

УДК 574.58; 582.251; 582.281

**ВОДНЫЕ ЗООСПОРОВЫЕ ГРИБЫ И МИКОИДЫ КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА**

**Кузнецов Е.А.**, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [fungi-aqua@nm.ru](mailto:fungi-aqua@nm.ru)

**Лиховидов В.Е.**, Государственный научный центр прикладной микробиологии, Оболенск, Россия, [likhovidov@mail.ru](mailto:likhovidov@mail.ru)

**Наумов А.Н.**, Государственный научный центр прикладной микробиологии, Оболенск, Россия

**Перелечко В.С.**, Государственный научный центр прикладной микробиологии, Оболенск, Россия,

Грибы и микоидные (грибopodobные) организмы являются постоянным компонентом водных экосистем всех типов. В настоящее время к ним относят 5 отделов царства настоящих грибов *Fungi* и 8 отделов царств *Mycomyxina*, *Stramenopila* и *Protoctista* (Кузнецов, 2003). Современное деление грибных и микоидных организмов на царства, отделы и их правильные названия (в скобках устаревшие) представлены в таблице 1.

Таблица 1

Царства и отделы грибных и микоидных организмов  
(по: Alexopoulos et al., 1996; Кузнецов, 2003)

Царство	Отдел
Fungi (= Mycota) – Настоящие грибы	Chytridiomycota – Хитридиевые грибы
	Zygomycota – Зигомицетные грибы
	Ascomycota – Сумчатые грибы
	Basidiomycota – Базидиальные грибы
	Deuteromycota (сборный, искусственный отдел) – несовершенные, митоспоровые грибы
Protoctista = Protista – Протоктиста или Протиста	Plasmodiophorida – Эндоплазматические паразитические слизевики
	Dictyostelida – Диктиостелиевые клеточные слизевики
	Acrasida – Акразиевые клеточные слизевики
	Myxogastriida (=Myxomycota) – Миксогастриды (=Миксомицеты), Настоящие слизевики
Mycomyxina – Микомиксина	Labyrinthulida – Лабиринтулиды
	Thraustochytrida – Траустохитриды
Stramenopila – Страменопила	Saprolegnida (=Oomycota) – Сапролегниды, Сапролегниевые (=Оомицеты)
	Hyphochytrida (=Hyphochytriomycota) – Гифохитриды, Гифохитриевые

Грибы и микоиды во многом конвергентно сходны по морфологии, биологии и экологии, поэтому в микологии часто применяют общее название «грибы» для организмов различного эволюционного происхождения, хотя более правильно отделять настоящие грибы от микоидов. Из 13 отделов грибных и микоидных организмов только 3 отдела (*Dictyostelida*, *Acrasida* и *Myxogastriida*) не имеют облигатных водных

представителей, остальные отделы (кроме редких в воде видов *Basidiomycota*) достаточно широко представлены в водных биотопах. Представители царства *Mycotuxina*, за исключением нескольких видов наземных и пресноводных лабиринтулид, являются облигатно галофильными (морскими) организмами (Кузнецов, 2002, 2003; Kuznetsov, 2003). Водные грибы и микоиды играют важную деструкционную, продукционную, паразитарную и трофическую роль в морских и пресноводных экосистемах всех типов (Sparrow, 1960; Johnson, Sparrow, 1961; Кузнецов, Гусев, 1977; Кузнецов, 1980, 2003; Артемчук, 1981; Dick, 2001). Наиболее интересны так называемые зооспоровые грибы и микоиды, которые размножаются в водной среде при помощи зооспор различного строения. Среди них много облигатно водных видов, которые могут существовать и размножаться только в водной среде.

Разложение растительных остатков в воде происходит за счет бактерий (в том числе актиномицетов), беспозвоночных, но в первую очередь за счет грибов (Kaushik, Hynes, 1971). Особенно велика роль грибов в разложении лигнино-целлюлозных комплексов – доминирующих компонентов органических веществ растительного происхождения. Тем самым роль сапротрофных водных грибов состоит в очищении водоемов, в превращении растительных остатков в корм, используемый беспозвоночными животными. Как правило, между грибами и бактериями обнаруживается довольно четкая сукцессионная последовательность при разложении в воде органики растительного происхождения – грибы доминируют на первых ступенях разложения, бактерии приходят на смену грибам на заключительных фазах разложения, причем большинство из них не разлагает целлюлозу, но зато обладает высокой протеолитической активностью (Suberkropp, Klug, 1976).

