

## THE ROLE OF WATER OF NATURAL RESERVOIR OF ENTEROVIRAL INFECTIONS

*T. B. Amvrosieva* \*, *Z. F. Bogush*\*,  
*V. L. Zuyeva* \*\*

\* *State Enterprise «Republican Research-and-Practical Union of Epidemiology and Microbiology», Minsk, Republic of Byelorussia*

\*\* *State Enterprise «Republican Center of Hygiene Epidemiology and Public Health», Minsk, Republic of Byelorussia*

Modern epidemiological and ecological aspects of a human enteroviral infection (HEV), its pathogens and water-related paths and factors of transmission are discussed in the article presented. On the basis of the long-lasting researches made in the Republic of Byelorussia the real epidemiological importance of water, including the bottled one, in sporadic and out - breaking morbidity with HEV is shown.

Some existing problems of practical and drinking water supply from the point of view of their safety are discussed. The top priority measures for the improvement of water quality and supervision for the water objects have been offered. The necessity of "water risk" assessment and further forecasting of epidemiological situation and infectious diseases connected with it has been substantiated. The latter will allow to take adequate measures of prophylaxis which could arrest to aqueous way of the infections transmission.

**Keywords:** enteroviruses, contamination, epidemiological safety, laboratory control.

Впервые поступила в редакцию 01.06.2013 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.

УДК 628.16.08+582.288

## МИКРОМИЦЕТЫ В ИСТОЧНИКАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ

*В. В. Гончарук*<sup>1</sup>, *А. В. Руденко*<sup>2</sup>, *О. С. Савлук*<sup>1</sup>, *М. Н. Сапрыкина*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины;* <sup>2</sup>*Государственное учреждение «Институт урологии Национальной академии медицинских наук Украины»*

### Введение

Микроскопические грибы – микромицеты, широко распространены в окружающей среде и от других микроорганизмов отличаются наличием мицелиальных структур и типами репродукции. Видовой состав и свойства отдельных

видов не остаются постоянными и активно реагируют на изменения, которые происходят в окружающей среде. Последние несколько десятилетий отмечаются резким увеличением отрицательных техногенных факторов на все экологические показатели состояния окружающей среды, в том числе и на микроскопические грибы. Выявлена распро-

страненность и агрессивность видов микромицетов, которые раньше не проявляли патогенных свойств, или проявляли их крайне редко, однако в условиях изменения экологии, становятся опасными для здоровья и жизнедеятельности человека [1].

Попадая в организм человека микроскопические грибы могут поражать практически все органы и системы человека, животных, птиц, рыб, насекомых. Наиболее часто микозы развиваются у людей больных диабетом, туберкулезом, онкологических и гематологических больных, ожоговых больных, реципиентов различных органов, ВИЧ-инфицированных. Микроскопические грибы могут попадать в организм человека различными путями, среди которых имеет место и водный [2 – 4].

Основным источником централизованного водоснабжения все чаще становятся искусственные водохранилища и пресноводные моря, которые образуются в результате перекрытия русла рек, затопления значительных площадей земель. Последствия изменений после принципиально нового гидрологического состояния водных масс никем не прогнозировались и не учитывались. Таким образом, принимая во внимание распространение микромицетов в окружающей среде, а также их опасность для здоровья человека, целью данной работы является оценка микологического состояния источников водоснабжения, а также водопроводной воды, поступающей к потребителю.

### Материалы и методы

Пробы воды для исследования отбирали общепринятыми методами в специально предназначенные для такого отбора стерильные флаконы емкостью не менее 500 см<sup>3</sup> с плотно закрытыми колпачками [5 – 7].

Исследование на наличие грибов осуществляли сразу после отбора пробы воды. Воду объемом 1, 10 и 100 см<sup>3</sup> фильтровали через мембранные фильтры с величиной пор 0,45 мкм, которые после фильтрования помещали на питательную среду Сабуро. Однако, наличие в образцах воды быстро- и медленнорастущих видов грибов приводит к слиянию колоний и значительно усложняет анализ. В связи с этим, нами разработана и применена методика определения грибов с использованием питательной среды Сабуро с дихлораном, что позволило получать отдельные колонии грибов небольшого диаметра [8]. Чашки с фильтрами инкубировали в термостате при температуре (27±1) °С на протяжении 7 суток. Идентификацию грибов проводили согласно существующим определителям [9].

