

УДК 628.16.08+582.288

**О.С. Савлук, М.Н. Сапрыкина, В.С. Лупеко,
А.В. Руденко, И.Н. Лавренчук, В.В. Гончарук**

**МОНИТОРИНГ МИКРОМИЦЕТОВ В
ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЕ г. КИЕВА**

Институт коллоидной химии и химии воды
им. А.В. Думанского НАН Украины, г. Киев

*Проведен мониторинг водопроводной воды, отобранной в различных административных районах г. Киева. Исследовано влияние срока эксплуатации водораспределительной сети на количество и видовой состав микромицетов в отобранных образцах воды. Установлено присутствие в ней грибов родов *Candida*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Aspergillus*. Среднее количество микромицетов варьируется в диапазоне от 8 до 18 КОЕ/100 см³, что свидетельствует о необходимости разработки нормативных документов по микробиологическому контролю воды и технологий по удалению из нее микромицетов.*

Ключевые слова: водопроводная вода, микромицеты, мониторинг, распределительные сети.

Введение. В настоящее время во всем мире наблюдается замена бактериального компонента грибным, который привыкли считать условно-патогенным, не учитывая и недооценивая его потенциальных агрессивных возможностей.

Употребление пищи и воды, загрязненных микотоксинами (отравляющие метаболиты микроскопических грибов), сопровождается патологическими изменениями в организме человека и животных – микотоксикозами [1]. В частности, микотоксины имеют канцерогенное, мутагенное, тератогенное, эмбриотоксическое, аллергенное, иммуносупрессивное действие. Резкое увеличение количества больных, страдающих от системных и локальных микозов, заставляет специалистов уделять этой проблеме максимум внимания и более серьезно относиться к выявлению отдельных видов микромицетов

© О.С. Савлук, М.Н. Сапрыкина, В.С. Лупеко, А.В. Руденко, И.Н. Лавренчук,
В.В. Гончарук, 2013

при оценке инфекционной опасности окружающей среды [2]. Именно поэтому многие исследования посвящены изучению микромицетов в воде, продуктов их жизнедеятельности и влияния на здоровье человека [3– 7].

Цель данной работы – исследование этих микроорганизмов в водопроводной воде г. Киева, поступающей к потребителю.

Методика эксперимента. Отбор проб водопроводной воды из распределительной сети г. Киева проводили в течение восьми месяцев (май – декабрь 2011 г.) [8]. Наличие грибов определяли сразу после отбора проб. Воду объемом 10 и 100 см³ фильтровали через мембранные фильтры (величина пор – 0,45 мкм), которые после фильтрования помещали на среду Сабуро с дихлораном [9]. Чашки с фильтрами инкубировали в термостате при (27±1)°С в течение 7 сут. Идентификацию грибов проводили согласно [10]. Параллельно в соответствии с [11] осуществляли определение санитарно-показательных микроорганизмов.

Результаты и их обсуждение. Воду отбирали из водопроводной сети в Деснянском, Соломенском, Дарницком и Оболонском административных районах г. Киева.

В табл. 1 представлены данные отбора проб водопроводной воды из распределительной сети (срок эксплуатации – 25 лет) Деснянского района (ул. Бальзака, 86-а, ул. Сабурова, 5), которые свидетельствуют о наличии в воде мицелиальных грибов, принадлежащих к родам *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Cladosporium* и др. При этом их количество колеблется от 1 до 10 КОЕ/100 см³. Дрожжеподобные грибы в основном представлены родами *Candida* и *Rhodotorula* в количестве от 1 до 25 КОЕ/100 см³ воды. Таким образом, среднее количество микромицетов в пробах воды Деснянского района составляет ~ 10 КОЕ/100 см³. Установлено, что количество и видовой состав мицелиальных грибов в весенне-летний и осенне-зимний периоды отличаются незначительно, тогда как количество дрожжеподобных грибов возрастает при повышении температуры.