Нами подсчитано, что из всех обнаруженных на территории бывшего СССР сапротрофных хитридиомицетов, 33,7% видов предпочитают в качестве приманки плавающую в воде пыльцу сосны, столько же – целлюлозные субстраты, 16,4% встречались на отмирающих водорослях, а 15,5% предпочитали хитиновые субстраты. Эти органические субстраты – самые распространённые в солёных и пресных водоёмах и водотоках. Хитридиомицеты явно предпочитают растительные остатки, хотя надо отметить, что при микроскопировании часто труднее обнаружить грибы на остатках животных. В чистых быстротекущих ручьях на листовом опаде и мелких ветвях доминируют гифомицеты из отдела *Deuteromycota*. На погружённой и дрейфующей в море древесине преимущественно развиваются сумчатые грибы (отдел *Ascomycota*), которые в море являются основными биодеструкторами этого субстрата.

Большую роль в водных экосистемах играют грибы-паразиты. Они поражают представителей практически всех групп гидробионтов, вызывая иногда эпифитотии водорослей, водных цветковых растений и эпизоотии беспозвоночных животных. Яркий пример – вызываемая сапролегнидом *Aphanomyces astaci* Schikora так называемая «рачья чума» европейских речных раков, которая вызвала гибель многих популяций этих хозяйственно важных животных. Интересно, что интродуцированные в Европу американские речные раки устойчивы к «рачьей чуме», но являются её переносчиком. Важное практическое значение имеют хитридиевые грибы из рода *Coelotomycetes*, многие виды которого поражают личинки комаров, в том числе и кровососущих; промежуточным хозяином некоторых видов являются при этом циклопы.

Из этого видно, что без знания грибной компоненты мы не сможем понять подлинные взаимоотношения гидробионтов в водных экосистемах.

Водные грибы Кавказского региона изучались фрагментарно и недостаточно. Наиболее интересны следующие гидромикологические работы: в Армении в реках и ручьях Цахкуняцкого хребта, в Ереванском водохранилище, в оз. Севан, оз. Айгер изучались водные гифомицеты и сапролегниды (Осипян, Айрапетян, Камалян, 1972,

1974; Осипян, Айрапетян, 1978, 1979); в Азербайджане обнаружены хищные грибы, поражающие почвенно-водные нематоды (Мехтиева, 1964, 1979); в Грузии обнаружены интересные зооспоровые водные грибы и микоиды (Воронихин, 1920); в ручьях и реках Лагодехского и Боржомского заповедников И.А. Дудка обнаружила 12 видов водных гифомицетов (Дудка, 1972, 1983а, б). В российских районах кавказского региона исследования водных грибов и микоидов практически не проводились (Сербинов, 1912), а в восточной Турции и в северном Иране не проводились вообще.

До наших исследований на Кавказе были известны следующие пресноводные зооспоровые грибы и микоиды (морские виды не изучались вообще) – 6 видов хитридиевых грибов (по Голубевой, 1995): *Olpidium entophyllum* (Braun) Rabenhorst 1868 – паразит в клетках зелёных водорослей родов *Cladophora*, *Closterium*, *Desmidium*, *Oedogonium*, *Spirogyra* и др., ксантофитовых водорослей рода *Vaucheria* (Грузия); *Olpidium pendulum* Zopf 1890 – сапротроф на пыльце сосны, попавшей в воду (Грузия); *Chytridium olla* Braun 1851 – паразит на оогониях и ооспорах видов рода *Oedogonium* (Грузия); *Rhizophlyctis petersenii* Spratow 1937 – сапротроф на целлюлозных и хитиновых субстратах (Грузия); *Karlingia rosea* (de Bary et Woronin) Jahonson 1944 – сапротроф на целлюлозных субстратах (Кавказ); *Entophlyctis rhizina* (Schenk) Minden 1911 – паразит водорослей родов *Spirogyra*, *Vaucheria* (Грузия); 43 вида мицелиальных сапролегнид (по Пыстиной, 1994): *Achlya americana* Humphrey 1892 – сапротроф на растительных остатках и паразит рыб (Азербайджан, Грузия); *Achlya bisexualis* Coker et Couch in Coker 1927 – сапротроф на растительных остатках и паразит рыб (Грузия); *Achlya colorata* Pringsheim 1882 – сапротроф на растительных остатках (Азербайджан, Грузия); *Achlya debaryana* Humphrey 1893 – сапротроф на растительных остатках и паразит икры рыб (Армения); *Achlya diffusa* Harvey ex Johnson 1956 – сапротроф на растительных остатках и паразит рыб (Грузия); *Achlya flagellate* Coker 1923 – сапротроф на растительных остатках и паразит рыб (Азербайджан, Армения, Грузия); *Achlya hypogina* Coker et Pemberton 1908 – сапротроф на растительных остатках и мёртвых насекомых (Азербайджан, Грузия); *Achlya intricate* Beneke 1948 – сапротроф на растительных остатках (Грузия); *Achlya klebsiana* Pieters 1915 – сапротроф на растительных остатках и паразит нематод, насекомых, рыб, проростков риса (Азербайджан, Армения, Грузия); *Achlya orion* Coker et Couch in Coker 1923 – сапротроф на растительных и животных остатках, паразит рыб (Азербайджан, Грузия); *Achlya prolifera* Nees 1823 – сапротроф на растительных остатках и мёртвых насекомых, паразит нематод, икры земноводных и рыб, проростков риса (Азербайджан, Грузия); *Achlya racemosa* Hildebrand 1867-1868 – сапротроф на растительных и животных остатках, паразит нематод, рыб, икры земноводных и рыб, проростков риса (Азербайджан, Армения, Грузия); *Achlya recurva* Comu 1872 – сапротроф на растительных остатках и муравьиных «яйцах» (Азербайджан, Грузия); *Aphanomyces cochlioides* Drechsler 1928 – сапротроф на растительных и животных остатках (Грузия); *Aphanomyces laevis* de Bary 1860 – сапротроф на растительных и животных остатках, паразит ракообразных, рыб, икре рыб (Армения); *Aphanomyces scaber* de Bary 1860 – сапротроф на растительных и животных остатках, паразит водорослей рода *Spirogyra* (Грузия); *Brevilegnia diclina* Harvey 1927 – сапротроф на растительных остатках (Азербайджан, Грузия); *Calyptralegnia achlyoides* (Coker et Couch) Coker 1927 – сапротроф (Азербайджан, Грузия); *Pythiopsis cymosa* de Bary 1888 – сапротроф на растительных остатках (Азербайджан, Грузия); *Saprolegnia asterophora* de Bary – сапротроф на растительных остатках, мёртвых насекомых и рыбах, факультативный паразит на водоросли *Spirogyra* sp. (Армения, Грузия); *Saprolegnia ferax* (Gruitt.) Thuret 1850 – сапротроф на растительных и животных остатках, паразит водных насекомых и других беспозвоночных, земноводных, рыб и их икры (чистое горное озеро Мара-Гель, Азербайджан; Армения); *Saprolegnia hypogina* (Pringsh.) de Bary 1883 –

