

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР
ХАРЬКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени А. М. ГОРЬКОГО

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТОМ LXVII

☆

ТРУДЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ
И БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

ТОМ 23

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СБОРНИК

ИЗДАТЕЛЬСТВО ХАРЬКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени А. М. ГОРЬКОГО

Е. И. Коновалова

СМЕНА ОРГАНИЗМОВ ПЛАНКТОНА ПРИ САМООЧИЩЕНИИ МАЛЫХ СТОЯЧИХ ВОДОЕМОВ

Небольшие стоячие водоемы, находящиеся недалеко от населенных мест, легко подвергаются естественному загрязнению. Но очень велика и сила естественного самоочищения, которое складывается из ряда физико-химических и биологических процессов, тесно переплетающихся между собой. В результате взаимодействия этих процессов водоемы освобождаются от органических загрязнений и обогащаются конечными продуктами их минерализации.

Биологические процессы, протекающие в водоемах, связаны с жизнедеятельностью водных организмов. Развитие и смена организмов зависят от многих причин: сезонных изменений, химизма воды, гидрологического факторов, влияния загрязнения и других.

Целью данной работы являлось — изучить изменения в составе и обилии планктонических организмов, связанные с загрязнением небольших стоячих водоемов и последующим их самоочищением, а также выявить комплекс организмов, характеризующих различную степень очистки воды.

Наблюдения над сменой организмов планктона в процессе самоочищения небольших стоячих водоемов были проведены на двух лесных и двух луговых водоемах.

СМЕНА ОРГАНИЗМОВ ПЛАНКТОНА В ПРОЦЕССЕ САМООЧИЩЕНИЯ ЛЕСНЫХ ВОДОЕМОВ

Для выполнения поставленной задачи были выбраны два водоема, расположенные почти рядом; это были небольшие лесные пойменные водоемы, находящиеся в двух километрах от Донецкой гидробиологической станции — за городом Змиевом. Месторасположение водоемов отвечало главному требованию: отдаленности от жилья и невозможности частого посещения их человеком и пасущимся скотом. Водоемы находились в одинаковых условиях, располагаясь в лощинах, густо покрытых деревьями и кустарниками.

Размеры водоемов были таковы: 1-й (опытный) — длина 20 м, ширина 7,5 м (в наиболее широком месте), глубина — 1 м 10 см (на середине); 2-й (контрольный) — длина 26 м, ширина — 9 м (наибольшая), глубина — 1 м 15 см (на середине).

Химико-бактериологическая и гидробиологическая характеристика водоемов до начала исследований

Для предварительного ознакомления с намеченными для исследований водоемами, последние были подвергнуты двукратному обследованию: в сентябре и в мае. Осеннее обследование, давшее только гидробиологическую характеристику водоемов, выявило почти полное сходство в составе и обилии населяющих их микроорганизмов.

В состав микрофлоры обоих водоемов входили почти исключительно диатомовые водоросли, среди которых заметным обилием отличались:

Nitzschia sigmoidea (α - β m), *Cymatopleura solea* v. *apiculata* (α - β m), *Cymatopleura elliptica* (олигосапробы).

В зоопланктоне из группы Crustacea огромное развитие имели *Daphne longispina* (β m- α m) и представленный в значительно меньшем количестве *Diaptomus* sp.

Вторичное предварительное обследование, проведенное в мае, характеризует водоемы как с гидробиологической, так и с химико-бактериологической стороны.

Весеннее обследование также дало картину большого сходства в составе и обилии микроорганизмов. Преобладающее значение в обоих водоемах имели следующие микроорганизмы:

Таблица 1

Са-пробность	Наименование организмов	Количество особей на 1 л воды	
		1-й водоем (опытный)	2-й водоем (контрольный)
—	<i>Nitzschia acicularis</i>	49 096	60 019
—	<i>Nitzschia palea</i>	27 075	28 551
β m	<i>Stephanodiscus Hautzschii</i>	4 986	5 835
β m	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	4 693	6 420
β m- α m	<i>Cyclops strenuus</i>	50	80

Макрофауна дна исследуемых водоемов представлена чрезвычайно малым количеством видов при малом обилии их, что иллюстрируется следующей таблицей:

Таблица 2

Класс, семейство	Род и вид	Количество особей на 1 м ²	
		1-й водоем (опытный)	2-й водоем (контрольный)
Crustacea Vermes Insecta (larvae)	<i>Asellus aquaticus</i> (β m- α m)	2 (июнь)	(2 июнь)
	<i>Dero obtusa</i>	4 (сентябрь)	3 (сентябрь)
	<i>Agrion</i> juv.	2 (июнь)	—
Hirudineae	<i>Chironomus Plumosus</i> (β m-p)	4 (июнь)	5 (июнь)
	<i>Chaoborus crystallinus</i>	4 (июнь, сентябрь)	4 (июнь, сентябрь)
	<i>Glossosiphonia complanata</i> (α - β m)	—	(1 июнь)
	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	2 (май, июнь)	3 (май, июнь)

У берегов много *Rana ridibunda* и *Haemopsis sanguisuga*.

