mu\text{g/l}$, rybám ještě vůbec neškodí.

Příklad 4

Vliv Lenacilu 80 WP na životní společenstva fytoplanktonu a zooplanktonu v rybnících.

Pokusy byly prováděny ve skleněných akváriích objemu 100 litrů. Akvária byla naplněna vodou z rybníku č. 1, popsaného v příkladu 6 a osvětlena osvětlovacími trubkami typu Lumoflor, vyrobenými v NDR, přičemž svítivost byla 3 500 $\pm$ 350 lux. Teplota okolí byla udržována na 25 $\pm$ 2 °C. Čtvrtého dne po aplikaci byl zjišťován počet jedinců fytoplanktonu a zooplanktonu. Mezi jednotlivými aplikacemi přípravků nebylo možno pouhým okem pozorovat žádný rozdíl. Voda byla silně zarostlá řasami a měla žlutohnědou barvu. Při mikroskopickém zkoumání byly pozorovány řasy *Euglena* a *Phacus* o velikosti asi 100 μm , po ošetření Lenacilem v množství 100 $\mu\text{g/l}$ nebylo možno dokázat už žádné kolonie *Mycrocystis*. Podrobné výsledky pokusu vyplývají z tabulky 4.

Tabulka 4

Vliv Lenacilu a Terbacilu na složení fytoplanktonu a zooplanktonu

Dávka v $\mu\text{g/l}$	Počet jedinců		Zooplankton (xx)
	Microcystis (x)	Užitečné řasy celkem (x)	
neošetřená ryb- niční voda	80,3	23	1 257
10	61,07	14	2 000
20	29,95	15	2 000
50	10,03	20	1 857
100	-	33	1 500
200	-	32	1 428

(x) : miliony jedinců v 1 litru

(xx) : počet jedinců v jednom litru

Z výsledků vyplývají následující závěry:

- Při zvýšení koncentrace Lenacilu 80 WP klesá množství fytoplanktonu, což je způsobeno mizením kolonií řas Microcystis a změnou druhového zastoupení řas.
- Dávka 100 $\mu\text{g/l}$ Lenacilu 80 WP byla pro zkoumanou kvalitu vody dostačující pro usmrcení všech kolonií Microcystis.
- Počet jedinců zooplanktonu ubývá i při koncentracích 100 až 200 $\mu\text{g/l}$ účinné látky jen nepodstatně.

Příklad 5

Vliv Terbacilu na životní společenstva fytoplanktonu a zooplanktonu v rybnících.

Pokus probíhal stejným způsobem, jaký byl popsán v příkladu 4, ale místo Lenacilu byl použit Terbacil 80 WP. Výsledky jsou uspořádány v tabulce 5.

Tabulka 5

Vliv Terbacilu 80 WP na zastoupení fytoplanktonu a zooplanktonu v rybnících

Dávka $\mu\text{g/l}$	Počet jedinců		Zooplankton celkem (xx)
	Microcystis (x)	Užitečné řasy celkem (x)	
neošetřená ryb- niční voda	80,31	21	1 357
10	72,23	13	1 000
20	41,80	15	1 857
50	25,42	20	857
100	-	33	1 500
500	-	32	1 500

Příklad 6

Pokusy s Lenacilem 80 WP v chovných rybnících.

Pokusy byly prováděny v chovných rybnících, které vznikly zakládáním přehrad a kterými protéká potok. Z obou zkoumaných rybníků jeden sloužil jako kontrolní. Do obou rybníků byl uměle nasazen směsný rybí potěr jako náseva. Rybníky byly známy tím, že byly každoročně zamořeny řasami *Microcystis*. Rozměry obou rybníků činily:

	Povrch	Průměrná hloubka
Rybník č. 1	1,3 ha	0,80 až 0,85 m
Rybník č. 2 (kontrolní)	1,5 ha	0,70 až 0,90 m

Cílem obou pokusů bylo určit vliv Lenacilu 80 WP na kvalitativní a kvantitativní složení fytoplanktonu a zooplanktonu a parametry důležité pro chov ryb v průběhu celého reprodukčního roku.

