

УДК 628.16.08+582.288

**О.С. САВЛУК**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела физики, химии и биологии воды Института коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины, г. Киев, Украина

**А.В. РУДЕНКО**, д-р биол. наук, проф., зав. лабораторией микробиологии, вирусологии и микологии Института урологии АМН Украины, г. Киев, Украина

**М.Н. САПРЫКИНА**, канд. техн. наук, научный сотрудник отдела физики, химии и биологии воды Института коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины, г. Киев, Украина

**В.В. ГОНЧАРУК**, акад. НАН Украины, д-р хим. наук, проф., директор института Института коллоидной химии и химии воды им. А.В. Думанского НАН Украины, г. Киев, Украина

## МОНИТОРИНГ МИКРОМИЦЕТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКАХ ВОДОЗАБОРОВ ГОРОДОВ УКРАИНЫ

Изучен видовой состав микроскопических грибов – микромицетов в различных реках Украины. Показано, что основными видами грибов, выделенными из рек Украины, являются *Aspergillus*, *Penisillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Candida* и другие. Установлено, что количественный состав микромицетов во многом зависит от глубины отбора проб воды, температуры, а также наличия органических веществ. Обнаружено влияние купающихся людей на количество микромицетов.

**Ключевые слова:** мониторинг, микромицеты, вода источников водозаборов.

### Введение

Микозы представляют серьезную опасность для жизни человека. По распространенности они следуют *step by step* за вирусными инфекциями. Международное сообщество медицинских микологов образно характеризует микозы как «просыпающегося гиганта» [1, 2, 3, 4].

Важным фактором распространения микроскопических грибов, является всеобщее, резкое ухудшение состава воды поверхностных источников, особенно вследствие антропогенного влияния.

Задача настоящего исследования – изучение спектра микромицетов в реках и источниках водоснабжения городов Украины

### Методика эксперимента

Пробы воды для выявления микроскопических грибов отбирали в реке Днепр, Десна, Днестр, Дунай, Рось, Буча, Недра, Сула и др., а также в местах водозаборов городов Украины на протяжении двух лет с 2010 по 2011. Отбор проб осуществляли вручную. Температура воды колебалась от 30°C (июль, август) до 18°C (сентябрь, октябрь), рН воды составлял 7,0-8,5.

Пробы воды отбирали общепринятым методом в стерильные флаконы вместимостью

не менее 500 см<sup>3</sup> с плотно притертыми пробками [5].

Исследования на наличие грибов выполняли непосредственно после отбора проб. Воду, объемом 100 мл фильтровали через мембранные фильтры с величиной пор 0,45 мкм, которые затем помещали на среду Сабуро с дихлораном [6]. Чашки культивировали при температуре 27±1°C в течении 7 суток. Идентификацию грибов проводили по определителю [7].

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

**Результаты и их обсуждение**

Самая большая река Украины – Днепр – основной источник водоснабжения городов, сел и промышленных центров. По результатам анализа установлено, что изменения в качественном состоянии воды в сторону ухудшения отдельных ее показателей отмечалось как в притоках Днепра, так и в самой воде реки Днепр. Так, в реке Припять в последнее время увеличилось содержание железа общего, показателя химического потребления кислорода (ХПК), цветности и других. Ухудшение качества воды происходит за счет антропогенных нагрузок и в первую очередь из-за несанкционированных сбросов большого количества сточных вод промышленных и коммунальных предприятий. Ежегодно в весенне-летний период происходит резкое снижение растворенного кислорода в воде Киевского и Каневского водохранилищ. Возрастает содержание марганца, железа, и наблюдается высокое органическое загрязнение воды. Значительную часть загрязнений р.Десна (водозабор г.Киева) составляют сельхозпредприятия. В нижнем течении Десны (3 км) в районе водозабора

г. Киева показатель цветности был на уровне 70-75°, ХПК 20-22 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, аммоний солевой 0,3-0,35 мг/дм<sup>3</sup>, а содержание кислорода уменьшилось до 9,5 мг/дм<sup>3</sup> [8].

Все ухудшающееся состояние рек Днепровского бассейна по химическим показателям не может не отразиться на количественном и видовом составе грибов. В таблице 1 приведены данные по определению микроскопических грибов в пробах воды из различных поверхностных источников г. Киева и Киевской области. Установлено, что количественный показатель дрожжеподобных грибов изменяется в более широких пределах, чем для микроскопических грибов, а именно от единиц до сотен тысяч КОЕ в 100 см<sup>3</sup> воды, в то время как мицелиальных грибов выявлено от 3 КОЕ/100 см<sup>3</sup> (р.Десна) до 10 КОЕ/100 см<sup>3</sup> (р.Припять). Наиболее часто встречающиеся грибы относятся к родам *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, многие виды которых известны как возбудители микозов и оппортунистических инфекций [1].