### Результаты и их обсуждение

*Микромицеты в поверхностных источниках водоснабжения.*

С целью определения видового спектра микромицетов в воде источников водоснабжения пробы для исследования отбирали в следующих реках Украины: Днепр, Десна, Недра, Буча, Рось, Днестр и других. В табл. 1 приведены данные микологического анализа воды указанных источников.

Обнаружено, что во всех пробах, независимо от места отбора, определялось в среднем 10<sup>2</sup> КОЕ/100 см<sup>3</sup> различных дрожжеподобных грибов, в то время как мицелиальные грибы обнаружены в количестве от единиц до десятков КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Чаще выделяли грибы, принадлежащие к родам *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*. На примере вод Днепровского бассейна показано, что ухудшение речной воды по химическим показателям сказывается на количественном и видовом составе грибов [10].

Таблица 1

Видовой спектр микромицетов в реках Украины

Место Отбора Проб воды	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula glutinis</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium ssp.</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>										
р.Днепр	1,1·10 <sup>5</sup>	101	-	5	-	-	10	-	-	1	1
р. Десна	1·10 <sup>4</sup>	80	-	1	-	-	1	-	10	10	-
р. Недра	1·10 <sup>2</sup>	-	-	1	-	-	1	-	10	1	-
р. Буча	1,2·10 <sup>2</sup>	53	-	1	-	-	1	-	7	-	-
р. Рось	80	30	-	1	3	-	-	-	1	-	-
р. Днестр	1·10 <sup>2</sup>	2	-	-	-	-	1	-	-	4	-
р. Сула	1·10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
р.Южный Буг	1,1·10 <sup>2</sup>	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-
р. Буг	1,4·10 <sup>2</sup>	35	-	1	-	-	1	-	2	5	-
р. Малый Салгир	1·10 <sup>4</sup>	10	1	-	1	1	-	1	-	-	-
р. Дунай	1·10 <sup>3</sup>	10	-	5	-	-	7	5	7	1	1

В табл. 2 приведены данные о наличии микромицетов в поверхностных источниках водозаборов городов Украины. Показано, что независимо от места отбора пробы воды *C. albicans* определялась в наибольшем количестве по сравнению с другими видами микромицетов,

в диапазоне от 10<sup>2</sup> до 10<sup>5</sup> КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Достаточно часто выделяли *A. niger*, *Penicillium spp.*, *Cladosporium spp.*, *R. arrhizus* и др. В отдельных случаях выделены *Fusarium spp.* и *Trichoderma viride* из проб воды реки Днепр в районе г. Киева и г. Чернигова.

Таблица 2

Видовой спектр грибов микромицетов, выделенных из воды поверхностных источников водозаборов городов Украины

Город	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula glutinis</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Cladosporium ssp. alternata</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>	
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>										
Киев	1·10 <sup>2</sup>	50	-	1	10	-	1	-	10	1	1
Чернигов	1·10 <sup>5</sup>	30	1	-	-	-	1	-	2	1	1
Ивано-Франковск	80	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-

Город	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula glutinis</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Cladosporium ssp. alternata</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>	
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>										
Одесса	120	-	-	-	4	-	1	10	-	-	-
Сумы	210	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Симферополь	130	20	-	-	10	-	1	3	10	-	-
Запорожье	170	10	-	1	2	1	2	-	-	-	-
Днепропетровск	140	10	-	1	1	-	3	-	-	-	-
Донецк	120	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-
Луцк	1·10 <sup>2</sup>	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Тернополь	110	-	-	-	4	-	2	2	-	-	-
Винница	1·10 <sup>2</sup>	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-

Наличие микромицетов в подземных источниках водоснабжения. Ограниченность информации о наличии микроскопических грибов в подземных источниках водоснабжения послужила основанием для проведения нами исследований по выявлению микромицетов в воде бьюетов г. Киева. На протяжении нескольких месяцев проводили отбор проб воды из бьюетов, расположенных в районах Борщаговки, Политехнического института, Нивок, Академгородка.