сапротроф на растительных остатках, паразит икры рыб (Армения); *Saprolegnia megasperma* Coker 1923 - сапротроф на растительных остатках, паразит нематод (Азербайджан, Армения, Грузия); *Saprolegnia parasitica* Coker 1923 – сапротроф на органических остатках. паразит нематод, водных насекомых, земноводных, рыб и их икры (Кавказский регион), *Saprolegnia turfosa* (Minden) Gaeumann 1918 - сапротроф на растительных остатках (Азербайджан, Грузия); *Saprolegnia unispora* (Coker et Couch) Seymour 1970 - сапротроф на растительных остатках (Грузия); *Apodachlya pyrifer* Zopf 1888 - сапротроф на растительных остатках (Азербайджан); *Sapromyces androgynus* Thaxter 1896 - сапротроф на растительных остатках (Грузия); *Lagenidium entophyllum* (Pringsh.) Zopf 1884 – паразит в зигоспорах зелёных водорослей родов *Spirogyra*, *Euastrum*, *Micrasterias* (Азербайджан); *Lagenidium papillosum* Cocconi 1894 – паразит вегетативных клеток водорослей рода *Spirogyra* (Азербайджан); *Lagenidium pygmaeum* Zopf 1887 - сапротроф на растительных остатках (Грузия); *Myzocytium proliferum* Schenk 1858 – паразит зелёных нитчатых водорослей из родов *Arthrodesmus*, *Cladophora*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Mesocarpus*, *Mougeotia*, *Oedogonium*, *Pleurotaenium*, *Spirogyra*, *Zygnema* (Азербайджан, Грузия); *Olpidiopsis incrassata* Cornu 1872 – паразит в гифах сапролегнид из родов *Achlya*, *Saprolegnia* (Грузия); *Olpidiopsis pythii* (Butler) Karling 1942 – паразит в гифах видов сапролегнидного рода *Pythium* (Азербайджан); *Olpidiopsis saprolegniae* (Braun) Cornu var. *saprolegniae* - паразит в гифах и оогониях видов родов *Achlya*, *Saprolegnia* (Краснодарский край); *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzpatrick 1923 – сапротроф на растительных остатках в воде, паразит высших растений (Краснодарский край; Азербайджан, Грузия); *Pythium arthenomanes* Drechsler 1928 – почвенно-водный сапротроф, паразит высших растений (Краснодарский край); *Pythium echinulatum* Matthews 1931 - почвенно-водный сапротроф, паразит высших растений (Грузия); *Pythium gracile* Schenk 1859 – паразит зелёных водорослей из родов *Cladophora*, *Spirogyra*, *Ulothrix* и высших растений (Азербайджан); *Pythium graminicola* Subramaniam 1928 - почвенно-водный сапротроф, паразит высших растений (Краснодарский край); *Pythium hydnosporum* (Mont.) Schroet. in Engler u. Pranti 1897 - почвенно-водный сапротроф, паразит высших растений (Грузия); *Pythium pemiciosum* Serbinow 1912 - почвенно-водный сапротроф, паразит высших растений (Краснодарский край); *Pythium vanterpoolii* V.Kouyeas et H.Kouyeas 1963 - почвенно-водный сапротроф, паразит высших растений (Краснодарский край).