Таблица 1. Микробиоты водоемов г.Киева и Киевской области

Место отбора пробы воды	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula glutines</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Triphoderma viride</i>
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>										
Вишгород, р. Днепр	1·10 <sup>2</sup>	30	1		2	1	10		10	1	
Киевское море	1·10 <sup>5</sup>	98			5	10		10			
Осещина, р.Десна	1·10 <sup>2</sup>	55	1		1				1		
р. Припять	1·10 <sup>2</sup>	22	1	4	5	1					
Белая Церковь, р.Рось	1·10 <sup>2</sup>	30	5	1			1				
Буча, р.Буча	1·10 <sup>2</sup>	53	5	1			1				
Бородянка, озеро	2·10 <sup>3</sup>	108			5		1				1
Черняхив, озеро	1·10 <sup>2</sup>	30		1	1		15				

В аномально жаркую погоду в августе 2010 года наблюдалось повсеместное погружение грибов в более глубокие слои воды. Поэтому если на поверхности грибы почти не определялись, то на глубине 0,3 м и глубже, независимо от видовой принад-

лежности, их количество значительно увеличилось. Однако, основная масса микробиоты сосредоточена на глубине 0,3-0,5 м от поверхности воды не зависимо от температуры воды и времени года (рисунок 1).

Количество микромицетов в воде также зависит от питательных веществ, что является причиной их отсутствия или незначительного количества на песчаном дне реки Днепр (район водозабора), в то время как в затоках Киевского моря, где особенно много на дне целлю-

лозы, их определяется более 20 КОЕ/100 см<sup>3</sup>. Большое скопление микромицетов в районе сброса сточных вод возле села Бортнички очевидно также связано с наличием обильного количества питательных веществ.

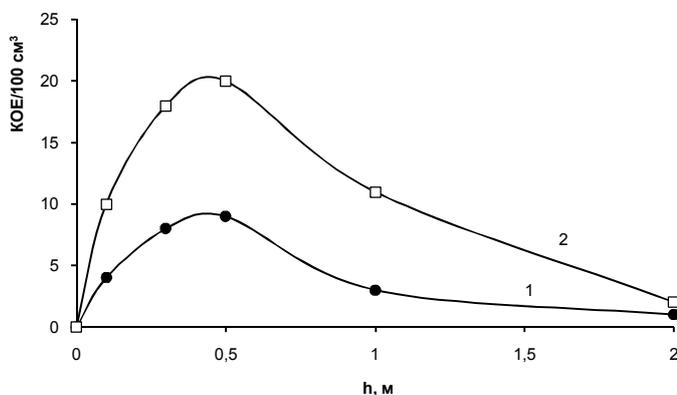


Рисунок 1 - Распределение микромицетов в зависимости от глубины отбора проб р.Днепр в августе (1) и сентябре (2) 2010 года

Как видно из таблицы 2 в пробах воды, отобранных из реки Днепр ниже Киева, выделено значительно большее количество микроскопических грибов, чем в районе Вышгорода и водозабора Днепровской водопроводной станции. Установлено, что грибов в сентябре определялось несколько

больше, чем в августе, когда температура воды достигала 25°С, а в сентябре 16-18 °С. За период с августа по ноябрь не выявлено особых различий в видовом спектре грибов. В основном выделяли представителей родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* и др.

Таблица 2. Микромицеты в пробах воды реки Днепр выше и ниже г. Киева (глубина отбора проб 0,5 м от поверхности воды)

Место отбора проб	Время отбора проб воды	
	август	сентябрь
КОЕ/100 см <sup>3</sup>		
Вышгород	10	20
Киев (водозабор Киевской водопроводной станции)	15	30
Бортнички 10 км от с.Бортнички	30	50

Также количественный показатель микромицетов возрастал при увеличении количества купающихся (рисунок 2). Рост микромицетов наблюдался не только в воде, но и в смывах пляжного песка в августе 2010

года. Среди выявленных видов грибов, на пляже реки Днепр в районе пешеходного моста обнаружены грибы рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria* и др.