Показано, что микроскопические грибы встречаются редко и в незначительном количестве в водах, отобранных из бьюетов, расположенных на Борщаговке и Академгородке. В основ-

ном это представители дрожжеподобных грибов. Не обнаружено особо опасных видов микроскопических грибов, таких как *Aspergillus fumigatus*. Установлено отсутствие микромицетов в бьюете, расположенном в районе Нивок. Следует отметить, что присутствие в воде грибов зависит от наличия смешивания подземных вод с водопроводной водой, часто с целью поддержания постоянного напора, а также герметичности системы подачи воды. Так, обнаружено наличие таких видов грибов, как *Cladosporium spp.*, *Alternaria alternata*, *Penicillium spp.*, *Candida spp.* и других в бьюете, расположенном в районе Политехнического института, однако после его ремонта эти виды не выявлены (рис. 1).

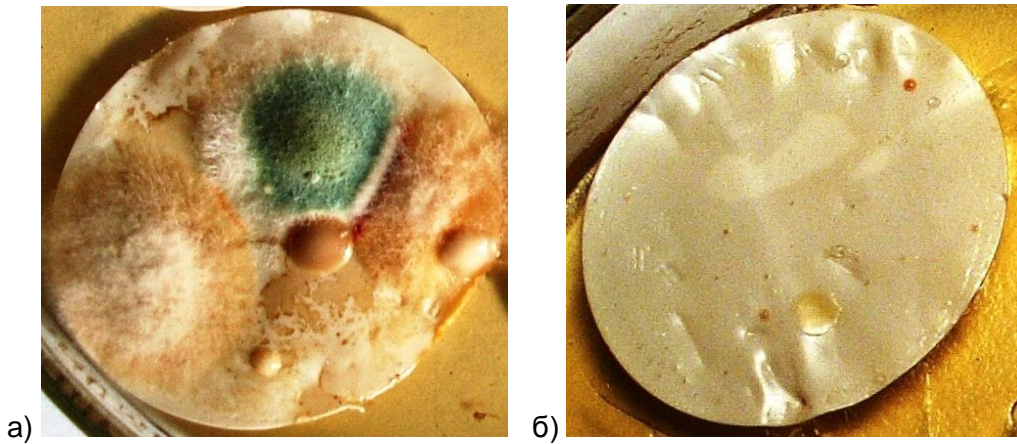


Рис. 1 – Выделение микромицетов из воды бювета, расположенного в Соломенском районе г. Киева (Политехнический институт), до (а) и после (б) ремонта бювета

Показано, что вода из рассматриваемых артезианских источников водоснабжения не содержит микромицетов, а следовательно, при соблюдении требований эксплуатации, а также проведении систематического микологического контроля, может быть использована для безопасного потребления человеком.

В связи с наличием патогенных представителей среди микромицетов в поверхностных источниках водоснабже-

ния целесообразно оценить процесс удаления из воды этих микроорганизмов на станциях водоподготовки. Так, проведен микологический анализ образцов воды, отобранных на различных этапах ее подготовки на Днепровской водопроводной станции города Кременчуг. Места отбора проб и этапы водоподготовки представлены на рис. 2.

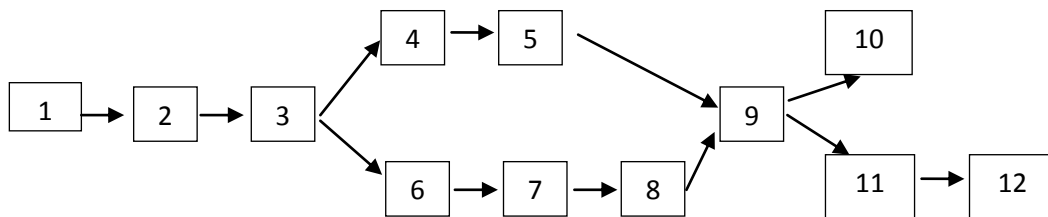


Рис. 2 – Блок-схема забора проб воды и этапов ее подготовки в Кременчуге:

- 1 - входная вода,
- 2 - после микрофильтрации
- 3 - перед контактными осветителями и отстойниками,
- 4 - после контактных осветителей,
- 5 - РВ-II-я очередь,
- 6 - после отстойников,

- 7 - после скорых фильтров,
- 8 - РВ-I-я очередь,
- 9 - управление ДВС г. Кременчуг,
- 10 - отель Кремень, станции подъема воды:
- 11 - РЧВ «Димуровка»,
- 12 - РЧВ «Крюково».

