

**А.В. Руденко, О.С. Савлук, М.Н. Сапрыкина,
А.В. Ястремская, В.В. Гончарук**

МИКРОМИЦЕТЫ В ВОДЕ р. ДНЕПР

*Изучен видовой состав микроскопических грибов – микромицетов в различных районах Днепра и его притоках. Показано, что основными видами грибов, выделенных из воды Днепра и его притоков, являются *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Candida* и др. Установлено, что количественный состав микромицетов во многом зависит от глубины отбора проб воды, температуры, а также наличия органических веществ. Обнаружено влияние купающихся людей на количественный и видовой составы микромицетов.*

Ключевые слова: влияние температуры и глубины отбора проб воды, микроскопические грибы, речная вода.

Введение. Проблема чистой воды тесно связана с оценкой микробного спектра поверхностных вод, используемых в системах водоочистки. Если в воде спектр бактерий, вирусов относительно изучен, то наличие в воде микроскопических грибов – микромицетов изучено недостаточно, хотя в последнее время появились данные о наличии грибов в водопроводной воде [1 – 3], среди которых могут быть и виды, представляющие опасность для здоровья человека.

Грибы поражают не только кожу, но практически все органы и системы человека (прежде всего у ожоговых и гематологических больных, у реципиентов). Насколько активной и "злокачественной" будет микотическая инфекция, зависит, с одной стороны, от состояния иммунной защиты каждого индивидуума, а с другой – от набора факторов агрессии у патогена. Учитывая развитие вторичного иммунодефицита у населения Земли ввиду многофакторного негативного воздействия (стресс, нерациональное питание, широкое неконтролируемое применение гормонов, цитостатиков, антибиотиков, избыточное количество витаминов и биологически активных веществ разнонаправленного действия), микозы становятся серьезной угрозой для жизни человека. По распространенности они следуют *step by step* за вирусными инфекциями. Международное сообщество медицинских микологов образно характеризует микозы как "просыпающегося гиганта" [4].

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

Цель данной работы – изучение спектра микромицетов днепровской воды в различные периоды года.

Методика эксперимента. Пробы воды для исследования наличия в них микроскопических грибов отбирали вручную в Киевском море, водозаборе Днепровской водопроводной станции, около Вышгорода, Бортничей в августе – октябре 2010 г. Температура воды колебалась в интервалах от 30 – 40 (август) до 16 – 18°C (сентябрь, октябрь), рН воды 7 – 8,5.

Пробы воды отбирали общепринятым методом [5] в специально предусмотренные для этого стерильные флаконы вместимостью не менее 500 см³ с плотно притертыми пробками.

Наличие грибов определяли непосредственно после отбора проб. Воду объемами 10 и 100 см³ фильтровали через мембранные фильтры с величиной пор 0,45 мкм, которые помещали на среду Сабуро с дихлораном [6]. Выдерживали в течение 7 сут при 27±1°C. Идентификацию грибов проводили по определителю [7].

Результаты и их обсуждение. Самая большая река Украины – Днепр является основным источником водоснабжения городов, сел и промышленных центров. По результатам анализа воды р. Днепр установлено ухудшение отдельных показателей как в самой воде этой реки, так и в ее притоках. Например, в воде р. Припять в последнее время наблюдалось повышение содержания общего железа, ХПК, цветности и др.

Из-за аномально высокой температуры (в августе 2010 г.) значительно ухудшились показатели качества воды в Днепре и Киевском водохранилище. ХПК выросло до 43,4 мг О/дм³, содержание нитрата аммония – до 0,5 мг/дм³, цветность – до 140 град. В октябре этого же года гидрохимические показатели качества воды постепенно стабилизировались до уровня фоновых значений [8].

Ухудшение качества воды происходит за счет антропогенных нагрузок и, в первую очередь, из-за несанкционированных сбросов неочищенных сточных вод большого количества промышленных и коммунальных предприятий.

Ежегодно в весенне-летний период наблюдается резкое снижение концентрации растворенного кислорода в воде Киевского и Каневского водохранилищ. Возрастает содержание марганца, железа и происходит загрязнение воды органическими веществами.