С 1971 г. Е.А. Кузнецов изучал водные грибы и микоиды Кавказского региона в следующих районах: прибрежные районы Азовского, Черного и Каспийского морей, Причерноморские районы от Новороссийска до Батуми, Прикаспийские районы у городов Махачкала, Баку (Азербайджан), Bandar-e Anzali (Иран), озёра – Рица (Абхазия), Севан (Армения) и Ван (Турция), пещерные водотоки Абхазии и Хостинского заповедника. С 2001 г. по 2004 г. исследования водных грибов и микоидов проводятся совместно с сотрудниками Государственного научного центра прикладной микробиологии (ГНЦПМ). Эти исследования охватили все крупные лиманы Таманского полуострова и его побережье, оз. Маныч, водоёмы и водотоки предгорных и горных районов Краснодарского края, Адыгеи, Кабардино-Балкарии и Абхазии.

При исследовании применялись как известные гидромикологические методы (Литвинов, Дудка, 1975), так и оригинальные (Кузнецов, 1977, 2003). Из проб воды, грунта и органических остатков сапротрофные грибы и микоиды выделяли методом приманок, паразитические виды выявляли прямым микроскопированием живых организмов-хозяев.

Численность зооспоровых видов, обнаруженных нами за период 1971-2004 г. в Кавказском регионе, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Численность водных зооспоровых видов грибов и микоидов обнаруженных в Кавказском регионе в 1971-2004 гг. (в скобках – в том числе паразитические виды)

Отдел (тип) зооспоровых грибов и микоидов	Моря	Внутренние водоёмы		Водотоки	Всего видов отдела
		Солёные	Пресные		
Plasmodiophorida	2(2)	1(1)	2(2)	1(1)	4(4)
Labyrinthulida	2 (2)	-	1(1)	-	3(3)
Thraustochytrida	14(0)	6(0)	-	-	15(0)
Hyphochytrida	2(1)	-	2(1)	1(1)	4(2)
Saprolegnida	16(9)	10(2)	31(17)	5(1)	47(22)
Chytridiomycota	15(9)	7(2)	37(23)	7(3)	43(23)
Всего видов грибов и микоидов в данном типе водоема	51(23)	24(5)	73(44)	14(6)	116(54)

В водоёмах с солёностью воды свыше 7% по частоте выделения среди сапротрофов доминировали траустохитриевые микомиксины, в пресных – хитридиевые грибы. Всего выделено 62 сапротрофных вида. Приводим список космополитных видов сапротрофных зооспоровых грибов и микоидов, которые чаще всего выделялись из водоёмов в наших исследованиях (топ-пятёрки) - Thraustochytrida: *Schizochytrium aggregatum* Goldstein et Belsky 1964, *Thraustochytrium aggregatum* Ulken 1965, *Thraustochytrium globosum* Kobayashi et Ookubo 1953, *Ulkenia amoeboida* (Bahnweg et Sparrow) Gaertner 1977, *Ulkenia visurgensis* (Ulken) Gaertner 1977; Hyphochytrida: *Anisopidium saprobium* Karling 1968; Saprolegnida: *Achlya americana* Humphrey 1893, *Achlya debaryana* Humphrey 1893, *Achlya prolifera* Nees 1823, *Saprolegnia parasitica* Coker 1923, *Pythium debaryanum* Hesse 1874; Chytridiomycota: *Olpidium luxurians* (Tomaschek) Fischer 1892, *Olpidium pendulum* Zopf 1890, *Rhizophyidium globosum* (A.Braun) Rabenhorst 1868, *Rhizophyidium pollinis-pini* (A.Braun) Zopf 1887, *Rhizophyidium sphaerotheca* Zopf 1887.

Нами 54 паразитических вида были обнаружены на водных грибах, водорослях, прибрежно-водных растениях, беспозвоночных и рыбах.

Так, в основном на мицелиальных видах зооспоровых грибов и сапролегнид (которых легче микроскопировать), очень часто обнаруживали всевозможные паразитические грибные и микоидные организмы. В лабораторных культурах грибов-сапротрофов грибные паразиты чаще обнаруживаются по мере старения культуры. Наиболее часто на грибах встречались: плазмодиофорид *Woronina polycystis* Comu 1872 – паразит пресноводных сапролегнид *Achlya* spp., *Leptomitus lacteus*, *Saprolegnia* spp.; гифохитрид *Hyphochytrium catenoides* Karling – паразит на оогониях пресноводных микоидов из сем. *Saprolegniaceae* и сапротроф на пыльце и растительных остатках; хитридиомицеты *Rhizophyidium* spp. на различных мицелиальных зооспоровых видах.