Согласно приведенных данных микологического анализа в воде реки Днепр доминировали представители родов *Aspergillus*, *Cladosporium* и *Candida* (табл. 3).

Установлено, что предочистка воды в контактной камере, расположенной под микрофильтрами, уменьшает количество микроскопических грибов, особенно дрожжеподобных форм. Следующий этап – вода через смеситель коридорного типа, куда вводят коагулянт, делится на два потока, образуя первую и вторую очереди. Первая очередь состоит из ряда отстойников (ОК) и

скорых фильтров, а вторая из ряда контактных осветлителей (КО). Показано, что количество микромицетов в воде перед разделением на два потока колеблется в пределах от 30 до 50 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Однако в ней присутствуют опасные представители микромицетов, а именно: *Alternaria alternate*, *Alternaria clamydospore*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium cladosporioides* и представители *Fusarium spp.*, которые способны вызвать серьезные заболевания у людей.

Таблица 3

Микологический анализ воды после разных этапов водоподготовки (г. Кременчуг)

Место забора проб воды	Объем пробы воды, 100 см <sup>3</sup> .	
	Кол-во	Видовой спектр
<i>Власовский водозабор</i>		
Исходная вода	3	<i>Aspergillus</i> <sup>2</sup> spp.
	5	<i>Aspergillus</i> spp.
	10	<i>Mucor</i> spp.
	100	дрожжеподобные грибы <i>Cladosporium</i> spp.
<i>ДВС г. Кременчуг</i>		
Микрофильтры	10	<i>Candida albicans</i> ,
	20	<i>Rhodotorula glutinis</i>
	4	<i>Aspergillus</i> <sup>1</sup> spp.
	5	<i>Aspergillus</i> <sup>2</sup> spp.
	15	<i>Mycelia sterilia</i>
Перед КО и ОК	11	<i>Aspergillus niger</i> ,
	8	<i>Cladosporium cladosporioides</i> ,
	12	<i>Fusarium</i> spp.

Место забора проб воды	Объем пробы воды, 100 см <sup>3</sup> .	
	Кол-во	Видовой спектр
После КО	18	<i>Aspergillus<sup>2</sup> spp.</i>
	100	<i>Candida albicans</i>
РЧВ-II-я очередь, 5000 м <sup>3</sup>	1	<i>Fusarium spp.</i>
ОК	2	<i>Aspergillus<sup>2</sup> spp.</i>
	1	<i>Aspergillus spp.</i>
	10	<i>Mycelia sterilia</i>
	2	<i>Penicillium wortmani</i>
	3	<i>Cladosporium spp.</i>
Скорые фильтры	12	<i>Aspergillus sp.</i>
	82	<i>Candida albicans</i>
	1	<i>Alternaria alternata</i>
РЧВ-I-я очередь, 10000 м <sup>3</sup>	4	<i>Aspergillus<sup>2</sup> spp.</i>
<i>Потребители воды, очищенной на ДВС г. Кременчуг</i>		
управление ДВС г.Кременчуг	15	<i>Penicillium sp.</i>
	5	<i>Alternaria alternate</i>
	1	<i>Cladosporium sp.</i>
Отель «Кремень»	6	<i>Aspergillus<sup>2</sup> spp.</i>
	1	<i>Aspergillus niger</i>
	2	<i>Mycelia sterilia</i>
	20	<i>Candida albicans</i>
РЧВ «Димуровка» (5000 м <sup>3</sup> )	80	<i>Aspergillus<sup>2</sup> spp.</i>
	1	<i>Penicillium sp.</i>
РЧВ «Крюково» (800 м <sup>3</sup> )	1	<i>Aspergillus<sup>2</sup> spp.</i>
	3	<i>Cladosporium spp.</i>
	1	<i>R. glabrata</i>
	11	<i>Mycelia sterilia</i>

При поступлении воды в отстойники степень извлечения микромицетов возрастает почти на 50 % по сравнению с содержанием микромицетов до отстойника. Однако, их количество после скорых фильтров, как и после контактных осветлителей, снова возрастает. Полученную зависимость, вероятно, можно объяснить прочной фиксацией грибов к поверхности зернистых загрузок, что приводит к их активному размножению и периодическому отрыву от поверхности фильтра. Пробы воды, отобранные из резервуара чистой воды (РЧВ) I-й и II-й очереди содержали незначительное количество микромицетов - 1-4 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Однако, уже после ДВС при поступлении воды к потребителю, а именно в управление ДВС г. Кременчуг, гостинице «Кремень», РЧВ «Димуровка», РЧВ «Крюково», качество ее значительно ухудшилось, что связано с вторичным загрязнением воды при транспортировке водораспределительной сетию.