Химико-бактериологический состав обоих водоемов в период исследования был следующий:

Таблица 3

Химические показатели	1-й (опытный) водоем				2-й (контрольный) водоем			
	9/V	23/VI	10/VII	29/IX	8/V	23/VI	10/VII	29/IX
Азот аммиака мг/л	0,5	2,7	1,4	0,9	0,4	1,3	1,3	3,3
нитритов мг/л	0,017	0,18	0,316	0,058	0,017	0,014	0,023	нет
нитратов мг/л	0,085	0,051	0,181	следы	0,77	0,77	0,13	следы
Биологическая потребность в кислороде (БПК)	6,4	23,0	20,5	6,0	4,8	8,0	9,0	22,0
Свободный кислород	4,3	5,4	0,8	2,75	8,7	1,3	0,9	1,7
Окисляемость	14,0	28,0	20,0	18,0	9,18	10,84	9,76	14,8
Количество бактерий в 1 см ³	395	130	148	46	500	73	56	80

Состояние водоемов в период исследования

8 мая в опытный водоем было внесено загрязнение в виде коровьего навоза в количестве 30 кг.

Навоз, предварительно размешанный небольшими порциями в ведре, после некоторого отстаивания выливался в разных местах водоема, а затем размешивался длинным шестом.

В дальнейшем водоемы исследовались в мае, июне, июле — по 2 раза в месяц, в августе и сентябре — по 1 разу в месяц. Пробы осадочного планктона (в количестве 1 л), а также сетного планктона (через укороченную сеть Ланганса фильтровалось 50 л) брались с берега. Пробы сетного планктона со середины водоема были взяты с помощью закидной планктической сеточки, которая забрасывалась не менее 5 раз.

Через неделю (15 мая) после загрязнения заметных изменений в составе микроорганизмов не наблюдалось.

Через 2 недели (к 24 мая) в опытном водоеме заметно изменилось количество диатомовых водорослей (с 108335 особей в 1 л воды до 55315 особей на 1 л воды). Появились формы из группы *Euglenophyta*: *Euglena acus* (βm), *E. polymorpha* ($\beta m - \alpha m$), *E. proxima* (αm), *Lepocinella texta* (αm).

В зоопланктоне начал встречаться рачок *Daphne pulex* ($\beta m - \alpha m$), а также в массе мелкие бесцветные жгутиковые инфузории: *Vorticella campanula* (βm), *V. microstoma* ($\alpha m - p$), *Chilodon uncinatus* ($\beta m - \alpha m$), *Cyclidium glaucoma* (αm).

Указанные изменения в составе микроорганизмов связаны с ухудшением качества воды (ее химизма).

В контрольном водоеме при несколько обедненном составе растительных микроорганизмов велико количество ракообразных: *Cyclops strenuus* ($\beta m - \alpha m$), *Daphne pulex* ($\beta m - \alpha m$). Довольно много мелких инфузурий. Заметно уменьшение количества свободного кислорода (с 8,7 до 2,5 мг), что, возможно, связано с колоссальным развитием ракообразных.

Через полтора месяца от начала опыта (23/VI) были отмечены значительные изменения в составе микронаселения как в опытном, так и в контрольном водоемах.

В массе обнаружены: в опытном водоеме — *Cryptomonas erosa* (*Cryptomonadinae*), *Euglena acus* (*Eugleninae*) (βm), *E. polymorpha* (*Eugleninae*) ($\beta m - \alpha m$), *Lepocinella texta* (*Eugleninae*) (αm), *Stylonychia mytilis* (*Infusoria*) ($\beta m - \alpha m$), *Cyclidium glaucoma* (*Infusoria*) (αm); в контрольном водоеме — *Keratella quadrata* (*Rotatoria*), *Filinia longisetata* (*Rotatoria*), *Diaptomus coeruleus* (*Crustacea*).

В фитопланктоне контрольного водоема присутствуют только диатомовые водоросли.

Большое развитие зеленых водорослей в опытном водоеме привело к увеличению свободного кислорода с 1,95 до 5,4 мг/л. Повидимому, немалое значение в этом имело резкое уменьшение числа *Soropoda* в опытном водоеме, которые, как известно из работы А. П. Щербакова, могут обуславливать поглощение кислорода в теплое время года от 0,05 до 0,1 мг на 1 л воды в сутки.

В контрольном водоеме наблюдается огромное развитие коловраток *Keratella quadrata* и *Filinia longisetata*.

На массовое развитие коловраток в летнее время, как характерное явление для пойменных водоемов, указывали Д. Е. Белинг, Я. В. Ролл, Ю. М. Марковский и др. [3].

Через два месяца от начала исследований (к 10 июля) в пробах, взятых из опытного водоема, не удалось найти уже ни одного экземпляра *Cryptomonas erosa*, давшего огромное развитие еще две недели тому назад. Такое внезапное исчезновение организма, недавно отличавшегося пышным развитием, является, как указывал Н. С. Дуплаков [6], обычным явлением для планктона мелких водоемов, характеризующихся неустойчивостью качественного и количественного состава. Число эвгленовых водорослей попрежнему значительно.

К 23 июля (через 2 $\frac{1}{2}$ месяца от начала исследований) в опытном водоеме к прежнему беднеющему составу микроорганизмов добавились организмы: *Ankistrodesmus falcatus* (Protococcales) (βm), *Microcystis aeruginosa* f. *filos-aquae* (Cyanophyceae) (o— βm), *Cyclops strenuus* (Crustacea) βm — αm).