Z uvedených rybníků bylo v období od 15. května do 15. října odebráno celkem 13 vzorků vody. Obsah kyslíku rozpuštěného ve vodě byl měřen přímo na místě přístrojem AQUACHECK-3, stejně jako hodnota pH a teplota. Průhlednost vody byla určována Secchi-skličkem. Pro laboratorní zkoušky byly odebírány preparáty fixovanými Lugolovým roztokem. K určení množství zooplanktonu bylo z každého rybníku odebráno 20 l vody a prolito přes planktonovou síť s velikostí oček 60 μ m. Vzorky byly vyhodnocovány pod otáčivým mikroskopem podle Uthermöhlovy metody.

Podrobné výsledky jsou shrnuty v tabulkách 6 až 9.

V případě ošetřeného rybníka je udáváno kromě množství aplikovaného prostředku také datum ošetření. Hodnocení, týkající se počtu kolonií *Microcystis*, provedená přímo na místě a další vizuální pozorování jsou uvedena v dodatku k tabulkám.

Tabulka 6

Kvalitní a kvantitativní složení planktonu v ošetřeném rybníku (fytoplankton v milionech jedinců v litru, zooplankton v jedincích v litru)

	Datum pokusu				
	15.5.	6.6.	28.6.	2.7.	19.7.
Fytoplankton					
Hormogonales	13,65	7,51	39,24	13,65	6,82
Chroococcales	-	0,68	-	-	-
Centrales	43,68	10,92	58,01	7,51	40,95
Pennales	4,09	3,41	42,65	7,51	348,04
Volvocales	-	2,09	-	0,68	-
Chlorococcales	79,16	40,26	87,01	12,97	13,65
Desmidiales	-	-	-	-	3,41
Cryptomonadales	1,36	13,74	20,47	-	20,47
Zygnematales	-	-	-	-	-
Jiné řasy	-	2,05	-	1,36	-
Řasy celkem	141,95	86,46	246,38	43,68	433,35

Pokračování tabulky 6

	Datum pokusu				
	15.5.	6.6.	28.6.	2.7.	19.7.
<u>Zooplankton</u>					
Rotatoria	1 769	588	380	450	242
Cladocera	-	-	207	242	242
Copepoda	-	34	311	519	277
Nauplius	77	174	140	104	174
Zooplankton celkem	1 846	796	1 338	1 315	935
<u>Ošetření</u>					
µg/l Lenacil	-	-	360	-	360
80 WP					
<u>Číslo vizuálního</u>					
pozorování	1	2	3	4	5

Pokračování tabulky 6

Datum pokusu							
2.8.	21.8.	27.8.	5.9.	24.9.	29.9.	6.10.	15.10
17,06	2,73	6,82	15,35	10,57	10,91	5,11	8,35
-	-	-	-	-	-	-	-
6,82	6,82	2,73	-	1,36	5,45	0,34	0,17
156,96	35,49	55,96	141,61	1,36	1,02	-	-
-	1,36	2,73	6,82	102,-	-	0,34	0,34
3,41	20,47	8,19	10,24	5,11	2,72	1,36	0,34
-	-	-	-	-	-	-	0,17
-	1,36	1,36	6,82	1,02	0,68	-	0,17
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	1,36	-	0,34	0,34	-	-
184,25	68,24	79,16	180,85	20,81	21,15	7,16	9,55
796	1 280	80	184	547	-	756	107
207	34	138	46	45	177	-	13
242	415	161	-	9	-	54	67
555	521	267	116	341	-	-	55
1 800	2 250	646	346	942	177	810	242
	345	-	435	-	-	360	-
6	7	8	9	10	11	12	13