Таким образом, очистка воды на станциях водоочистки и водоподготовки по микологическому критерию позволяет удалить значительное количество грибов из воды. Однако, несмотря на это потребитель получает некачественную водопроводную воду, что является результатом вторичного загрязнения воды в водопроводной сети. Среди опасных для здоровья человека видов микромицетов выделено: *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, которые способны вызывать аспергиллез, оппортунистические инфекции, респираторные инфекции, пневмонии, кератиты, гранулемы и др. Принимая во внимание опасность, не только микроскопических грибов, но и продуктов их жизнедеятельности, на примере г. Киева исследовано наличие этих микроорганизмов в

водопроводной воде, поступающей к потребителю.

Отбор проб водопроводной воды из распределительной сети г. Киева проводили на протяжении восьми месяцев 2011 г., согласно [7]. Воду отбирали из водопроводной сети в Деснянском, Соломенском, Дарницком и Оболонском административных районах г. Киева в точках, рекомендованных Киевводоканалом, отличающихся продолжительностью эксплуатации. Срок эксплуатации составлял 25 лет (детсады на ул. Бальзака, 86-а и ул. Сабурова, 5), 30-40 лет (аптека на ул. Героев Севастополя, 44/10 и помещения РЭВС (район эксплуатации водопроводной сети) по ул. Монтажников, 97 (РЭВС-10) и пр. Героев Сталинграда, 12-а (РЭВС-7) и 50-60 лет (помещение РЭВС-4 по ул. Ревуцкого, 5-а).

В табл. 4 представлены данные отбора проб водопроводной воды из распределительной сети (срок эксплуатации – 25 лет) Деснянского административного района. Полученные данные свидетельствуют о наличии в пробах воды мицелиальных грибов, таких как *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* и др. При этом количественный показатель колебался от 1 до 10 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Дрожжеподобные грибы в основном представлены родами *Candida* и *Rhodotorula* в количестве от 1 до 25 КОЕ/100 см<sup>3</sup> воды. Таким образом, среднее количество микромицетов в пробах воды Деснянского района составило около 10 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Установлено, что количественный и видовой показатели мицелиальных видов грибов в весенне-летний и осенне-зимний периоды отличались незначительно. Тогда как количество дрожжеподобных грибов возрастало при повышении температуры.



Таблица 4

Количественный и качественный состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах водопроводной воды Деснянского района (период эксплуатации водопроводных сетей равен 25 годам)

Время отбора пробы воды	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>								
<i>ул. Бальзака, 86-а</i>									
Май	25	5	-	1	-	-	-	1	-
Июнь	-	-	-	5	3	1	-	-	-
Июль	-	2	-	-	-	-	-	1	5
Август	-	-	3	2	-	-	3	-	-
Сентябрь	3	-	1	1	2	-	1	-	-
Октябрь	1	-	4	4	-	-	-	-	1
Ноябрь	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Декабрь	3	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>ул. Сабурова, 5-а</i>									
Май	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Июнь	2	1	-	1	2	-	-	-	-
Июль	11	-	-	1	-	-	-	1	-
Август	10	5	1	5	-	1	-	-	-
Сентябрь	11	3	-	1	-	-	-	-	-
Октябрь	5	-	-	10	-	-	-	-	-
Ноябрь	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Декабрь	5	-	-	-	1	-	-	-	-

Аналогичные исследования проведены с водопроводной водой, отобранной в Соломенском районе по адресам: ул. Героев Севастополя, 44/10 и ул. Монтажников, 97 (ЭЕВС-10). Период эксплуатации водопроводной сети 30-40 лет. Установлено, что в этих случаях доминировали дрожжеподобные грибы *Candida albicans*, их количество

колебалось от 1 до 50 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Мицелиальные виды микромицетов были представлены родами *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium* для проб воды, отобранных по ул. Героев Севастополя, 44/10, причем их количество колебалось от 1 до 9 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Вода, отобранная по ул. Монтажников, 97, содержала представителей рода *Penicillium* и тем-

но пигментные виды микромицетов, а именно *Cladosporium* spp. и *Alternaria* spp. Количественный показатель микромицетов колебался в пределах от 1 до 11 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Полученные данные позволили рассчитать среднее значение количества микромицетов для проб воды Соломенского района, которое со-

ставило 15 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Отмечено, что при увеличении дрожжеподобных видов грибов количественный и видовой показатели мицелиальных форм микромицетов снижались, что хорошо видно по данным, полученным для июля месяца (табл. 5).