В контрольном водоеме отмечалось большое развитие зоопланктона за счет таких форм, как: *Keratella quadrata* (Rotatoria) (o— βm), *Daphne pulex* (Crustacea) (βm — αm), *Ceriodaphnia pulchella* (Crustacea), *Alona guttata* (Crustacea), *Cyclops Dybowski* (Crustacea), *Diatomus coeruleus* (Crustacea).

В фитопланктоне присутствовали диатомовые водоросли: *Nitzschia palea*, *Synedra ulna*, *Stephanodiscus Hantzschii* (βm).

Химический состав воды в опытном водоеме несколько улучшился: снизилось БПК (с 23,0 до 15,0 мг), окисляемость уменьшилась с 28,0 до 20,0 мг; азот аммиака упал с 2,7 до 1,4 мг. В контрольном водоеме отмечалось небольшое ухудшение качества воды, что, возможно, связано с начинающимся отмиранием зоопланктона, обильно представленного в этом водоеме (в пробах довольно много детрита с отмершими ракообразными).

К 10 августа в опытном водоеме резко уменьшилось количество форм из группы Euglenophyta. Было много ракообразных: *Cyclops Juv.*, *Daphne pulex* (βm — αm). В контрольном водоеме встречалось также большое количество ракообразных: *Daphne pulex*, *Ceriodaphnia pulchella*.

К 29 сентября (т. е. через три с лишним месяца после начала исследований) опытный пруд производил впечатление водоема, справившегося с загрязнением.

В состав планктона входили такие формы: *Cyclops strenuus* (Crustacea) (βm — αm), *Daphne pulex* (Crustacea) (βm — αm).

Встречались такие диатомовые водоросли: *Nitzschia palea*, *Stauroneis phoenicenteron* (βm), *Eunotia lunaris* (олиго), *Cymatopleura solea* (o— βm).

В контрольном водоеме при почти полном отсутствии растительных микроорганизмов наблюдалось большое количество *Daphne pulex* (βm — αm).

Химизм воды в опытном водоеме изменяется — опять увеличивается количество свободного кислорода — до 2,75 мг; БПК снижается до первоначального состояния (6,0 мг); окисляемость уменьшается до 18,0 мг. В контрольном водоеме химический состав остается тот же.

Количество бактерий как в опытном, так и в контрольном водоеме было невелико: 46 колоний в 1 см³ — в опытном и 80 колоний в 1 см³ — в контрольном.

Состав микроорганизмов изучаемых водоемов после загрязнения одного из них оказался различным, несмотря на то, что водоемы находились в совершенно равных условиях и до загрязнения имели сходный гидробиологический и химико-бактериологический состав. Внесенное загрязнение оказало действие на состав и обилие микроорганизмов в опытном водоеме, приблизив его к состоянию загрязненной лужи; водоем, находящийся в таком состоянии, был нам необходим для дальнейшего изучения смены организмов планктона в процессе самоочищения. Внесенное загрязнение вначале вызвало уменьшение количества преобладавших ранее организмов, а к началу июня привело почти к полному их исчезновению. В дальнейшем, после периода как бы угнетения, наступившего в результате загрязнения, начался период развития планктонических организмов из групп: Ругроphyta, Euglenophyta, Infusoria, бесцветных жгутиковых, — организмов, характерных для загрязненных вод. При последующем очищении воды к вышеперечисленным водорослям и инфузориям, количество которых несколько уменьшилось, присоединились формы из групп Protococcineae, Суанophyta, а также из группы Euglenophyta с более низкой сапробностью: Phacus pleuronectes (о-βm) и Trachelomonas volvocina (о-βm).

К концу периода исследований водоем приблизился к первоначальному состоянию — преобладание групп Bacillariophyta и Crustacea.

Весь цикл наблюдений над сменой организмов планктона в процессе самоочищения опытного водоема можно разделить на такие периоды:

1-й период (продолжительность несколько более месяца), характеризующийся развитием Ругроphyta, Euglenophyta, Infusoria бесцветных жгутиковых при окисляемости в 28,0 мг, БПК — 23 мг и при наличии азота аммиака в количестве 3,32 мг.

2-й период (также несколько более месяца), отличающийся постепенным исчезновением форм, характерных для первого периода, обеднением планктона, появлением форм более низкой сапробности из группы Euglenophyta, развитием некоторых представителей из Protococcineae и Суанophyta, сдвигом химизма в сторону минерализации органических веществ.

3-й период, характеризующийся бедностью формами всех групп растительных и животных микроорганизмов, за исключением лишь группы Bacillariophyta и Crustacea, и дальнейшим улучшением химического состава воды.

В период исследований в контрольном водоеме заметна была из растительных групп лишь группа Bacillariophyta; в июне получили некоторое развитие такие организмы, как Cryptomonas erosa (Cryptomonadinae) и Ankistrodesmus falcatus (Protococcales). Зато значительного развития в летний период достигли в контрольном водоеме ракообразные и колдовратки. По мере приближения к осени количество растительных и животных микроорганизмов постепенно уменьшалось.

Ниже приводятся графики, отображающие ход развития основных групп микроорганизмов в опытном и контрольном водоемах (рис. 1 и 2).

Количество ракообразных в среднем составляло: в опытном водоеме +35 особей в 1 л воды; в контрольном — 150 в 1 л воды.

Стационарные исследования лесных водоемов были закончены в сентябре, когда опытный водоем справился с загрязнением. В октябре и ноябре водоемы в равной мере подверглись естественному загрязнению опадающими с деревьев листьями, которые, как известно, при гниении представляют собой один из самых сильных загрязняющих факторов.