Грибы-паразиты встречаются практически на всех водорослях, только на представителях 2 отделов – Prochlorophyta (=Chloroxybacteria) и Chlorarachniophyta они не обнаружены нигде в мире (очевидно, это связано с тем, что эти группы водорослей открыты сравнительно недавно и плохо изучены). Остальные отделы водорослей в той или иной степени поражаются грибными и грибоподобными организмами. Грибы на

синезелёных водорослях обнаруживали неоднократно. Паразитические грибы, по нашим наблюдениям, не проникали внутрь клетки синезелёных, а развивались в слизи и межклетниках. Такая же картина наблюдалась у глаукофитовых водорослей. Часто поражаются грибами зелёные, ксантофитовые и диатомовые водоросли. На оптически прозрачных водорослях легче обнаруживать паразитов и поэтому именно на таких водорослях выявлено большее количество паразитических грибов и микоидов.

Обнаружены грибы-паразиты и на прибрежно-водных высших (цветковых) растениях. Необходимо выделить находку редкой лабиринтуловой микомиксины *Labyrinthula* sp.3, которая обнаружена как сапротроф на органических остатках и отмирающих водорослях, как в солёной, так и в опреснённой части Азовского моря, а также как паразит на прибрежно-водном цветковом растении *Ruppia maritima* в районе Керченского пролива. Этот вид отличается от известных. На корнях того же растения обнаружен плазмодиофорид *Tetramyxa parasitica* Goebel, вызывающий образование крупных галлов, которые могут достигать 3 см диаметром.

Паразиты были обнаружены в самых разных беспозвоночных. Самый примитивный хозяин паразитического гриба – амёба. В пресноводных амёбах мы обнаружили 2 хитридиевых вида - *Rhizophydium amoebae* Karling 1946 и *Sphaerita endogena* Dangeard 1886, pro parte (в простейшем *Rhizopoda*). Паразитами коловраток являются обнаруженные нами сапролегниды *Lagenidium oophilum* Sparrow 1939 – паразит в яйцах и эмбрионах пресноводных коловраток и *Myzocytiium zoophthorum* Sparrow 1936 – паразит пресноводных и солоноватоводных коловраток, а также хитридиомицет *Olpidium macrosporum* (Nowakowski) Schroeter 1885 – паразит в яйцах коловраток, обычный вид в пресных водоёмах Кавказа и других регионов.

На рыбах обнаружены сапролегниевые – *Saprolegnia parasitica*, *Achlya americana* и другие мицелиальные формы.

Среди исследованных водоёмов выделяется многообразием микобиоты озеро Рица. В мае 1975 г. проведено однократное обследование озера. Среди водорослей весеннего планктона доминировали диатомовые: по разнообразию преобладали виды родов *Navicula*, *Pinnularia*, *Gomphonema*, *Eunotia*, хотя самыми массовыми были виды других родов - *Ceratoneis*, *Diatoma*, *Frustulia*, *Meridion*, *Tabellaria*. Зелёные водоросли были представлены в основном видами родов *Cosmarium*, *Closterium*, *Euastrum* из пор. Desmidiaceales и видами родов *Scenedesmus*, *Oocystis* из пор. Chlorococcales, встречались отдельные нити из родов *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Ulothrix*. Среди звгленовых водорослей доминировали виды рода *Trachelomonas*. Отдел Xanthophyta был представлен несколькими видами рода *Tribonema*. В небольшом количестве встречались синезелёные из родов *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Phormidium*, *Gloeocapsa*. Чаще поражались грибами виды родов *Tribonema* и *Spirogyra*, реже синезелёные и *Trachelomonas*. Практически на всех представителях упомянутых родов водорослей обнаружили неожиданно большое количество грибов-паразитов: 1 плазмодиофоридовый вид, 2 вида гифохитрид, 12 видов сапролегнид и 22 вида хитридиевых грибов. 37 грибов-паразитов за единовременное наблюдение стало рекордом для озёр бывшего СССР.

В 2002-2004 гг. пробы воды исследовались в августе-сентябре и такого обилия грибных паразитов мы не наблюдали.