Таблица 5

Количественный и качественный состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах водопроводной воды Соломенского района (период эксплуатации водопроводных сетей равен 30-40 лет)

Время отбора пробы воды	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Cladosporium</i> spp	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>								
<i>ул. Героев Севастополя, 44/10</i>									
Май	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Июнь	-	-	-	1	2	1	1	2	1
Июль	50	-	-	-	1	-	-	-	-
Август	3	-	-	5	1	-	2	-	1
Сентябрь	52	3	-	-	-	-	-	-	-
Октябрь	10	-	-	3	-	-	-	-	-
Ноябрь	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Декабрь	5	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>ул. Монтажников, 97</i>									
Май	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Июнь	-	-	-	1	2	-	-	1	-
Июль	50	-	-	-	-	3	-	3	-
Август	3	-	-	3	6	1	-	-	-
Сентябрь	1	-	-	1	1	1	-	-	-
Октябрь	3	-	2	1	-	-	-	-	1
Ноябрь	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Декабрь	5	-	-	2	-	-	-	-	-

Исследовано также наличие микромицетов в пробах воды, отобранных в Оболонском районе города Киева по адресу пр. Героев Сталинграда, 12-а (табл. 6). Срок эксплуатации водопроводных сетей 40 лет. Установлено наличие микромицетов, принадлежащих к родам *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium* и дрожжеподобным грибам рода *Candida*. Количественные значения для этих групп микромицетов колеблются в пределах от 1 до 10 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Среднее количество микромицетов в пробах воды, отобранных в Оболонском районе за период наблюдения, составляет 9 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Следует отметить, что *Trichoderma viride* выявлялась в образцах проб воды, отобранных

в октябре месяце. *Trichoderma viride* является типичным представителем микромицетов поверхностных источников водоснабжения и принадлежит к возбудителям онихомикоза. Наличие этого вида гриба в воде, вероятно, связано, с одной стороны, со снижением температуры воды и доз реагентов на станциях водоподготовки в прохладный период года, а с другой - с неудовлетворительным состоянием водораспределительной сети. Микромицеты, указанные выше, являются активными деструкторами многих промышленных материалов, особенно целлюлозосодержащих веществ, полимеров и сложных химических соединений.

Таблица 6

Количественный и качественный состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах водопроводной воды Оболонского района (период эксплуатации водопроводных сетей – 40 лет)

Время отбора пробы воды	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium spp</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Trichoderma viride</i>
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>								
Май	3	-	-	2	-	-	-	-	-
Июнь	5	-	2	3	1	1	3	-	-
Июль	3	-	-	2	-	-	1	-	-
Август	5	-	5	-	1	-	-	-	-
Сентябрь	1	-	3	2	-	1	-	-	-
Октябрь	-	-	1	-	-	-	-	1	+
Ноябрь	8	1	-	-	-	-	-	-	-
Декабрь	9	1	1	-	-	-	-	-	-

Проведен мониторинг водопроводной воды в Дарницком районе города Киева по ул. Ревуцкого, 5-а. Срок эксплуатации водопроводной сети – 50-60 лет. Установлено наличие представителей следующих родов: *Rhodotorula*, *Penicillium*, *Fusarium* и *Trichoderma viride*. Количественные значения колебались в пределах от 1 до 9

КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Отмечено низкое количество грибов рода *Candida* – от 1 КОЕ/100 см<sup>3</sup> в октябре до 15 КОЕ/100 см<sup>3</sup> в августе. Среднее количество микромицетов в пробах воды, отобранных в Дарницком районе за период наблюдения, равно 8 КОЕ/100 см<sup>3</sup> (табл. 7).