Tabulka 7

Vodochemické údaje rybníku č. 1

Datum odebrání vzorku	Teplota vody °C	rozpuštěný kyslík %	pH	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	PO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	Chem. spotřeba O ₂ mg/l (pomocí KMnO ₄)
16. května	18,6	-	8,2	0,124	0,781	-	16,00
6. června	21,7	-	8,35	1,656	0,926	-	17,00
28. června	22,0	-	8,30	0,600	1,840	-	17,60
2. července	21,7	37	8,10	1,600	0,102	0,180	20,80
20. července	21,0	260	8,30	0,385	0,564	-	21,00
2. srpna	22,0	-	8,40	1,430	17,0	2,600	16,00
21. srpna	21,8	-	8,10	0,045	0,310	-	24,00
27. srpna	23,0	61	7,90	0,028	0,300	0,080	22,80
5. září	20,2	-	8,30	3,280	0,530	0,270	20,00
24. září	16,0	73	7,90	2,500	3,500	0,080	16,00
29. září	13,0	86	7,90	0,967	0,967	0,533	11,70
6. října	13,0	95	7,90	3,063	1,088	0,330	15,00
15. října	8,0	42	7,80	3,394	1,289	0,127	11,00

Tabulka 8

Kvalitativní a kvantitativní složení planktonu v rybníku č. 2 (kontrolní rybník).
(Fytoplankton v milionech jedinců v litru, zooplankton v jedincích v litru)

	Datum pokusu				
	15.5.	6.6.	28.6.	2.7.	19.7.
<u>Fytoplankton</u>					
Hormogonales	17,74	19,11	-	2,73	11,94
Chroococcales	79,97	2,73	0,68	-	-
Centrales	27,30	17,74	10,92	1,36	92,13
Pennales	4,09	8,19	5,46	2,05	102,37
Volvoales	2,73	5,46	-	2,05	-
Chlorococcales	-	64,15	32,07	17,06	18,77
Desmidiáles	1,36	-	-	0,68	3,41
Cryptomonadales	5,46	13,65	2,73	1,37	3,41
Zygnematales					
Jiné řasy	5,46	1,36	-	3,41	3,41
Řasy celkem	135,12	132,39	51,87	30,71	232,03

Pokračování tabulky 8

	Datum pokusu				
	15.5.	6.6.	28.6.	2.7.	19.7.
<u>Zooplankton</u>					
Rotatoria	1 885	1 107	138	1 384	588
Gladocera	-	-	34	104	34
Copepoda	-	-	35	138	207
Nauplius	-	104	-	278	556
Zooplankton celkem	1 885	1 211	207	1 904	1 385
<u>Ošetření</u>					
µg/l Lenacil 80 WP	-	-	-	-	-
<u>Číslo vizuálního pozorování</u>					
	14	15	16	17	18

Pokračování tabulky 8

Datum pokusu							
2.8.	21.8.	27.8.	5.9.	24.9.	29.9.	6.10.	15.10.
17,74	9,55	8,87	20,42	18,76	14,67	4,09	2,04
-	-	-	-	-	-	-	-
16,38	9,55	2,73	-	0,34	1,36	0,34	0,34
17,74	8,19	10,24	6,82	0,34	2,04	0,34	0,34
-	2,73	6,82	6,14	1,02	0,34	-	1,36
4,00	23,20	12,28	5,46	6,82	3,41	-	-
-	-	-	-	-	0,34	-	-
13,65	17,74	3,41	1,36	0,84	1,02	-	0,17
-	-	-	0,68	-	-	-	-
5,46	-	-	1,36	1,02	0,34	-	-
75,06	70,97	44,36	42,31	28,66	23,54	4,77	4,94
558	761	69	761	368	1 592	889	121
242	207	104	253	72	-	242	54
242	346	242	46	125	-	80	228
520	174	116	232	736	177	29	270
1 592	1 488	531	1 292	1 301	1 769	1 240	673
-	-	-	-	-	-	-	-
19	20	21	22	23	24	25	26