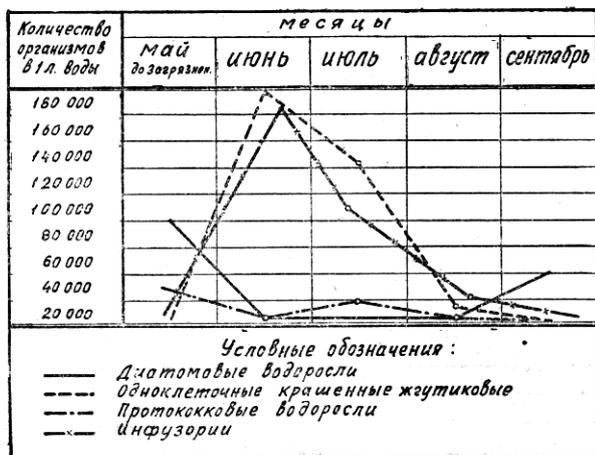


Рис. 1.

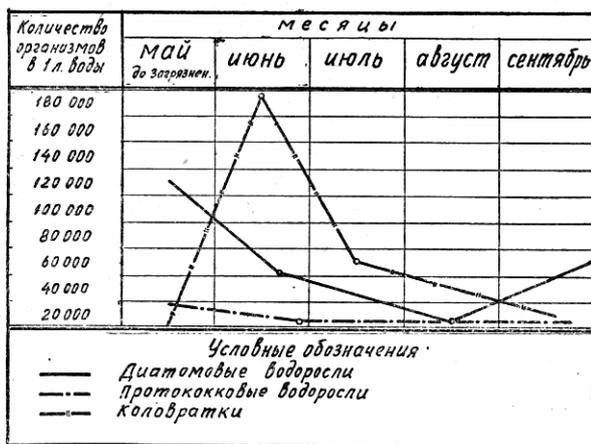


Рис. 2.

В этом мы могли убедиться при обследовании тех же водоемов в декабре (10/XII), когда водоемы уже покрылись тонким ($1\frac{1}{2}$ см) слоем льда при температуре воды $+1^\circ$ и температуре воздуха -6° . Пробы были взяты из проруби. На дне водоемов было обнаружено огромное количество гниющих листьев, имевших черную окраску и сильный сероводородный запах. В планктоне обоих водоемов доминировали серные пурпурные бактерии *Chromatium okenii* (am-r) и *Thyospirillum*, давшие до 1 400 000 особей в 1 л воды опытного водоема и свыше 1 200 000 особей в 1 л воды контрольного. Немалое развитие имели также *Chlamydomonas* и *Chlorogonium* (Volvocales). Особенно обильного разви-

тия достиг *Chlorogonium* в контрольном водоеме (75 000 особей в 1 л воды). В этом же водоеме были обнаружены молодые особи *Cyclorps* в количестве 25 особей на 1 л воды.

Химический анализ воды этого сбора дал следующие данные (в мг/л):

	Опытный водоем	Контрольный водоем
БПК	60,2	81,6
Окисляемость	52,16	64,8
Азот аммиака	8,23	8,16
Свободный кислород	нет	нет

Загрязнение гниющими листьями оказало еще большее действие на жизнь в водоемах к концу января, когда пруды покрылись льдом толщиной в 20—25 см.

В пробах, взятых 27/1, ничего, кроме неприятно пахнущего детрита, обнаружено не было. Живым оказалось лишь насекомое из семейства *Culicidae* *Corenthra*, чувствовавшее себя, повидимому, неплохо, несмотря на полное отсутствие кислорода. На наличие *Corenthra* в водах, не содержащих O_2 , указывал ряд исследователей.

Ниже приводятся данные о температуре воды и воздуха, а также о количестве организмов в лесных водоемах (на литр воды) за весь период исследований.

Таблица 4

Время сбора	Температура в °С		Количество организмов в 1 л воды	
	воды	воздуха	опытный водоем	контрольный водоем
8/V	12	18	108 335 (до загрязнения)	112 334
15/V	13	19	99 285	102 850
24/V	18	21	55 315	137 497
23/VI	20	22	29 628 828	135 536
			большое развитие крипто- монад, эвглен, инфузорий	развитие коловраток и ракообразных
23/VII	24	28	917 171 то же	243 228
10/VIII	19	26	27 385	37 437
29/IX	13	18	30 823	30 403
10/XII	+1	-6	1 191 698	1811 969
			загрязнение опавшими листьями	

СМЕНА ОРГАНИЗМОВ ПЛАНКТОНА В ПРОЦЕССЕ САМООЧИЩЕНИЯ ЛУГОВЫХ ВОДОЕМОВ

Для разрешения поставленной задачи было проведено изучение смены организмов планктона на двух водоемах, расположенных на заливном лугу близ города Змиева в пойме реки Северного Донца.

Приводим основные данные о размерах и глубине исследованных водоемов: длина опытного водоема составляет 27 м, ширина (в самом широком месте) — 7 м, глубина (на середине) — 1 м 10 см; длина контрольного водоема равна 30 м, ширина 9 м и глубина 1 м 5 см.

Методика забора гидробиологических проб применялась та же, что и в лесных водоемах.

Водоемы богаты высшей водной растительностью. Массовое развитие *Phragmites communis*, *Acorus Calamus*, *Scirpus lacustris*, *Butomus umbellatus*, *Sparganium* отмечалось в течение всего периода изучения луговых водоемов.