Таблица 7

Количественный и качественный состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах водопроводной воды Дарницкого района (период эксплуатации водопроводных сетей равен 50-60 лет)

Время отбора пробы воды	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Trichoderma viride</i>
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>								
Май	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Июнь	-	-	-	1	1	1	1	-	-
Июль	-	3	3	-	-	-	-	3	-
Август	15	6	-	-	-	-	-	-	5
Сентябрь	-	-	-	1	-	-	1	-	3
Октябрь	1	1	-	1	-	-	-	-	-
Ноябрь	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Декабрь	5	-	-	2	-	-	-	-	-

Таким образом, установлено, что во всех пробах воды, независимо от срока эксплуатации трубопроводов, а также от места отбора, среднее количество микромицетов составило 8 - 18 КОЕ/100 см<sup>3</sup>, при этом доминировали дрожжеподобные грибы. Наибольшее

количество грибов рода *Candida* выявлено в Соломенском районе. Среди мицелиальных форм микромицетов чаще всего обнаруживали оппортунистические грибы, принадлежащие к родам *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Fusarium* (табл. 8).

Таблица 8

Видовой и количественный состав микромицетов в водопроводной воде  
(усредненные данные за период наблюдения)

Место отбора пробы воды	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula spp.</i>	<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Trichoderma viride</i>	Среднее значение
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>										
<i>Деснянский район, период эксплуатации труб – 25 лет</i>											
ул. Бальзака, 86-а	5	1	1	2	1	-	-	-	1	-	11
ул. Сабурова, 5-а	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	10
<i>Соломенский район, период эксплуатации труб – 30-40 лет</i>											
ул. Героев Севастополя, 44/10	15	1	-	1	1	-	-	-	-	-	18
ул.Монтажников 97	8	-	-	1	1	1	-	1	-	-	12
<i>Оболонский район, период эксплуатации труб – 40 лет</i>											
пр. Героев Сталинграда, 12-а	4	-	-	2	1	-	-	1	-	1	9
<i>Дарницкий район, период эксплуатации труб – 50-60 лет</i>											
ул. Ревуцкого,5-а	4	1	-	1	-	-	-	1	-	1	8

### Выводы

- Микроскопические грибы повсеместно определяются в поверхностных источниках водоснабжения, при этом преобладают дрожжеподобные грибы рода *Candida spp.*, от десятков до сотен тысяч в 100 см<sup>3</sup>. Среди мицелиальных грибов доминируют представители родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria*.
- Подземные источники водоснабжения не содержат микологического загрязнения, однако отсутствие микромицетов зависит от исправности конструкции водоотбора и отсутствия смешивания разных типов вод.
- Очистка воды на станциях водоподготовки по микологическому критерию позволяет удалить значительную часть микромицетов.
- Количественный показатель микромицетов в водопроводной воде увеличивается в сравнении с их количеством сразу после подготовки воды. Среди выделенных грибов следует отметить представителей родов: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Fusarium*, устойчивых к действию дезинфектантов и имеющих токсикогенные, аллергенные и мутагенные свойства [11]. Полученные данные свидетельствуют о вто-

ричном загрязнении воды в водопроводных сетях.

Таким образом, возникает острая необходимость в разработке нормативных документов для контроля наличия микромицетов в воде и технологий их извлечения из воды непосредственно на месте ее потребления населением.

### Литература

- Schültze N. Exposure to mycotoxins increases the allergic immune response in a murine asthma model / N. Schültze, I. Lehmann, U. Bönisch [et al.] // *Amer. J. Resp. Crit. Care Med.* – 2010. – N 181, 11. – P. 1188 - 1199.
- Pereira V. J. Occurrence of filamentous fungi and yeasts in three different drinking water sources / V.J. Pereira, M. C. Basilio, D. Fernandes [et al.] // *Water Research.* – 2009. – Vol. 43. – P. 3813 - 3819.
- Kanzler D. Occurrence and hygienic relevance of fungi in drinking water / D. Kanzler, W. Buzina, A. Paulitsch [et al.] // *Mycoses.* – 2008. – Vol. 51, N 2. – P. 165 - 169.
- Hageskal G. The study of fungi in drinking water / G. Hageskal, N. Lima, I. Skaar // *Mycological Research.* – 2009. – N 113. – P. 165 - 172.
- Методичні вказівки № 60 "Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води". – К.: Україна, 2005. – 23 с.
- МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов». – М.: Россия, 2004. - 34 с.
- МР 10.10.2.1-169-2010. Санітарно-мікологічні дослідження питної води. – К., 2010. - 31 с.
- Патент N 92088. Гончарук В. В., Руденко А. В., Савлук О. С., Саприкина М. М., Потапченко Н. Г., Косінова В. М., заявка N u 200900259. Опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18.
- Саттон Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, Ф. Фотергилл, М. Ринальди. – М.: Мир, 2001. – 468 с.
- Микромицеты в воде р. Днепр / А. В. Руденко, О. С. Савлук, М. Н. Сапрыкина [и др.] // *ХТВ.* – 2011. – Т.33, № 5. – С. 543 - 550.
- Мікроміцети в питній воді та шляхи її знезараження / В. В. Гончарук, А. В. Руденко, О. С. Савлук [и др.] // *Доповіді НАН України.* – 2008. – № 11. – С. 187 – 191.