Значительную часть загрязняющих веществ в р. Десну вносят сельхозпредприятия. В нижнем течении этой реки (3 км) в районе водозабора для г. Киева цветность была на уровне 70 – 75 град, ХПК – 20 – 22 мг О/дм³, концентрация нитрата аммония – 0,3 – 0,35 мг/дм³, а содержание кислорода снизилось до 9,5 мг/дм³.

В табл. 1 приведены данные определения численности микроскопических грибов в пробах воды из различных поверхностных водоемов г. Киева и Киевской области. Во всех пробах, независимо от места отбора, зафиксировано в среднем $1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^5$ КОЕ/100 см³ различных дрожжеподобных грибов, в то время как мицелиальных грибов выявлено от 3 (р. Десна) до 10 КОЕ/100 см³ (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. Микромицеты в водоемах 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>Trichoderma viride</i>
	КОЕ/100 см ³										
Вышгород, р. Днепр	$1 \cdot 10^2$	30	1	–	2	1	10		10	1	–
Киевское море	$1 \cdot 10^5$	98	–	–	5	10	–	10	–	–	–
Осещина, р.Десна	$1 \cdot 10^2$	55	1	–	1	–	–	–	1	–	–
р. Припять	$1 \cdot 10^2$	22	1	4	5	1	–	–	–	–	–
Белая Церковь, р.Рось	$1 \cdot 10^2$	30	5	1	–		1	–	–	–	–
Буча, р.Буча	$1 \cdot 10^2$	53	5	1	–	–	1	–	–	–	–
Бородянка, озеро	$2 \cdot 10^3$	108	–	–	5	–	1	–	–	–	1
Черняхив, озеро	$1 \cdot 10^2$	30	–	1	1	–	15	–	–	–	–

Ухудшающееся состояние рек Днепровского бассейна по химическим показателям отражается на количественном и видовом составе грибов. Выделение, наряду с мицелиальными грибами, дрожжеподобных грибов показало, что численность последних изменяется в более широких

пределах, чем для микроскопических грибов, а именно от единиц до сотен тысяч КОЕ в 100 см³ воды.

В аномально жаркую погоду в августе 2010 г. наблюдалось повсеместное погружение грибов в более глубокие слои воды. Поэтому, если на поверхности воды грибы почти не определялись, то на глубине 0,3 м и более их количество колебалось в пределах 15 – 25 КОЕ /100 см³ (независимо от видовой принадлежности). Однако основная масса микромицетов сосредоточена на глубине 0,3 – 0,5 м от поверхности воды независимо от ее температуры и времени года (рис.1).

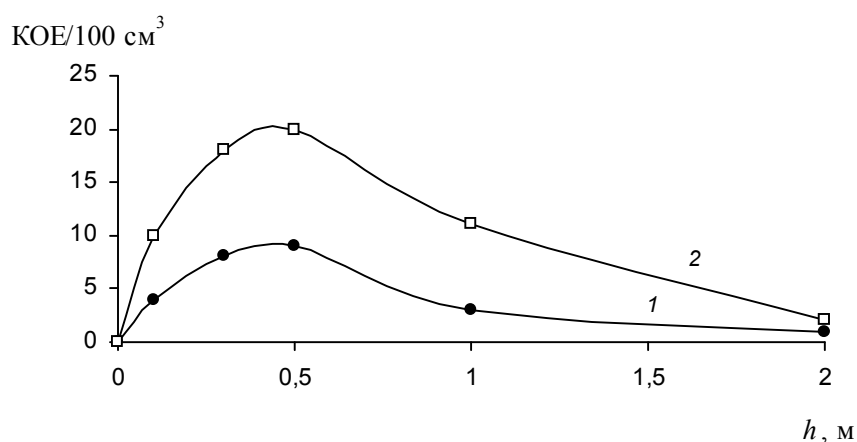


Рис. 1. Распределение микромицетов в зависимости от глубины отбора проб в днепровской воде в августе (1) и сентябре 2010 г. (2)

Количество микромицетов в воде зависит от содержания питательных веществ, что является причиной их отсутствия на песчаном дне Днепра (район водозабора), в то время как в затоках Киевского моря, где на дне особенно много растительных остатков, их концентрация составляет >20 КОЕ/100 см³. Аналогичная причина большого скопления микромицетов в районе сброса сточных вод возле села Бортнички.