Аналогичные исследования проведены с водопроводной водой, отобранной в Соломенском районе (ул. Героев Севастополя, 44/10 и ул. Монтажников, 97). Срок эксплуатации водопроводной сети – 30 – 40 лет. Установлено, что в этих случаях доминировали дрожжеподобные грибы вида *Candida albicans*, их количество колебалось от 1 до 50 КОЕ/100 см³. Мицелиальные виды микромицетов представлены

родами *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium* для проб воды, отобранной по ул. Героев Севастополя, 44/10, причем их количество колеблется от 1 до 9 КОЕ/100 см³. Вода, отобранная по ул. Монтажников, 97, содержит грибы рода *Penicillium* и темно-пигментные виды микромицетов, а именно *Cladosporium* и *Alternaria*. Количественный показатель микромицетов колеблется в диапазоне от 1 до 11 КОЕ/100 см³. Полученные данные позволяют рассчитать среднее значение количества микромицетов для проб воды Соломенского района, которое составляет 15 КОЕ/100 см³. Отмечено, что при увеличении дрожжеподобных грибов количество и видовой состав мицелиальных форм микромицетов снижаются, что хорошо видно по данным, полученным в июле (табл. 2).

Таблица 1. Количество и видовой состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах воды Деснянского района г. Киева (срок эксплуатации водопроводных сетей – 25 лет)

Время отбора пробы воды (2011 г.)	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula 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 ³								
	ул. Бальзака, 86-а								
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	-	-	-	-	-
	ул. Сабурова, 5-а								
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	-	-	-	-

Таблица 2. Количество и видовой состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах воды Соломенского района г. Киева (срок эксплуатации водопроводных сетей – 30 – 40 лет)

Время отбора пробы воды (2011 г)	<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 ³								
	ул. Героев Севастополя, 44/10								
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	-	-	-	-	-
ул. Монтажников, 97									
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	-	-	-	-	-

В пробах воды, отобранной в Оболонском районе г. Киева (пр. Героев Сталинграда, 12-а), установлено наличие микромице-

тов родов *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* и *Fusarium*, причем дрожжеподобные грибы принадлежат в основном к роду *Candida* (табл. 3). Срок эксплуатации водопроводных сетей – 40 лет. Количественные значения для этих групп микромицетов колеблются в диапазоне от 1 до 10 КОЕ/100 см³. Среднее количество микромицетов в пробах воды, отобранной в Обо-лонском районе за период наблюдения, составляет 9 КОЕ/100 см³. Нужно отметить, что в пробах воды, отобранной в октябре, присутствуют *Trihoderma viride*, которые являются типичными представителями микромицетов поверхностных источников водоснабжения и принадлежат к возбудителям онихомикоза. Наличие этого вида грибов 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. Указанные микромицеты являются активными деструкторами многих промышленных материалов (веществ, содержащих целлюлозу, полимеров, сложных химических соединений).

Таблица 3. Количество и видовой состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах воды Оболонского района г. Киева (срок эксплуатации водопроводных сетей – 40 лет)

Время отбора пробы воды (2011 г.)	<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>Trihoderma viride</i>
	КОЕ/100 см ³								
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 г. Киева (ул. Ревуцкого, 5-а). Срок эксплуатации водопроводной сети – 50 – 60 лет. Установлено присутствие грибов родов *Rhodotorula*, *Penicillium*, *Fusarium* и *Trichoderma viride*, их количество колебалось в диапазоне от 1 до 9 КОЕ/100 см³. При этом отмечено низкое количество грибов рода *Candida* – от 1 КОЕ/100 см³ в октябре до 15 КОЕ/100 см³ в августе. Среднее количество микромицетов в пробах водопроводной воды, отобранной в Дарницком районе за период наблюдения, составляет 8 КОЕ/100 см³ (табл. 4).

Таблица 4. Количество и видовой состав микроскопических грибов, обнаруженных в пробах воды Дарницкого района г. Киева (срок эксплуатации водопроводных сетей – 50 – 60 лет).