При ближайшем изучении водоемов с гидробиологической стороны в начале исследования — 9/V, когда водоемы полностью отделились от реки Северный Донец, выявилось сходство в составе организмов.

Приводим список доминировавших в этот период форм:

Таблица 5

Сапробность	Доминирующие организмы	Количество организмов в 1 л воды	
		опытный водоем	контрольный водоем
	Bacillariophyta		
βm	Stephanodiscus Hautzchii	1 012 110	926 115
—	Nitzschia acicularis	101 202	307 000
—	Nitzschia palea	27 314	24 200
	Euglenophyta		
α-βm	Trachelomonas volvocina	39 771	27 605
	Protococcineae		
—	Ankistrodesmus convolutus	10 600	—
βm	Ank. falcatus v. acicularis	21 307	28 012
—	Ank. falcatus v. spiriliformis	30 116	27 513
—	Infusoria	22 445	20 271
	Crustacea		
—	Eucyclops macgurus	19	16
	Общая сумма	1 264 894	1 360 732

Таким образом, доминировали диатомовые, в несколько меньшем количестве встречались протококковые водоросли и рачок *Eucyclops macgurus*.

В начале исследований водоемы выглядели чистыми. Вода была прозрачна до дна и не имела запаха. Приводим некоторые химико-бактериологические данные:

Таблица 6

Наименование определений	Опытный водоем					Контрольный водоем				
	9/V	15/VI	1/VII	24/VII	10/XI	9/V	15/VI	1/VII	24/VII	10/XI
Азот аммиака мг/л	0,98	2,05	3,05	1,04	4,7	0,82	0,81	1,4	1,4	4,7
нитритов мг/л	—	нет	—	0,027	0,051	—	нет	нет	—	0,058
нитратов мг/л	—	нет	0,01	0,1	нет	—	нет	0,11	0,11	следы
БПК	4,8	8,16	15,65	8,7	6,8	4,0	4,26	4,26	4,8	10,5
Окисляемость O ₂ мг/л	10,4	16,29	18,29	13,26	21,8	9,6	13,26	10,7	10,0	14,0
Свободный кислород	9,0	6,78	7,01	8,6	6,07	9,2	11,34	7,08	7,2	9,5
Хлориды	25,33	23,36	—	—	30,0	19,0	20,80	18,41	—	32,0
Количество бактериальных колоний, растущих на мясопептонном агаре при комнатной температуре 23 — 32° (подсчет через 48 часов)	900	410	2325	—	—	700	620	1335	—	—

Вторичное обследование было произведено 22 мая.

В этот период доминировали следующие организмы:

Таблица 7

Сапробность	Доминирующие организмы	Количество организмов в 1 л воды	
		опытный водоем	контрольный водоем
	Euglenophyta		
o-βm	<i>Trachelomonas volvocina</i>	46 652	32 112
o-βm	<i>Trachelomonas hispida</i>	20 115	9 005
	Chrysophyta		
—	<i>Dinobryon divergens</i>	41 371	45 200
	Protococcineae		
—	<i>Ankistrodesmus convolutus</i>	—	9 001
βm	<i>Ank. falcatus v. acicularis</i>	19 533	13 605
—	<i>Ank. falcatus v. spiriliformis</i>	15 544	10 355
	Bacillariophyta		
βm	<i>Stephanodiscus Hautzchii</i>	70 342	44 763
—	<i>Nitzschia palea</i>	3 607	34 272
—	<i>Nitzschia acicularis</i>	33 127	12 334
—	<i>Infusoria</i>	10 516	8 611
	Crustacea		
o-βm	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	36	28
—	<i>Eucyclops macrurus</i>	20	15
	Общая сумма	252 863	218 301

Как видно из списка доминирующих организмов, значительно уменьшается количество диатомовых водорослей, увеличивается количество зеленых; среди животных организмов доминирующее положение сохраняют ракообразные.

22 мая в один водоем (опытный) было внесено 38 кг коровьего навоза.

Следующее обследование было произведено 15 июня (через три недели после загрязнения опытного водоема). В это время доминировали такие организмы:

Таблица 8

Сапробность	Доминирующие организмы	Количество организмов в 1 л воды	
		опытный водоем	контрольный водоем
	Euglenophyta		
—	<i>Euglena</i> sp.	1 703	—
	Pyrrrophyta		
—	<i>Cryptomonas erosa</i>	5 101	24 241
—	<i>Glenodinium gymnodinium</i>	28 104	262 600
	Volvocineae		
o-βm	<i>Volvox globator</i>	—	22 114
—	<i>Infusoria</i>	144 000	16 334

Продолжение

Спроб-ность	Доминирующие организмы	Количество организмов в 1 л воды	
		опытный водоем	контрольный водоем
	Rotatoria		
$\beta m - \alpha m$	<i>Mytilina spinifera</i>	—	8 644
	Crustacea		
βm	<i>Chydorus sphaericus</i>	—	2 601
$\alpha - \beta m$	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	—	26
—	<i>Diatomus</i> sp.	—	5
—	<i>Cyclops Dybowski</i>	—	32
	Общая сумма	178 908	336 597

В контрольном водоеме в этот период наблюдалось значительное развитие многих растительных и животных микроорганизмов. В наибольшем количестве были представлены следующие растительные организмы: *Glenodinium gymnodinium*, *Cryptomonas erosa*, *Volvox globator*, *Spirogyra* sp.

