

УДК 575.893.1:597.562:577.115 [262.5]

**ВЛИЯНИЕ MYXIDIUM GADI GEORGEVITSCH, 1916
(МУХОЗОА: МУХОСПОРЕА) НА УРОВЕНЬ ЛИПИДНЫХ ЗАПАСОВ
В ТКАНЯХ ЧЕРНОМОРСКОГО МЕРЛАНГА
MERLANGIUS MERLANGUS EUXINUS
В ОТДЕЛЬНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДОВОГО ЦИКЛА**

© А. М. Щепкина,¹ В. М. Юрахно²

Институт биологии южных морей НАН Украины
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011
E-mail: ¹ shulman@ibss.iuf.net; ² viola_taurica@mail.ru
Поступила 27.03.2006

Изучено содержание общих липидов и липидных фракций в печени и мышцах самцов и самок черноморского мерланга *Merlangius merlangus euxinus* (Nordmann) в период нереста и нагула в зависимости от степени зараженности рыб миксоспоридией *Myxidium gadi* Georgievitsch, 1916. Показано, что в печени сильно зараженных самцов по сравнению со слабо зараженными происходило снижение суммарных липидов (СЛ) в 2—3 раза и триацилглицеринов (ТАГ) в 3—4 раза в зависимости от периода годового цикла. Установлено, что наибольшее влияние миксоспоридии оказывали на фракцию ТАГ в печени самцов в конце нерестового периода. У сильно зараженных самок подобные различия не выявлены.

По данным Шульмана и Лава (Shulman, Love, 1999), уровень липидных (энергетических) запасов в тканях рыб тесно связан с особенностями их физиологического состояния в разные периоды годового цикла. Ранее при исследовании липидного состава мышц и печени черноморского мерланга *Merlangius merlangus euxinus*, слабо и сильно зараженного миксоспоридией *Myxidium gadi* из желчного пузыря, нами было выявлено влияние высокой интенсивности инвазии паразитом на липидные характеристики тканей рыб в конце нерестового периода (Щепкина, Юрахно, 2002, 2004). Представляет интерес проследить, как влияет сильная зараженность миксоспоридией *M. gadi* на уровень липидов и липидный состав тканей мерланга в другие периоды годового цикла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал был собран в марте и декабре 2001 г. (финальный и начальный этапы массового нереста мерланга, соответственно), а также в мае 2002 г. (начальный период нагула мерланга) в районе Балаклавы (Черное море).

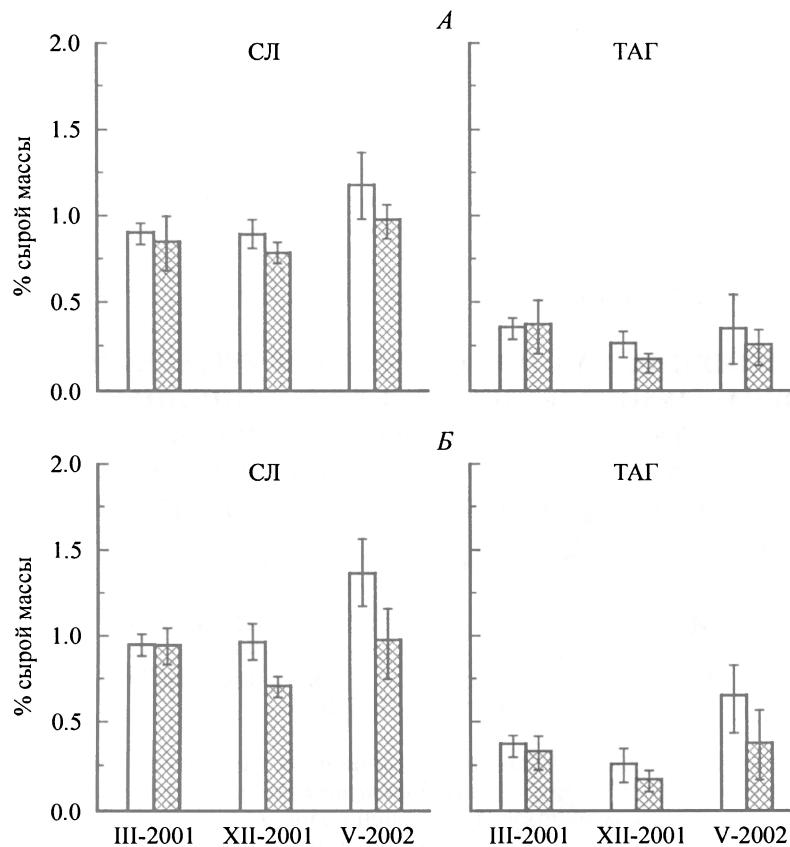


Рис. 1. Содержание суммарных липидов (СЛ) и триацилглицеринов (ТАГ) в мышцах слабо и сильно зараженных миксоспоридией *Myxidium gadi* самок (А) и самцов (Б) черноморского мерланга в разные периоды годового цикла (% сырой массы).