**Ключевые слова:** микромицеты, источники водоснабжения, этапы водоподготовки, водопроводная вода

УДК 628.16.08+582.288

#### МИКРОМИЦЕТЫ В ИСТОЧНИКАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ

В.В. Гончарук<sup>1</sup>, А.В. Руденко<sup>2</sup>,  
О.С. Савлук<sup>1</sup>, М.Н. Сапрыкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины,

<sup>2</sup>Государственное учреждение

«Институт урологии Национальной академии медицинских наук Украины»

Проведена оценка наличия микроскопических грибов в источниках водоснабжения Украины. Определены наиболее часто встречаемые виды микромицетов – представители родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*. Представлены результаты микологического анализа воды после разных этапов водоподготовки. Установлено видовое наличие микромице-

тов, а также их количество в водопроводной воде г. Киева.

**Ключевые слова:** микромицеты, источники водоснабжения, этапы водоподготовки, водопроводная вода

УДК 628.16.08+582.288

МІКРОМІЦЕТИ В ДЖЕРЕЛАХ  
ВОДОПОСТАЧАННЯ  
ТА ВОДОПРОВІДНІЙ ВОДІ

В.В. Гончарук<sup>1</sup>, А.В. Руденко<sup>2</sup>,  
О.С. Савлук<sup>1</sup>, М.М. Саприкіна<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Інститут колоїдної хімії та хімії води  
ім. А.В. Думанського НАН України

<sup>2</sup>Державна установа «Інститут  
урології Національної академії  
медичних наук України»

Проведено оцінку наявності мікроскопічних грибів в джерелах водопостачання України. Визначено найбільш типові види мікроміцетів – представників родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*. Представлено результати мікологічного аналізу води різних етапів водопідготовки. Встановлено видову наявність мікроміцетів та їх кількість у водопровідній воді м. Києва.

**Ключові слова:** мікроміцети, джерела водопостачання, етапи водопідготовки, водопровідна вода.

MICROMYCETES IN SOURCES OF  
WATER SUPPLY AND TAP WATER

V.V. Goncharuk<sup>1</sup>, A.V. Rudenko<sup>2</sup>,  
O.S. Savluk<sup>1</sup>, M.M. Saprykina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>A.V. Dumansky Institute of Colloid and  
Water Chemistry of NAS of Ukraine

<sup>2</sup>State institution «Institute of urology of the  
National Academy of medical Sciences of  
Ukraine»

The estimation of the presence of microscopic fungi in the sources of water-supply of Ukraine has been conducted. The most common types of micromycetes the species *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* are defined. The results of mycology analysis of water after different stages of its treatment are presented. The data on micromycetes species presence and their amount in Kiev's tap water is established.

**Keywords:** micromycetes, water supply sources, water treatment stages, tap water

Впервые поступила в редакцию 21.05.2013 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.

APPLICATION OF PERMANGANATE FOR MANGANESE REMOVAL  
AND DISINFECTION BY-PRODUCT CONTROL: A CASE STUDY

J. Aragones, P. Vella\*

Carus Nalon S.L, Carus Chemical Co Sandro Ferrito, AMAP S.p.A.\*

Background & Objectives

General Pre-oxidation Chemicals

Potassium and sodium permanganate (KMnO<sub>4</sub>, NaMnO<sub>4</sub>) is used in the iron

(Fe) and manganese (Mn) removal processes in both surface water and ground water systems that employ filtration. Permanganate oxidizes soluble iron and manganese to insoluble precipitates. The precipitates are removed from the water