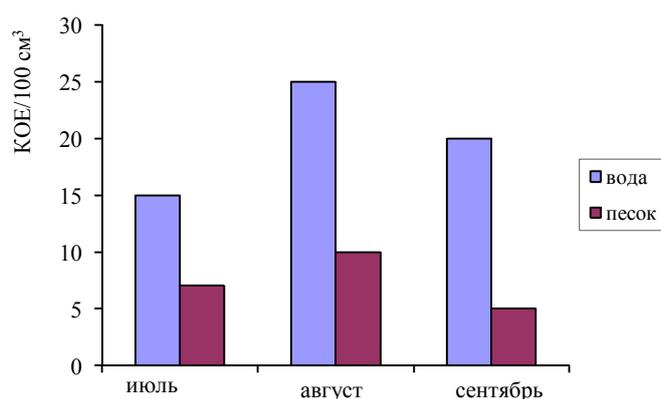


Рисунок 2 – Количество микромицетов в пробах воды и песка в районе Киевского пляжа

В таблице 3 приведены данные о наличии микромицетов в поверхностных источниках водозаборов городов Украины. Показано, что независимо от времени года *C.albicans* определялась в наибольшем количестве по сравнению с другими видами микромицетов, в диапазоне от  $10^2$  до  $10^5$  КОЕ/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 Чернигова.

Таким образом, анализ проб воды, поверхностных источников городов Украины показал, что микроскопические грибы повсеместно определяются, независимо от места и времени отбора проб. При этом в жаркий период года, как например, в аномально жаркий август 2010 года, микромицеты в поверхностных слоях воды отсутствовали, их основная масса определялась на глубине до 1 м, в то время как в сентябре при t=16-18 °C микромицеты определялись и в поверхностных слоях. Микроскопические грибы на дне практически не обнаружены. Однако такая закономерность имеет место только для дна с незначительным количеством питательных веществ, там, где на дне много гумуса и особенно целлюлозы, количество микромицетов достигает 100 КОЕ/100 см<sup>3</sup>.

Численность грибов в воде зависит от количества купающихся, поэтому на пляжах грибов больше, чем в открытых водоемах. Следует отметить, что между числом купающихся и концентрацией грибов в песке пляжа есть прямая зависимость. Полученные данные согласуются с данными литературы. Так, исследователи [9] изучавшие наличие микромицетов на пляжах северной Флориды также показали, что присутствие купающихся в несколько раз увеличивало число микромицетов в воде, при этом их видовой состав расширяется за счет таких грибов как *Alternaria*, *Trichoderma* и другие. Это связано, вероятно, с одной стороны, с внесением микроскопических грибов в воду купающимися за счет смыва грибов, паразитирующих на коже и волосах, а, с другой стороны, вследствие интенсивного перемешивания воды и донных отложений людьми, в результате чего в воду поступает значительное количество придонной взвеси вместе с микроскопическими грибами.

В процессе изучения видового состава грибов в воде водозаборов Украины выявлено большое разнообразие микроскопических грибов оппортунистов, способных, при определенных условиях, вызывать заболевания различной степени тяжести, как у человека, так и у животных.

Таблица 3. Микромицеты, выделенные из воды поверхностных источников водозаборов городов Украины

Город	<i>Candida albicans</i>	<i>Rhodotorula glutines</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Cladosporium ssp.</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Mycelia sterilia</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Rhizopus arrhizus</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Trichoderma viride</i>
	КОЕ/100 см <sup>3</sup>										
Киев	100	50		1	10		1		10	1	1
Чернигов	1·10 <sup>5</sup>	30	1					1		2	
Ивано-Франковск	80			5							
Одесса	120		10		4		1				
Сумы	210	60									
Симферополь	130	20	3		10		1		10		
Запорожье	170	10		1	2	1	2				
Днепропетровск	140	10		1	1		3				
Донецк	120			1	2						
Луцк	100	5					1				
Тернополь	110		2		4		2				
Винница	100				1		1				

### Выводы

Таким образом, результаты мониторинга микромицетов в поверхностных водоемах Украины (за период 2010-2011 годов) позволяют сделать следующие выводы:

1. Микроскопические грибы повсеместно определяются в поверхностных водоемах, при этом преобладают дрожжеподобные грибы рода *Candida spp.* (от десятков до сотен тысяч КОЕ в 100 см<sup>3</sup>). Среди мицелиальных грибов доминировали роды *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*.

2. На примере реки Днепр показано, что количество и видовой состав микромицетов зависит от места отбора проб воды. Так в воде фарватера реки, в песчаном дне микроскопических грибов выявлено значительно меньше, чем в заливах и местах с незначительным течением. Особенно большое количество микромицетов выявлено в Киевском море в местах с иловым дном и при наличии растительных остатков.

3. Сброс сточных вод, на примере г. Киева после их очистки в районе с. Бортнички в реку Днепр приводит к повышению количества микромицетов, при этом увеличивается

количество не только дрожжеподобных грибов, таких как *Candida albicans*, *Rhodotorula glutinis*, но и мицелиальных грибов, а именно *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium multicolor*, *Alternaria alternate*, *Aspergillus niger* и др.