Из данных табл. 2 видно, что в пробах воды, отобранных из днепровской воды ниже Киева, выделено значительно большее количество микроскопических грибов, чем в районе Вышгорода и водозабора Днепровской водопроводной станции. Обращает на себя внимание также тот факт, что грибов в сентябре определяется значительно больше, чем в августе, когда температура воды была 30, а в сентябре – 16 – 18°С. За период с августа по ноябрь не выявлено особых различий в видовом спектре грибов. В основном выделяли представителей рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* и др.

Следует отметить, что количество купающихся также влияет на видовой спектр и количественный показатель микромицетов (рис. 2). Так, в

августе 2010 г. на пляже Днепра в районе пешеходного моста были обнаружены грибы рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Cladosporium* и др.

Таблица 2. Микромицеты в пробах днепровской воды 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 ³	
Вышгород	10	20
Киев (водозабор Днепровской водопроводной станции)	15	30
На 10 км ниже с.Бортнички	30	50

Как видно из рис. 2, в августе, когда число купающихся было высоким, наблюдалось большое количество микромицетов не только в воде, но и в смывах пляжного песка.

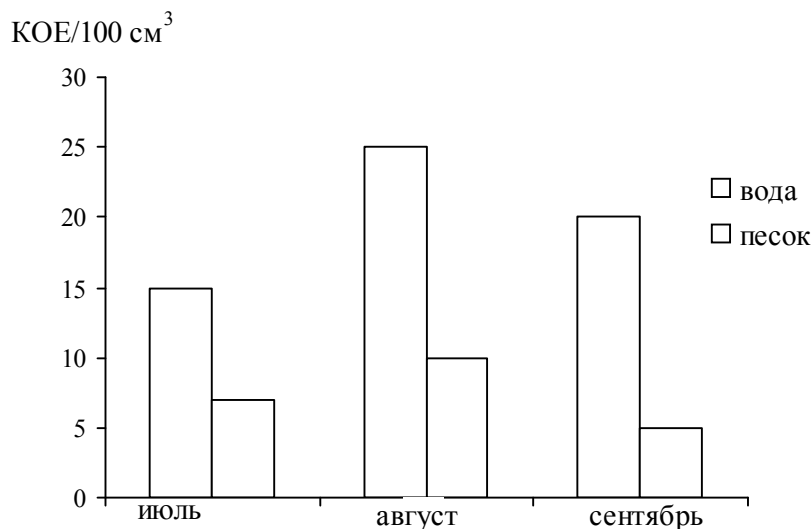


Рис. 2. Количество микромицетов в пробах воды и песка в районе киевского пляжа

Одновременно с анализом в воде микромицетов проведено исследование микробного состава воды согласно ГОСТу 2874-82 "Вода питьевая". Установлено, что общий счет бактерий, особенно сапрофитов, существенно не изменяется в различное время года. Даже в аномально высокую темпера-

туру августа 2010 г. в воде их было зафиксировано в количестве $1 \cdot 10^2$ КОЕ/см³. Поэтому использовать численность бактерий в качестве показателя присутствия в воде грибов не представляется возможным.

Таким образом, анализ проб воды поверхностных водоемов г. Киева и Киевской области показал, что микроскопические грибы определяются повсеместно, независимо от места и времени отбора проб. К тому же следует отметить, что при повышении температуры (август 2010 г.) микромицеты в поверхностных слоях воды отсутствовали, их основную массу определяли на глубине до 1 м, в то время как в сентябре при 16 – 18°C микромицеты в большом количестве находили уже в поверхностных слоях. На дне реки микроскопические грибы практически не обнаруживали. Однако такая закономерность имеет место только для песчаного дна, а там, где на дне много гумуса и особенно растительных остатков, количество микромицетов достигает 100 КОЕ/100 см³.

Численность и видовой состав грибов в воде зависят 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 как по численности, так и видовому составу грибов. Полученные данные согласуются с литературными. Так, авторы [9], изучавшие наличие микромицетов на пляжах северной Флориды, пришли к заключению, что присутствие купающихся в несколько раз увеличивает число микромицетов в воде, при этом их видовой состав расширяется за счет таких грибов, как *Alternaria*, *Trichoderma* и др. 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 – вследствие интенсивного перемешивания воды и донных отложений людьми, в результате чего в воду поступает значительное количество придонной взвеси вместе с микроскопическими грибами.