Из животных организмов чаще других встречались: *Arcella vulgaris* (Rhizopoda), *Mytilina spinifera* (Rotatoria), *Chydorus sphaericus*, *Diatomus* sp., *Ceriodaphnia pulchella*, *Cyclops dybowski* (Crustacea).

В воде контрольного водоема наблюдалось некоторое увеличение количества свободного кислорода, что, возможно, связано со значительным развитием водорослей. Такого обилия водорослей в опытном водоеме, загрязненном навозом, не отмечалось. Здесь было обнаружено большое количество реснитчатых инфузорий: *Coleps hirtus* ($\beta m - \alpha m$), *Cyclidium glaucoma* (αm), *Paramecium caudatum* ($\beta m - p$), *Nassula* sp., *Vorticella microstoma* ($\alpha m - p$), *Cinetochilum margaritaceum* и других.

Кроме инфузорий, в планктоне замечалось развитие *Glenodinium gymnodinium*, однако количество этих перидиней было почти в 10 раз меньше, чем в контрольном водоеме. Уменьшилось также число ракообразных.

Химический анализ пробы выявил некоторое ухудшение качества воды в опытном водоеме. БПК увеличилась с 4,8 до 8,16 мг/л, несколько возросло количество азота аммиака — до 2,05 мг/л. Увеличилось также количество взвешенных веществ (с 25,23 до 102,0 мг/л). Прозрачность упала до 15 см. В период следующего обследования — 1 июля (т. е. больше чем через месяц после загрязнения) — опытный водоем еще находился под влиянием внесенного в него загрязнения, что видно было по присутствию в планктоне таких микроорганизмов, как *Euglena polytrypa* ($\beta m - \alpha m$), *Lepocinclus ovum* (αm), *Infusoria*, развившихся в этот период в большом количестве. С другой стороны, по появлению нитчатки *Mougeotia* и мелких диатомей можно было заключить, что водоем начинает очищаться.

В контрольном водоеме были найдены *Dinobryon divergens*, нитчатки — *Spirogyra*, *Mougeotia* и мелкие диатомей.

К концу июля (24/VII) доминировали такие организмы:

Таблица 9

Сапробность	Название организмов	Количество организмов в 1 л воды	
		опытный водоем	контрольный водоем
	Euglenophyta		
βm — am	<i>Euglena polymorpha</i>	3 996	—
o — βm	<i>Trachelomonas volvocina</i>	40 612	21 672
	Pyrrhophyta		
—	<i>Cryptomonas erosa</i>	169 112	20 375
—	<i>Glenodinium gymnodinium</i>	34 648	2 007
олиго	<i>Peridinium quadridens</i>	48 280	—
	Volvocineae		
o — βm	<i>Pandorina morum</i>	72 136	18 355
o — βm	<i>Gonium pectorale</i>	32 376	—
	Bacillariophyta		
олиго	<i>Gyrisigma acuminatum</i>	—	9 448
—	<i>Synedra capitata</i>	—	31 288
—	<i>Nitzschia palea</i>	—	18 344
—	<i>Infusoria</i>	39 760	—
	Crustacea		
—	<i>Nauplii</i>	13	9
—	<i>Cyclops juv</i>	10	18
	Общая сумма	440 943	121 516

Из приведенного списка видно, что в опытном водоеме в этот период, наряду с заметным количеством *Euglena polymorpha* и *Infusoria* (показатели загрязнения), было обнаружено значительное число других водорослей с более низкой сапробностью. Химические данные свидетельствовали об улучшении качества воды. В контрольном водоеме к доминировавшим прежде водорослям, количество которых уменьшилось, присоединились диатомовые водоросли (*Synedra capitata*, *Nitzschia palea*, *Stephanodiscus Hautschii* и другие).

Следующее обследование водоемов было проведено осенью в период отмирания высшей водной растительности. Доминирующими организмами являлись в этот период следующие:

Таблица 10

Сапробность	Название организмов	Количество организмов в 1 л воды	
		опытный водоем	контрольный водоем
	Euglenophyta		
—	<i>Euglena sp.</i>	3 003	—
o — βm	<i>Trachelomonas volvocina</i>	51 227	35 452
	Chrysophyta		
o — βm	<i>Synura uvella</i>	174 795	20 000
	Pyrrhophyta		
—	<i>Cryptomonas erosa</i>	60 918	26 836
олиго	<i>Peridinium quadrideus</i>	—	136 115
—	<i>Glenodinium gymnodinium</i>	139 835	—
—	<i>Infusoria</i>	33 782	21 673
	Общая сумма	463 560	240 076

Водоемы в период этого обследования были довольно чисты. Вода была прозрачна до дна. Как видно из списка доминирующих организмов, в водоемах преобладающее значение имели перидиниевые водоросли, а в опытном и хризомонады. В зоопланктоне обоих водоемов встречались реснитчатые инфузории (*Coleps hirtus*, *Cyclidium glaucoma*, *Aspidisca costata* и другие).

У берега на загнивших частях растений попадалось много инфузорий (*Paramecium caudatum*, *Nassula* sp., *Cyclidium glaucoma*, *Vorticella campanula* и другие), а также мелких бесцветных жгутиковых.