Tabulka 9

Vodochemické údaje rybníku č. 2

Datum odebrání vzorku	Teplota vody °C	Rozpuštěný kyslík %	pH	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	chemická spotřeba kyslíku (pomocí KMnO ₄)
16. května	18,6	-	8,20	0,465	0,852	-	16,0
6. června	21,7	-	8,35	1,656	0,926	-	16,0
28. června	22,0	-	8,00	0,800	1,940	-	14,1
2. července	21,7	52	8,00	1,900	0,110	-	19,7
20. července	21,0	210	8,20	0,414	0,580	-	20,0
2. srpna	22,0	-	8,10	1,100	3,590	-	16,5
21. srpen	21,8	-	8,00	0,750	0,530	-	21,7
27. srpen	23,0	71	8,00	0,810	0,510	-	20,8
5. září	20,2	-	8,25	2,800	0,400	0,190	19,0
24. září	16,0	73	7,90	2,500	3,500	0,080	16,0
29. září	13,0	88	7,90	1,863	0,967	0,533	11,7
6. října	13,0	95	7,90	3,063	1,088	0,330	15,0
15. října	8,0	42	7,80	3,390	1,289	0,127	11,0

Vizuální pozorování k jednotlivým časovým údajům uvedeným v tabulce 6.

- 1) 15. května Výskyt prvních kolonií Microcystis.
- 2) 6. června Ve vodě rybníku se kolonie Microcystis objevují jen v nepatrném množství.
- 3) 28. června Na hladině rybníku malé množství kolonií Microcystis. Po odebrání vzorku rybník ošetřen 4 kg (360 µg/l) Lenacilu 80 WP.
- 4) 2. července Po ošetření kolonie Microcystis s povrchu hladiny rybníku prakticky zmizely.
- 5) 19. července Na hladině rybníku pozorováno malé množství kolonií Microcystis. Proto byl po odebrání vzorku rybník ošetřen dne 23. července 4 kg (360 µg/l) Lenacilu 80 WP.
- 6) 2. srpna V rybníku jsou pozorovány pouze jednotlivé kolonie Microcystis.
- 7) 21. srpna V rybníku se objevuje mnoho kolonií Microcystis, proto bylo v rybníku stejnoměrně rozptýleno 3,8 kg (345 µg/l) Lenacilu 80 WP.
- 8) 27. srpna Kolonie Microcystis na povrchu rybníku téměř nejsou vidět, ve vodě se vyskytuje střední množství.
- 9) 5. září Ve vodě je pozorováno střední množství kolonií Microcystis, proto je po odebrání vzorku provedeno ošetření 4,8 kg (435 µg/l) Lenacilu 80 WP.
- 10) 24. září Na povrchu rybníku nejsou pozorovány žádné kolonie Microcystis, v mikroskopickém vzorku bylo jejich mizivé množství.
- 11) 29. září Při jednom okraji rybníku je na ploše asi 1,2 m² pozorován shluk kolonií Microcystis.
- 12) 6. října Na povrchu rybníku nejsou pozorovány žádné kolonie Microcystis, pod

mikroskopem prakticky také žádné. Rybník byl 2 dny před tím ošetřen 4 kg (360 µg/l) Lenacilu 80 WP.

- 13) 15. října Kolonie *Microcystis* se nevyskytovaly ani na hladině rybníku ani nebyly pozorovány pod mikroskopem.

Vizuální pozorování k jednotlivým časovým údajům uvedeným v tabulce 8.

- 14) 15. května Výskyt prvních kolonií *Microcystis*
- 15) 6. června Ve vodě rybníka je pozorováno jen nepatrné množství kolonií *Microcystis*.
- 16) 28. června Na povrchu ojedinělé množství kolonií *Microcystis*.
- 17) 2. července Stejně jako 28. června.
- 18) 29. července Na povrchu rybníku nepatrné množství kolonií *Microcystis*.
- 19) 2. srpna Množství kolonií *Microcystis* vzrůstá.
- 20) 21. srpna Na rozdíl od pozorování 7 a 8 v ošetřeném rybníku je zde pozorováno střední množství kolonií *Microcystis*.
- 21) 27. srpna Na povrchu rybníku téměř žádné kolonie *Microcystis*, ve vodě střední množství.
- 22) 5. září Ve vodě mnoho kolonií *Microcystis*.
- 23) 24. září Na povrchu rybníku žádné kolonie *Microcystis*, v mikroskopované vodě malé množství.
- 24) 29. září Na povrchu rybníku žádné kolonie *Microcystis*, při mikroskopování vzorku také prakticky žádné.
- 25) 6. října Na povrchu žádné kolonie *Microcystis*, ve vzorku určeno pod mikroskopem asi 500.
- 26) 15. října Kolonie *Microcystis* se nevyskytují ani na hladině vody, ani v mikroskopovaném vzorku.