Влияет на общее количество и состав микромицетов наличие органических веществ в воде водоема. Поэтому в Днестре в районе с. Бортнички Киевской области, где проводят сброс сточных вод, грибов зафиксировано больше, чем в районе Вышгорода и водозабора Днепровской водопроводной станции.

В процессе изучения видowego состава грибов в водоемах Киева и Киевской области выявлено большое разнообразие микроскопических грибов-оппортунистов, способных при определенных условиях вызывать заболевания различной степени тяжести как у человека, так и животных.

Выводы. Таким образом, результаты проведенных нами исследований мониторинга микромицетов в поверхностных водоемах Украины (за период август – декабрь 2010 г.) позволяют сделать следующие выводы:

– микроскопические грибы повсеместно определяются в поверхностных водоемах, при этом преобладают дрожжеподобные грибы рода *Candida spp.* (от десятков до сотен тысяч КОЕ в 100 см³). Среди мицелиальных грибов доминировали роды *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*;

– на примере днепровской воды показано, что количество и видовой состав микромицетов зависят 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 найдено в Киевском море в местах с иловым дном и при наличии растительных остатков;

– сброс сточных вод г. Киева в Днепр после их очистки в районе с. Бортничи 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 alternata*, *Aspergillus niger* и др.;

– количество микромицетов зависит от глубины отбора пробы воды. Наибольшее их количество выявлено на глубине до 1 м. Установлено, что в аномально жаркий период (август 2010 г.) микроскопические грибы мигрируют в более глубокие пласты воды, а в поверхностных слоях воды они не обнаружены. После похолодания (температура воды в сентябре снизилась с 30 до 18 – 20°C) в пробах воды выявлено в два раза больше микроскопических грибов, в том числе и в поверхностных слоях водоемов;

– значительное влияние на количество и состав микромицетов в воде оказывают люди, которые купаются, а также их численность. При отборе проб в местах купания людей определено 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 используют воду поверхностных водоемов, существенно не отличается. Так, основными видами, как и в днепровской воде, являлись микромицеты, которые принадлежат к родам *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*.

Резюме. Вивчено видовий склад мікроскопічних грибів - мікроміцетів в різних районах річки Дніпро та її притоках. Показано, що основними видами, які було виділено з води річки Дніпро та її притоків, є *Aspergillus*, *Penicillium*, *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, які купаються, на кількісний та якісний склад мікроміцетів у воді ріки.

*A.V. Rudenko, O.S. Savluk, M.M. Saprykina,
A.V. Yastremskaya, V.V. Goncharuk*

MICROSCOPIC FUNGI OF DNIPER RIVER WATER

Summary

The species composition of microscopic fungi – micromycetes in various areas of the river Dniper and its inflows has been investigated. It has been shown, that the basic species allocated from water of Dniper and its inflows are *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Candida* and others. It has been established, that the quantitative micromycete composition depends on depth of water sampling, temperature, and presence of organics too. Influence of bathing people on quantitative and species composition of micromycetes has been revealed.

1. *Hageskal G., Knutsen A. K., Gaustad P. et al. // Appl. Environ. Microbiol. – 2006. – 72, N12. – P. 7586 – 7593.*
2. *Dogget M.S. // Ibid. – 2000. – 66, N 3. – P. 1249 – 1257.*
3. *Гончарук В.В., Руденко А.В., Коваль Э.З. и др. // Вісник. – 2007. – №12. – С. 21 – 24*
4. *Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.И. // Питьевая вода. – 2008. – № 4. – С. 25 – 33.*
5. *MP 10.10.2.1-169-2010. Санітарно-мікологічні дослідження питної води. – К.: Україна, 2010.*
6. *Пат 92088 Україна, МПК С 1291/07/ В.В. Гончарук, А.В. Руденко, О.С. Савлук, М.М. Саприкіна, Н.Г. Потапченко, В.М. Косінова. – Опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18.*
7. *Саттон Д., Фотергилл Ф., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. – М.: Мир, 2001. – 468 с.*
8. *Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання України у 2009 році. – К.: Мін-во з питань житлово-комунал. гос-ва України, 2010. – 567 с.*
9. *Vogel C., Rogerson A., Schatz S. et al. // Water Res. – 2007. – 41. – P. 1915 – 1920.*

Ин-т коллоид. химии и химии воды
им. А.В. Думанского НАН Украины,
г. Киев

Поступила 02.03.2011