Химический анализ проб дал следующие результаты:

Таблица 11

Химические показатели	Опытный водоем	Контрольный водоем
БПК	6,8	10,5
Окисляемость	21,8	14,0
Азот аммиака	4,7	4,7
Свободный кислород	6,7	9,5

Заметно ухудшение качества воды, что, повидимому, связано с отмиранием и загниванием высшей водной растительности.

У берегов опытного водоема были найдены плюшки, состоящие из синезеленых водорослей: *Phormidium* sp., *Oscillatoria tenuis*, среди которых обитали инфузории: *Cyclidium glaucoma* (ам), *Paramecium caudatum* (βm-p), *Nassula* sp., *Vorticella microstoma* и мелкие бесцветные жгутиковые.

Макрофауна дна и в луговых водоемах бедна: встречаются в незначительном количестве червь *Limnodrilus*, личинка поденки *Caenis*, моллюск *Vithynia leachi* и рачок *Gammarus pulex*.

Следует отметить наличие в водоемах значительного количества лягушек (*Rana ridibunda*) и ложноконской пиявки (*Haemoris sanguisuga*).

Весь цикл наблюдений над сменой организмов планктона в луговом загрязненном водоеме можно разделить на такие периоды:

1-й период (больше месяца), характеризовавшийся развитием эвгленовых водорослей, криптомонд, инфузорий и мелких бесцветных жгутиковых при окисляемости 18,29 мг/л, БПК — 15,65 мг/л, при наличии азота аммиака до 3,05 мг/л.

2-й период, на протяжении которого наблюдалось постепенное обеднение планктона формами, типичными для первого периода.

3-й период, отличавшийся обильным развитием многих водорослей — перидиниевых, эвгленовых, вольвоксовых. Ниже приводятся температурные данные за весь период наблюдений:

Таблица 12

Д а т ы	Опытный водоем		Контрольный водоем	
	температура воды	температура воздуха	температура воды	температура воздуха
9 мая	14	12	14	12
22 мая	17	25	17	25
15 июня	17	23	16	22
1 июля	24	28	27	29
24 июля	25	23,5	25	23,5
10 ноября	8	7	8	7

Приводим также данные о количестве микроорганизмов в 1 л воды в луговых водоемах за весь период исследований:

Таблица 13

Дата	Опытный водоем	Контрольный водоем
9 мая	1 264 894	1 360 732
22 мая	252 863	218 301
15 июня	178 908	336 597
24 июня	440 943	121 516
10 ноября	463 560	240 076

Ход развития основных групп микроорганизмов в опытном и контрольном луговых водоемах изображен на рисунках 3 и 4.

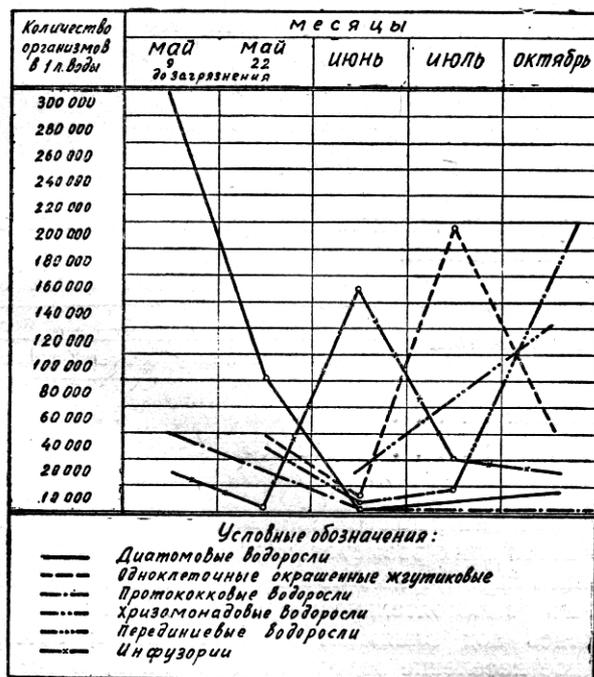


Рис. 3.

Из приведенных графиков видно, что в начале исследований (в мае), когда водоемы только что отделились от реки Сев. Донец, в луговых водоемах доминировали диатомовые водоросли (влияние донецкой воды). В летнее время в контрольном водоеме наблюдалось развитие перидиниевых водорослей, много ракообразных. В опытном загрязненном водоеме отмечено было развитие инфузорий, эвгленовых и криптомонадовых водорослей. К осени в обоих водоемах можно было констатировать развитие перидиниевых и хризомонад.

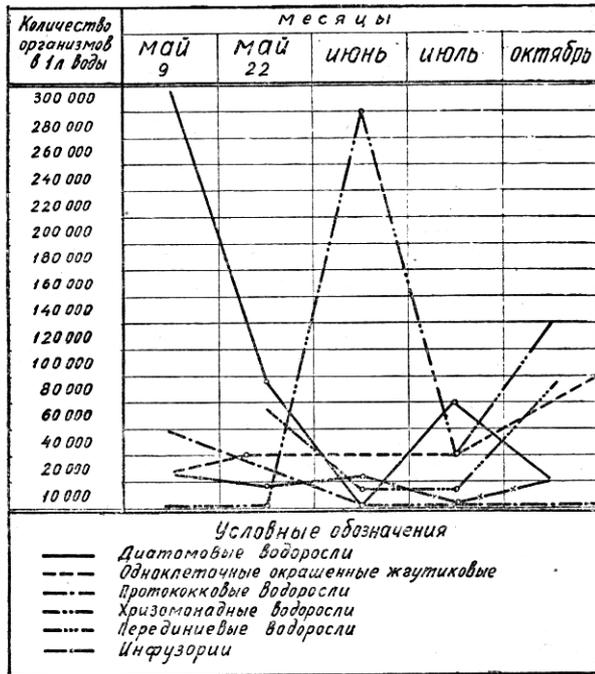


Рис. 4.