Весьма интересны наблюдения, проведённые в пещерных водотоках и водоёмах. Самобытность пещерной флоры и фауны вызывает сомнения и дискуссии (С.И. Лёвушкин, персональное сообщение). Чаще «пещерными» называют виды, живущие в пещерах. Эндемики пещер выявлены только для некоторых групп беспозвоночных. Сведения об эндемичности пещерных микроорганизмов нами в литературе не обнаружены. Мы исследовали водотоки, водоёмы и слизи на влажных стенах Ново-Афонской пещеры (Абхазия) и пещер Хостинского заповедника. Температура воды в них

не превышала 4-5°C. Из воды зооспоровые грибы нами выделены не были. На известковых стенах слизистый налет состоял, в основном, из бактерий. Также в пещерах почти при полной темноте присутствовали синезелёные водоросли (цианобактерии) - *Cyanidium* sp. на известняковых стенках водотока в глубине пещеры и *Geitleria calcarea* Friedmann в водотоке, на стенках пещеры, где образует сплошной слой около 1 мм толщины и на сталактитах. Также присутствовала красная водоросль *Phragmonema sordidum* Zopf, в основном на стенке вдоль уреза воды подземного ручья. Из высших грибов чаще выделяли *Geomyces pannorum* (Link) Hughes и *Trichoderma viride* Pers. ex Gray.

Из воды различных родников мы неоднократно пытались на различные приманки выделить зооспоровые и высшие сапротрофные грибы и микоиды, но безуспешно, хотя известно (Милько, Дудка, 1968), что даже в радоновых источниках обнаруживаются конидии пресноводных гифомицетов.

Выделенные нами водные грибы имеют и практическое значение. Со времён Александра Флеминга грибы известны как продуценты биологически активных веществ. Исследовались, в основном, высшие грибы, от которых были получены многочисленные биологически активные вещества (БАВ) самого широкого профиля. Данных о выделении БАВ из облигатно водных грибов и микоидов очень мало и таких данных практически нет по зооспоровым водным видам. Это может быть объяснимо трудностью культивирования зооспоровых грибных и микоидных организмов в лабораторных условиях и некоторой инертностью исследователей БАВ.

В рамках совместных работ Государственного научного центра прикладной микробиологии (ГНЦПМ) в Оболенске Московской области, Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и USDA-ARS Collection of Entomopathogenic Fungal Cultures из США (куратор Dr. Richard A. Humber) по исследованию энтомопатогенных грибов, нами в 2001 году начаты работы по выделению и культивированию зооспоровых водных грибов и микоидов из разных точек России и других стран ближнего и дальнего зарубежья. Интерес представляли не только грибы, непосредственно паразитирующие в насекомых, но и сапротрофные виды как потенциальные продуценты биологически активных веществ (БАВ). Собранные и выделенные в результате поиска культуры водных грибов хранятся в качестве рабочей коллекции в музеях ГНЦПМ и ARSEF. После изучения биологических свойств и отбора культур грибов проведены работы по получению мицелиальных экстрактов для последующего тестирования на различных тест-объектах.

Уже по итогам первых исследований 2001 года на Северном Кавказе (Краснодарский край) были введены в культуру 17 видов хитридиомицетов и сапролегнид (табл.3). Выделенные виды культивировались как на приманках, так и на искусственных агаровых и жидких средах. Все выделенные виды являлись сапротрофами. Собранный рабочая специализированная коллекция водных грибов используется для выполнения биотехнологических задач ГНЦПМ по проекту МНТЦ №2338, связанных с поиском новых БАВ, пригодных, в первую очередь, для изготовления препаратов пестицидного и фармакологического действия. Разработаны методы выделения и биотестирования БАВ, ведётся подбор оптимальных питательных сред и составление технологических режимов для масштабирования процесса наработки биомассы перспективных продуцентов БАВ (Naumov et al., 2002; Likhovidov et al., 2003; Кузнецов и др., 2004; Kuznetsov et al., 2004). В лабораториях ГНЦПМ проведены и продолжают проводиться работы по выделению из собранных проб культур водных грибов, что сопряжено с определёнными трудностями, т.к. известно, что созданию коллекции (музея) водных низших грибов препятствуют трудности выделения некоторых групп в моноспоровую культуру (хитридиевые грибы) и проблемы сохранения

их жизнеспособности при длительном хранении (сапролегниевые страменопилы). Проще сохранять культуры траустохитриевых микромиксин и моноцентрических хитридиевых, т.к. показано (Кузнецов, 1977, 1981), что они хорошо переносят условия анабиоза при высушивании и вымерзании. К октябрю 2004 г. выделено свыше 1300 географических изолятов сапротрофных грибов из отделов *Thraustochytrida*, *Hyphochytrida*, *Saprolegnida* (= *Oomycota*), *Chytridiomycota*. В коллекции преобладают космополитные виды родов *Thraustochytrium*, *Schizochytrium*, *Ulkenia*, *Achlya*, *Saprolegnia*, *Dictyuchus*, *Chytridium*, *Diplochytridium*, *Karlingia*, *Olpidium*, *Phlyctochytrium*, *Rhizophyidium*. Но имеются и многие редкие виды, а также отличающиеся от известных, которые являются, очевидно, новыми для науки.

Таблица 3

Грибы отдела Chytridiomycota и микоиды отдела Saprolegnida, введённые в культуру для получения биологически активных веществ (БАВ) и дальнейшего биотестирования БАВ в Государственном научном центре прикладной микробиологии (по результатам экспедиции 2001 г.)