Vyhodnocení výsledků:

a) Počet řas ve slabě protékaném rybníku č. 1 po prvním ošetření, provedeném 28. června značně klesl, současně s tím prakticky zmizely kolonie *Microcystis*. Následkem uvolnění živin z odumřelých řas (2. července obsah iontů NH_4^+ 1,6 mg/l, PO_4^{3-} 0,18 mg/l) stoupl počet jedinců řas do 19. července na 400 milionů v 1 litru; hlavní součást tvořily řasy *Pennales*. Další ošetření se projevilo poklesem počtu řas a výskytem pouze izolovaných kolonií *Microcystis*. Po prvním ošetření převažovaly až do konce sledovaného období křemičité řasy. Zkoušky na obsah reziduí prostředků k ochraně rostlin ukázaly, že Lenacil 80 WP překvapivě nebyl téměř dokazatelný už po několika dnech.

b) Množství zooplanktonu v rybníku č. 1 z hlediska chovu ryb se vyvíjelo příznivě. Množství *Gladoceres*, *Copepoda* a *Nauplius*, které slouží jako potrava zmíněných ryb, bylo v období mezi 6. červnem a 21. srpnem značné, celkové množství organismů zooplanktonu vykazovalo stoupající tendenci. Tento nárůst byl nejvýraznější mezi 19. červencem a 21. srpnem, tedy přesně v době, kdy byl počet řas poměrně malý. Toto malé množství je důsledkem toho, že se silně pomnožil zooplankton, živící se těmito řasami. Tento jev proto nemá nic společného s ničícím účinkem Lenacilu 80 WP na řasy po ošetření rybníku. Z toho také plyne, že po 21. srpnu, kdy už množství zooplanktonu

kleslo, zase vzrostl počet řas, ačkoli byl rybník ošetřen Lenacilem 80 WP.

c) Počet řas ve slabě protékaném rybníku č. 1 je možno během sledovaného období označit za nízký. 21. září se objevily při jednom okraji rybníku shluky kolonií *Microcystis*. Účinek ošetření 4 kg Lenacilu 80 WP dne 4. října se projevil v tom, že:

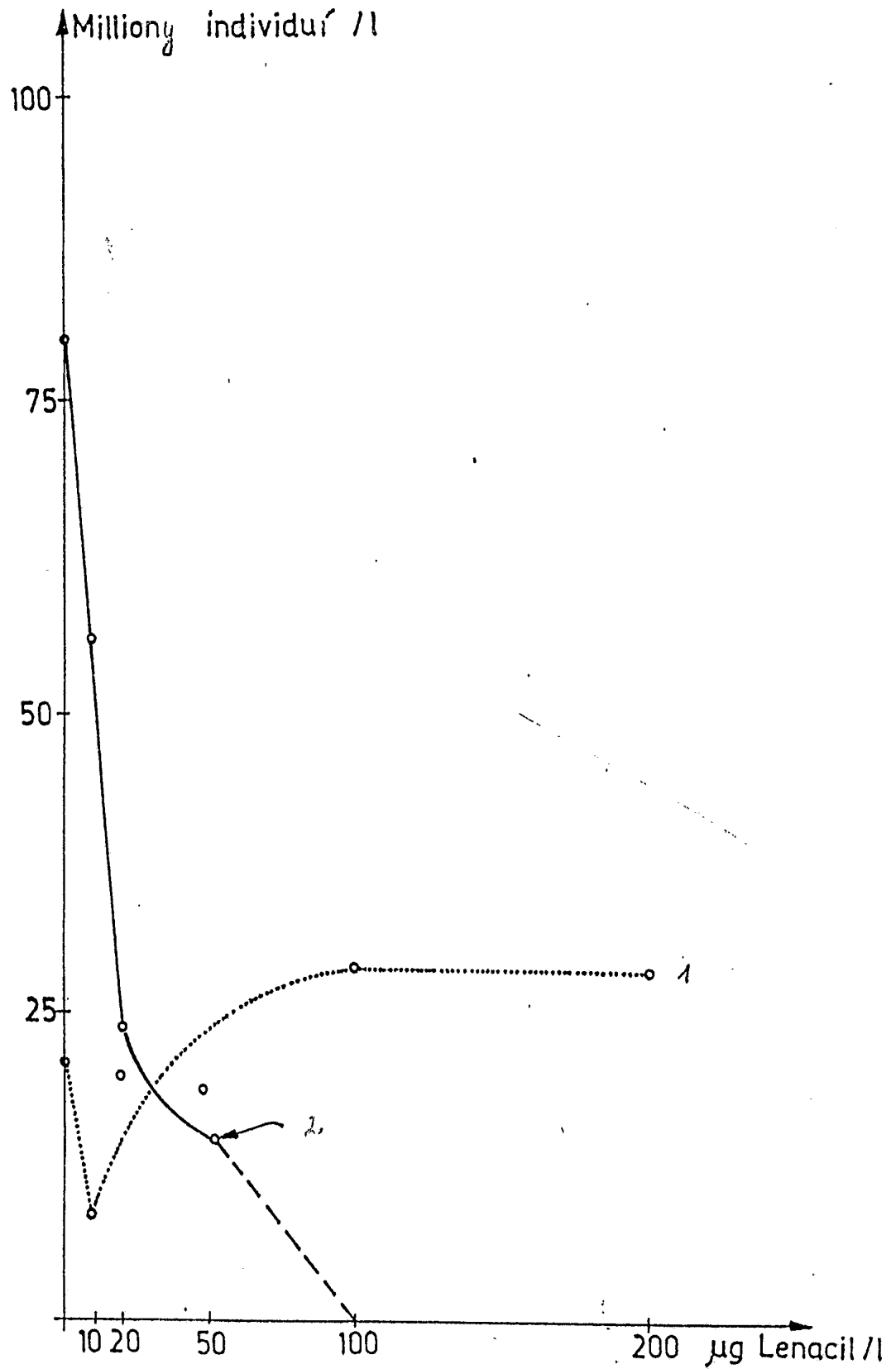
- kolonie *Microcystis* prakticky z rybníku zmizely
- celkový počet řas znovu klesl
- množství kyslíku rozpuštěného ve vodě kleslo na polovinu.

Množství zooplanktonu významně stouplo 2 dny po ošetření, což ovšem nemělo žádný praktický význam, protože v říjnu, kdy je voda již značně ohladná, ryby téměř nepřijímají potravu.