4. Значительное влияние на количество микромицетов в воде оказывают люди, которые купаются, а также их численность. Даже в аномально жаркую погоду в августе 2010 года, при отборе проб в местах купания людей выявлено в два раза больше микроскопических грибов, чем в Днепровской воде. При этом выявлена корреляция между количеством микромицетов в воде и песке.

Установлено, что видовой состав микроскопических грибов в пробах воды, отобранных на водоочистных станциях в разных городах Украины, где для водоснабжения используется вода поверхностных водоемов, существенно не отличается. Так, основными видами, как и в воде Днепра, выделялись микромицеты, которые принадлежат к родам *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* и др.

### Перечень ссылок

1. Проблема инфицирования воды возбудителями микозов и перспективы ее решения / В.В.Гончарук, А.В. Руденко, Э.З. Коваль [и др.] // Химия и технология воды. - 2004. - 26, N2. - С.120-144.

2. Озерская С.М. Микроскопические грибы в связи с проблемами биологической безопасности (обзор) / С.М. Озерская, Н.Е. Иванушкина, Г.А. Кочкина // Проблемы медицинской микологии. – 2011. – 13, №3. – С.3-12.
3. Мікроміцети в питній воді / В.В. Гончарук, А.В. Руденко, Э.З. Коваль [и др.] // Вісник.–2007.– N12.– С.21-24
4. Мокиенко А.В. Микозная контаминация источников водоснабжения и питьевой воды / А.В. Мокиенко, Н.Ф. Петренко, А.И. Гоженко // Питьевая вода. – 2008. – № 4. – С. 25–33.
5. МР 10.10.2.1-169-2010. Санітарно-мікологічні дослідження питної води. – К.: Україна. – 2010.
6. ПАТЕНТ N 92088 Спосіб виявлення мікроміцетів у воді. Гончарук В.В., Руденко А.В., Савлук О.С., Саприкіна М.М., Потапченко Н.Г., Косінова В.М. Заявка N а 2009 00259 Спосіб виявлення мікроміцетів у воді, Опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18.
7. Саттон Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Саттон Д., Фотергилл Ф., Ринальди М. – М.: Мир, 2001. – 468 с.
8. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання України у 2009 році.– К.: Міністерство з питань житлово-комунального господарства України., 2010. – 567с.
9. C. Vogel, A.Rogerson, S. Schatz [et al.] // Water researche. –2007.–V.41.– P.1915-1920.

*Стаття надійшла до редколегії 27.05.2013 р. українською мовою  
Стаття рекомендована членом редколегії д-ром біол. наук Г.Г. Шматковим*

**О.С. САВЛУК\*, А.В. РУДЕНКО\*\*, М.М. САПРИКІНА\*, В.В. ГОНЧАРУК\***

*\*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, м.Київ, Україна*

*\*\* Інститут урології АМН України*

#### **МОНІТОРИНГ МІКРОМІЦЕТІВ У ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛАХ ВОДОЗАБОРІВ МІСТ УКРАЇНИ**

Вивчено видовий склад мікроскопічних грибів - мікроміцетів в різних ріках України. Показано, що основними видами грибів, які були віділені з води рік України є *Aspergillus*, *Penisillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Candida* та інші. Встановлено, що кількісний склад мікроміцетів залежить від глибини відбору проби води, температури, а також наявності органічних речовин. Виявлено вплив людей, що купаються, на кількісний та якісний склад мікроміцетів.

**Ключові слова:** моніторинг, мікроміцети, вода джерел водозаборів.

**O.S. SAVLUK\*, A.V. RUDENKO\*\*, M.M. SAPRYKINA\*, V.V. GONCHARUK\***

*\*A.V. Dumansky Institute of Colloid and Water Chemistry of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine*

*\*\* Institute of urology of AMN of Ukraine, Kiev, Ukraine*

#### **MICROMYCETES MONITORING IN SURFACE WATER INTAKE SPRINGS CITY OF UKRAINE**

The specific structure of microscopic fungi - micromycetes in various areas of rivers of Ukraine are investigated. It is shown, that by the basic species allocated from water of rivers of Ukraine, are *Aspergillus*, *Penisillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Candida* and others. It is established, that the quantitative structure micromycetes in many aspects depends on depth of sampling of water, temperature, and also presence of organic substances. Influence of bathing people on quantitative and specific structure micromycetes is revealed.

**Keywords:** monitoring, mikromiceti, water of sources of water intakes.