№	Таксон	Места сбора
Отдел Chytridiomycota		
Порядок Spizellomycetales		
Семейство Olpidiaceae		
1	<i>Olpidium luxurians</i> (Tomaschek) Fischer	КК, М, эвтрофный пруд
2	<i>Olpidium</i> cf. <i>luxurians</i> (Tomaschek) Fischer	КК, КП, эвтрофный пруд
3	<i>Olpidium maritimum</i> Höhnk et Allem	КК, М, эвтрофный солёный пруд
4	<i>Olpidium saccatum</i> Sorokin	КК, М, эвтрофный пруд
5	<i>Olpidium</i> sp.22	КК, М, эвтрофный пруд
6	<i>Olpidium</i> sp.23	КК, КП, эвтрофный пруд
Порядок Chytridiales		
Семейство Rhizidiaceae		
7	<i>Phlyctochytrium biporosum</i> Couch	КК, М, эвтрофный пруд
8	<i>Phlyctochytrium semiglobiferum</i> Uebelmesser	КК, М, эвтрофный пруд
9	<i>Chytridium olla</i> Braun	КК, А, эвтрофный пруд
10	<i>Chytridium sphaerocarpum</i> Dangeard	КК, А, эвтрофный пруд
Отдел Saprolegnida		
Порядок Saprolegniales		
Семейство Saprolegniaceae		
11	<i>Achlya apiculata</i> de Bary	КК, Сочи, лесное озеро
12	<i>Achlya bisexualis</i> Coker et Couch	КК, А, эвтрофный пруд
13	<i>Achlya prolifera</i> Nees	КК, А, пруд
14	<i>Achlya recurva</i> Cornu	КК, А, эвтрофный пруд
15	<i>Dictyuchus monosporus</i> Leitgeb	КК, КП, эвтрофный пруд
Порядок Leptomitales		
Семейство Leptomitaceae		
16	<i>Leptomitus lacteus</i> (Roth) J. Agardh	КК, КП, эвтрофный пруд
Порядок Peronosporales		
Семейство Pythiaceae		
17	<i>Pythium rostratum</i> Butler	КК, А, эвтрофный пруд

Условные сокращения: КК - Краснодарский край; М - Мостовское; КП - Красная Поляна; А - Адлер



Проведённые исследования водной микобиоты Кавказского региона показывают, что, несмотря на длительность наших исследований микобиоты, множества водоёмов и особенно водотоков остаются белыми пятнами в водной микологии. Необходимы не только маршрутные, но и постоянные стационарные круглогодичные исследования, что особенно важно при изучении зооспоровых грибов и микоидов. Только тогда исследование микобиоты Кавказского региона будет полноценным. Отсутствие специалистов гидромикологов в большинстве стран региона делают эту задачу проблематичной.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Артемчук Н.Я. Микофлора морей СССР. М.: Наука, 1981. 192 с.
- Воронихин Н.Н. К флоре *Phycomycetes* Кавказа // Вестник Тифл. бот. сада, 1920. Вып. 50. С. 8-14.
- Голубева О.Г. Определитель грибов России. Класс *Chytridiomycetes*. Вып.1. Порядок *Chytridiales*. СПб.: Мир и семья, 1995. 168 с.
- Дудка И.А. Представители порядка *Moniliales* в водоемах Лагодехского заповедника // Тез. докл. IV Закавказского совещания по спорным растениям, Ереван, 1972. Ереван: Изд-во Ерев. ун-та, 1972. С. 150-152.
- Дудка И.А. Водные гифомицеты Боржомского заповедника // Матер. VI Закавказ. конф. по спорным растениям. Тбилиси: Изд-во Ин-та ботаники АН Грузинской ССР, 1983. С. 70-71.
- Дудка И.А. Годичная динамика водных гифомицетов водотоков Лагодехского заповедника // Матер. VI Закавказской конф. по спорным растениям. Тбилиси: Изд-во Ин-та ботаники АН Грузинской ССР, 1983. С. 71-72.
- Кузнецов Е.А. О возможности анабиоза у низших морских грибов // Механизмы адаптации живых организмов к влиянию факторов среды. Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. С. 73-74.
- Кузнецов Е.А. Грибы-паразиты и акклиматизация водных животных // Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. М., 1980. С. 331-333.
- Кузнецов Е.А. *Musotuxina* – новое царство грибоподобных организмов // Современная микология в России. Первый съезд микологов России. Тезисы докладов. М.: Изд-во Национальной Академии микологии, 2002. С. 35-36.
- Кузнецов Е.А. Зооспоровые грибы как кормовая база водных беспозвоночных и рыб Каспия // Материалы юбилейной Международной научно-практической конференции, посвящённой современным проблемам рыбного хозяйства Каспийского моря. Баку: АзерНИИРХ, 2002.
- Кузнецов Е.А. Грибные и грибоподобные организмы морских, солоноватоводных и пресноводных водоёмов. М.: Академия цветоводства, 2003. 122 с.
- Кузнецов Е.А. Грибы Азовского моря // Проблемы литодинамики и экосистем Азовского моря и Керченского пролива. Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2004. С. 47-49.
- Кузнецов Е.А., Гусев М.В. Морские грибы и задачи их исследования // Первая Всесоюзная конференция по морской биологии: Тезисы докладов, Владивосток, 1977. Владивосток. С. 84-85.
- Кузнецов Е.А., Лиховидов В.Е., Наумов А.Н., Перепечко В.С. Водные зооспоровые грибные и грибоподобные организмы как объекты биотехнологии // Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы сельскохозяйственной биотехнологии». Воронеж, 2004 г. М.: Златограф. С. 35-36.
- Литвинов М.А., Дудка И.А. Методы исследования микроскопических грибов пресных и солёных (морских) водоёмов. Л.: Наука, 1975. 152 с.