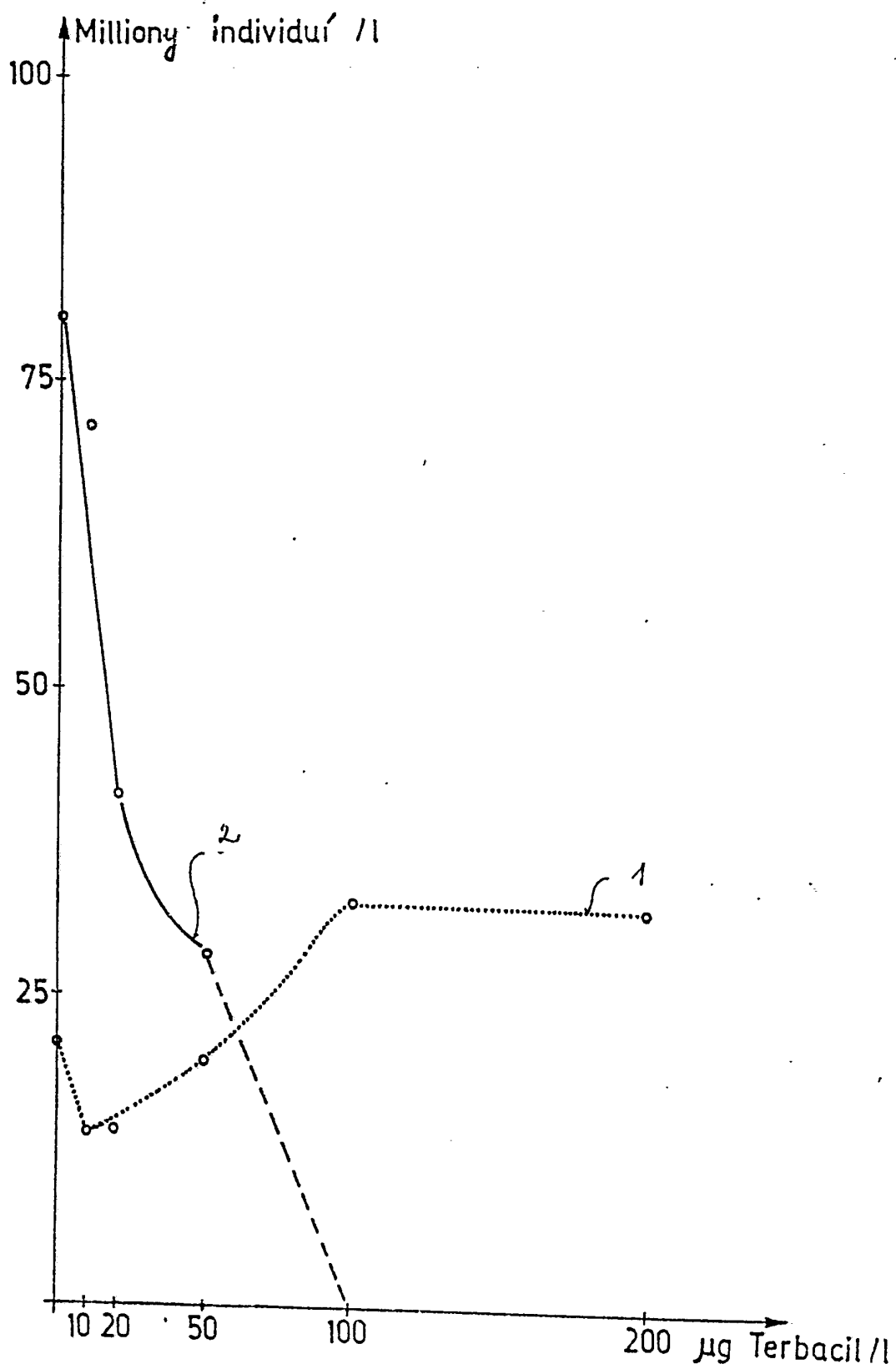
Souhrnně lze říci, že způsobem úpravy podle vynálezu bylo dosaženo nejdůležitějšího cíle, protože v ošetřeném rybníku silně kleslo množství kolonií *Microcystis*. Tím bylo umožněno pomnožení ostatních řas, v tomto případě křemičitých, což bylo nejvýraznější po prvním ošetření. Množství zooplanktonu nekleslo, ale naopak vykazovalo příznivý vývoj. Až do 5. září se čtyřmi ošetřeními Lenacilem 80 WP v množství asi 300 µg/l dařilo měnit počet i zastoupení zooplanktonu a fytoplanktonu pro chov ryb výhodným způsobem. První ošetření proběhlo až 28. června při teplotě vody 18,6 °C. Toto pozdní datum lze vysvětlit ošetřením provedeným na podzim předešlého roku, protože lze předpokládat, že tímto ošetřením bylo způsobeno, že v bahně na dně rybníku přezimovaly pouze jednotlivé kolonie *Microcystis*.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob úpravy biologické kvality vody volně tekoucích vod, vyznačující se tím, že voda je ošetřena alespoň jednou ročně 3-cyklohexyl-5,6-trimethyluracylem nebo terc. 3-butyly-5-chlor-6-methyluracylem v množství 20 až 500 µg/l, přednostně ve formě přípravku obsahujícího tyto látky.



Obr. 1



Obr. 2