Время отбора пробы воды (2011 г.)	<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 ³								
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	-	-	-	-	-

Установлено, что во всех пробах воды, независимо от срока эксплуатации трубопроводов, а также от точки отбора, усредненное количество микромицетов составляет 8 – 18 КОЕ/100 см³, при этом доминируют дрожжеподобные формы. Наибольшее количество грибов рода *Candida* выявлено в водопроводной воде Соломенского района. Среди мицелиальных форм микромицетов чаще всего обнаруживали оппортунистические грибы, принадлежащие к родам *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Fusarium* (табл. 5).

Таким образом, в водопроводной воде присутствуют микромицеты, выявленные в поверхностных источниках водоснабжения г. Киева [12]. Однако количественный показатель этих грибов несколько ниже, особенно это касается дрожжевых форм. Так, если среднее значение грибов рода *Candida* в днепровской воде составляет $1 \cdot 10^5$ КОЕ/100 см³, то в водопроводной воде этот показатель изменяется в диапазоне от 1 до 50 КОЕ/100 см³.

Таблица 5. Количество и видовой состав микромицетов в водопроводной воде г. Киева (усредненные данные за период наблюдения)

Место отбора пробы воды (2011 г.)	<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>Mucella sterilia</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Trichoderma viride</i>	Суммарное среднее количественное значение
	КОЕ/100 см ³										
	Деснянский район, срок эксплуатации труб – 25 лет										
ул. Бальзака, 86-а	5	1	1	2	1	–	–	–	1	–	11
ул. Сабурова, 5-а	6	2	–	2	–	–	–	–	–	–	10
	Соломянский район, срок эксплуатации труб – 30 – 40 лет										
ул. Героев Севастополя, 44/10	15	1	–	1	1	–	–	–	–	–	18
ул. Монтажников, 97	8	–	–	1	1	1	–	1	–	–	12
	Оболонский район, срок эксплуатации труб – 40 лет										
пр. Героев Сталинграда, 12-а	4	–	–	2	1	–	–	1	–	1	9
	Дарницкий район, срок эксплуатации труб – 50 – 60 лет										
ул. Ревуцкого, 5-а	4	1	–	1	–	–	–	1	–	1	8

Количество мицелиальных видов грибов в днепровской воде колеблется в диапазоне от 15 до 25 КОЕ/100 см³, тогда как в водопроводной воде г. Киева это значение меняется от 8 до 18 КОЕ/100 см³. Причем в обоих случаях выявлены грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*,

Cladosporium и *Fusarium*, устойчивые к действию дезинфектантов и имеющие токсикогенные, аллергенные и мутагенные свойства [13].

Одновременно с мониторингом микромицетов водопроводной воды г. Киева, отобранной из распределительной сети с разным сроком эксплуатации, проведен также анализ воды по микробиологическим показателям. Определяли бактерии группы кишечных палочек, присутствие которых свидетельствует о загрязнении воды выделениями из кишечника теплокровных; термотоллерантные кишечные бактерии – специфический индикатор свежего фекального загрязнения. Кроме того, устанавливали общее количество микроорганизмов при температуре инкубации $(22\pm 1)^\circ\text{C}$ на пятые сутки и $(36\pm 1)^\circ\text{C}$ через одни сутки. Рост числа колоний при $(22\pm 1)^\circ\text{C}$ свидетельствует об ухудшении санитарно-гигиенического состояния системы водоподготовки (водоснабжения) или же о появлении источника загрязнения, либо возникновении условий для вторичного размножения микроорганизмов. Наличие колоний при $(36\pm 1)^\circ\text{C}$ указывает на возможное загрязнение воды антропогенной микрофлорой. Следует отметить, что в течение периода наблюдения, независимо от точки отбора проб воды, отклонение микробиологических показателей от допустимых норм не наблюдалось [11]. Авторы [14] обнаружили корреляцию между мицелиальными грибами и термотоллерантными кишечными бактериями, однако полученные нами результаты убедительно свидетельствуют об отсутствии таковой для этих групп микроорганизмов. Поэтому использование санитарно-показательных микроорганизмов с целью контроля микромицетов в воде не представляется возможным.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о необходимости разработки нормативных документов для контроля микромицетов в воде и технологий их извлечения из воды непосредственно на месте ее потребления населением.