Приводим данные о соотношении фитопланктона и зоопланктона в лесном и луговом водоемах:

Таблица 14

Виды планктона	Количество организмов в 1 л воды	
	лесной водоем	луговой водоем
Фитопланктон	327 000	1 515 000
Зоопланктон	322 000	83 000

Выбранные нами для исследований водоемы относятся к пойменным водоемам очень небольших размеров. Предварительным изучением можно было установить характерные черты их планктической жизни. В первый период своего самостоятельного существования наблюдаемые нами водоемы находились под влиянием донецкой воды; затем постепенно слагалось коренное население водоемов. В весенний и осенний периоды в изучавшихся нами лесных, очень затененных водоемах наблюдалось развитие из растительных форм диатомовых водорослей; из животных — ракообразных (*Cyclops* *Daphnia*). Летний планктон состоял в основном из коловраток, большое развитие получали 2—3 формы. Много также встречалось ракообразных. Как для лугового, хорошо освещенного водоема, так и для лесного характерным являлось развитие в весенний период диатомовых водорослей (влияние донецкой воды).

Летом — значительное развитие зеленых водорослей, перидиниевых водорослей и хризомонад, из животных — ракообразных (*Cyclops*, *Ceriodaphnia* и др.). Осенью отмечалось развитие отдельных представителей перидиниевых водорослей. Все водоемы были бедны донной фауной. Высшая водная растительность имела только в луговых водоемах.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. При загрязнении малых стоячих водоемов органическим веществом (коровьим навозом) и последующем их самоочищении можно установить в развитии и смене организмов планктона следующие характерные периоды:

1-й период — развитие инфузорий и одноклеточных жгутиковых (Euglenophyta, Pyrogophyta) при окисляемости 18,29—28,0 мг/л при наличии азота аммиака 2,7—3,05 мг/л и БПК — 15,65—23,0 мг/л.

2-й период — постепенное исчезновение организмов, характерных для первого периода, и обеднение планктона всеми формами растительных и животных микроорганизмов.

3-й период — преобладание диатомовых водорослей (для лесных затененных водоемов), перидиниевых и хризомонад (для открытых, луговых водоемов) при окисляемости 13,26—18,0 мг/л, при наличии азота аммиака 0,9—1,04 мг/л и БПК — 6,0—8,7 мг/л.

2. Процесс самоочищения как в лесном, так и в луговом водоемах заканчивался в срок примерно несколько более месяца.

3. Связь между развитием растительных и животных микроорганизмов в условиях освещения выявилась в преобладании фитопланктона над зоопланктоном в луговом освещенном водоеме и зоопланктона над фитопланктоном в лесном затененном водоеме.

4. Чрезвычайно интенсивным оказалось загрязнение водоемов в осеннее время опадающими с деревьев и гниющими в воде листьями (БПК — до 81,6 мг/л, окисляемости — до 64,8 мг/л, содержание азота аммиака — до 8,28 мг/л и полное отсутствие свободного кислорода). Ввиду этого при санитарной оценке небольших водоемов, окруженных деревьями и кустарниками, следует считаться с возможностью такого естественного загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев Б. С. К вопросу о влиянии массового развития водорослей на качество воды в чистых водоемах. Ин-т ВОДГЕО. Информационный бюллетень № 4—5, 1934.
2. Алеев Б. С. и Мудрецова К. А. Роль фитопланктона в динамике азота. Микробиология, т. VI, вып. 3, 1937.
3. Белінг Д., Ролл Я., Марковський Ю., Сабанєєв П. і інші. Гідробіологічна характеристика заплавних водойм середньої течії р. Десни. Труды гідробіологічної станції, № 11, Київ, 1936.
4. Вертебная П. И. Водоросли и высшая водная растительность Клязьминского водохранилища канала Москва — Волга. Гигиена и Санитария, № 9, 1940.
5. Грезе Б. С. К биологии мелких периодических водоемов. Русск. гидробиол. журнал, т. VIII, № 1—3, 1929.
6. Дулаков Н. М. К биологии загрязненных прудов. Русск. гидробиол. журнал, т. I, № 4, 1932.
7. Каньгина А. В. Влияние растворенного в воде кислорода на интенсивность обрастания. Водоснабжение и санитарная техника, № 3, 1937.
8. Свиренко Д. О. Водоросли прудов Харьковской городской канализации. Труды ботанического ин-та ХГУ, № 29, 1918.
9. Свиренко Д. О. Микрофлора стоячих водоемов, 1922.
10. Родина А. Г. Растворенные органические вещества в питании Cladocera. Зоологический журнал, т. XXVII, вып. 5, 1948.
11. Боруцкий Е. В. К вопросу о формировании зоопланктона Учинского водохранилища канала им. Москвы. Зоологический журнал, т. XXVIII, вып. 1, 1949.
12. Жадин В. И. Гидробиология внутренних вод СССР в послезоенной сталинской пятилетке. «Природа», № 10, 1947.