- Мехтиева Н.А. Два вида хищного фикомицета, обнаруженные в Азербайджане // Докл. АН АзССР, 1964. Т. 20.
- Мехтиева Н.А. Хищные нематофаговые грибы-гифомицеты. Баку, 1979. 244с.
- Милько О.О., Дудка І.О. (Милько А.А., Дудка І.А.). Микофлора радонових джерел правобережного Лісостепу (Микофлора радонових источников правобережной Лесостели) // Укр. ботан. журн., 1968. Т. 25. № 6. С. 52-57.
- Осипян Л.Л., Айрапетян О.Г. Новые для Армянской ССР виды водных гифальных грибов // Ученые записки Ереван. ун-та. Сер. Естественные науки, 1978. № 1. С. 104-110.
- Осипян Л.Л., Айрапетян О.Г. К флоре водных гифальных грибов Армянской ССР // Новости систематики низших растений, 1979. Т. 16. С. 86-90.
- Осипян Л.Л., Айрапетян О.Г., Камалян А.Ц. Первые сведения о водных грибах Армянской ССР // Тез. докл. IV Закавказ. совещ. по споровым растениям. Ереван: Изд-во Ереванского ун-та, 1972. С. 245-247.
- Осипян Л.Л., Айрапетян О.Г., Камалян А.Ц. Материалы к флоре водных грибов Центральной Армении // Ученые записки Ереван. ун-та. Серия Естественные науки, 1974. № 2. С. 122-125.
- Пыстина К.А. Порядки Сапролегниевые, Лептомитовые, Лагенидиевые. СПб.: Наука, 1994. 186 с. (Определитель грибов России. Класс Оомицеты. Вып.1).
- Пыстина К.А. Определитель грибов России. Класс Оомицеты. Вып. 2. Род *Pythium* Pringsh. СПб.: Наука, 1998. 126 с.
- Alexopoulos C.J., Mims C.W., Blackwell M. Introductory mycology. 4<sup>th</sup> Ed. - New York: John Wiley & Sons, 1996. Inc. 868 p.
- Dick M.W. Straminipilous Fungi. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 670 p.
- Johnson T.W., Jr., Sparrow F.K., Jr. Fungi in oceans and estuaries. Weinheim: J.Cramer, 1961. 630 p.
- Kaushik N.K., Hynes H.B.N. The fate of the dead leaves that fall into streams // Arch. Hydrobiol, 1971. Vol. 68, N 4. P. 465-515.
- Kuznetsov E.A. Mycomyxina, a new kingdom of fungi-like organisms // Ecological Studies, Hazards and Solutions, 2003. Vol. 6. P. 20-25.
- Kuznetsov E.A., Likhovidov V.E., Naumov A.N., Perepechko V.S. Collection of water saprotrophic lower fungi and fungi-like organisms in Russia // Ecological Studies, Hazards and Solutions, 2004. Vol. 7. P. 17-18.
- Likhovidov V.E., Kuznetsov E.A., Naumov A.N., Perepechko V.S. Water micromycetes as essential element of the biotechnological screening // Biotechnology: State of the Art and Prospects of Development: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Congress. Part 1. Moscow: Maxima, 2003. P. 293.
- Naumov A.N., Perepechko V.S., Likhovidov V.E., Kuznetsov E.A. Organization of a collection of water microscopical fungi promising for biotechnological developments // Biotechnology – State of the Art and Prospects of Development: Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Congress. Moscow: Maxima, 2002. P. 182-183.
- Sparrow F.K., Jr. Aquatic Phycomycetes. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1960. 1187 p.
- Suberkropp K., Klug M.J. Fungi and bacteria associated with leaves during processing in a woodland stream // Ecology, 1976. Vol. 57. N 4. P. 707-719.