Выводы. Установлено присутствие в водопроводной воде г. Киева микромицетов, которые обладают токсикогенными, аллергенными и мутагенными свойствами, а именно: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Fusarium*. Показано отсутствие влияния срока эксплуатации распределительных сетей (20, 30, 50, 60 лет) на количественный показатель микромицетов в водопроводной воде, который колеблется от 8 до 18 КОЕ/100 см³. Обнаружены не четко выраженные сезонные колебания видового состава микромицетов в водопроводной воде. В весенне-летний период в воде доминируют дрожжеподобные виды

микроскопических грибов, такие, как *Candida u Rhodotorula*. В осенне-зимний период доминируют мицелиальные формы – *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*.

Резюме. Проведено моніторинг водопровідної води, відібраної в різних адміністративних районах міста Києва. Досліджено процес впливу періоду експлуатації водорозподільної мережі на кількісний та якісний показники мікроміцетів у відібраних зразках води. Встановлено наявність грибів роду *Candida*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Aspergillus* у водопровідній воді. Середня кількість мікроміцетів змінюється у межах від 8 до 18 КУО/100 см³ в аналізованій пробі води.

*O.S. Savluk, M.M. Saprykina, V.S. Lupeko, A.V. Rudenko,
I.N. Lavrenchuk, V.V. Goncharuk*

MONITORING MICROSCOPIC FUNGI OF TAP WATER OF KIEV

Summary

Monitoring of tap water, selected in different administrative boroughs Kiev is conducted. The process of influence of period of exploitation of water-distribution network on the quantitative and high-quality indexes of microscopic fungi in the selected samples of water is investigated. The presence of microscopic fungi species of *Candida*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Aspergillus* in a tap water was set. The middle amount of microscopic fungi is varied from 8 to 18 КОЕ/100 см³ in the analyzed test of water.

Список использованной литературы

- [1] *Бондар В.С., Мерзлікін С. І., Карпушина С. А. та ін.* Основи токсикології – Х.: Вид-во НФаУ, 2007. – 44 с.
- [2] *Goncharuk V.V., Rudenko A.V., Savluk O.S. et al.* // *J. Water Chem. and Technol.* – 2004. – **26**, N 2. – P. 120 – 144.
- [3] *Gray M.* // *Altern. Ther. Health Med.* – 2007. – **13**, N 2. – P.146 – 152.
- [4] *Mazur L.J.* // *Pediatrics.* – 2006. – **118**, N 6. – P. 1909 – 1926.
- [5] *Etzel R.A.* // *Curr. Probl. Pediatr. Adolesc. Health Care.* – 2006. – **36**, N 8. – P. 282 – 305.
- [6] *Cleveland T.E., Nierman W.C., Bennett J.W.* // *Rev. Iberoam. Micol.* – 2005. – **22**. – P. 194 – 202.

- [7] *Pitt J.I., Hocking A.D.* // *Mycopathologia*. – 2006. – **162**, N3. – P. 233 – 243.
- [8] *MP 10.10.2.1-169-2010*. Санітарно-мікологічні дослідження питної води. – Утв. 13.03.2010 р., № 226.
- [9] *Пат. 92088 Україна, МКІ С 12 Q 1/04* / В.В. Гончарук, А.В. Руденко, О.С. Савлук, М.М. Саприкіна, Н.Г. Потапченко, М.М. Косінова. – Опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18.
- [10] *Саттон Д., Фотергілл Ф., Ринальди М.* Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. – М.: Мир, 2001. – 468 с.
- [11] *СанПиН 2.1.4.1074-01*. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Введ. 26.09.01, № 24.
- [12] *Rudenko A.V., Savluk O.S., Saprykina M.N. et al.* // *J. Water Chem. and Technol.* – 2011. – **33**, N 5. – P. 541 – 550.
- [13] *Гончарук В.В., Руденко А.В., Савлук О.С. и др.* // *Доп. НАН України*. – 2008. – № 11. – С. 187 – 191.
- [14] *Arvanitidou M., Kanelloo K., Vagiona D.G.* // *Environ. Res.* – 2005. – **99**, N 2. – P. 278 – 284.

Поступила в редакцию 12.12.2012 г.