Незаштрихованные столбцы — слабо зараженные рыбы, заштрихованные — сильно зараженные.

Fig. 1. Total lipid (СЛ) and triacylglycerol (ТАГ) concentration (% of wet weight) in the muscles of the Black Sea whiting females (А) and males (Б) weakly and heavily infested with the myxosporean *Myxidium gadi* at different periods of the annual cycle.

Исследовали свежельовленных самцов и самок мерланга, составляющих модальную группу рыб со стандартной длиной 11—13 см. Самки находились на 2-й стадии зрелости гонад, самцы — на 3-й.

Анализировали количественный и качественный состав липидов печени и мышц черноморского мерланга при разной степени инвазированности его желчного пузыря миксоспоридией *M. gadi*. В качестве контроля брали слабо зараженных (с низкими значениями интенсивности инвазии — ИИ) рыб, в мазках из желчных пузырей которых были единицы, либо десятки спор и плазмодиев паразита. Сильно зараженными считали рыб с высокими показателями ИИ их миксоспоридией. В мазках из желчи сильно зараженных рыб насчитывали тысячи и даже миллионы спор, и огромное количество плазмодиев *M. gadi*. При этом учитывали крайне низкую интенсивность инвазии мерланга гельминтами (по 1—3 экз. цестод *Scolex* sp. или нематод *Hysterothylacium aduncum* в 1—3 экз. рыб в каждой пробе). Всего исследовано 135 экз. мерланга. Липиды экстрагировали хлороформ—метанольной сме-

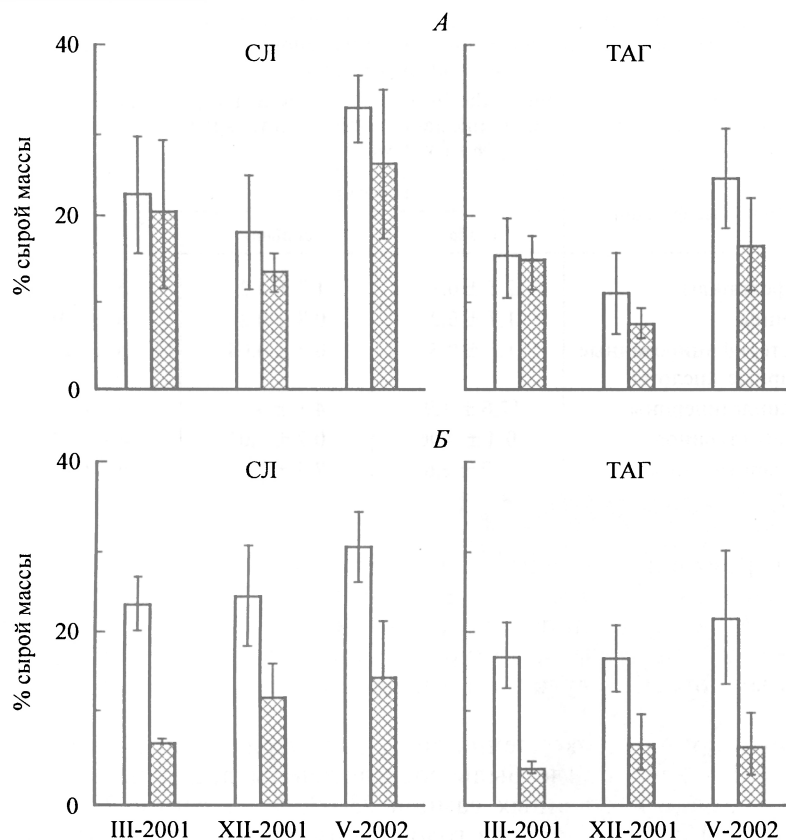


Рис. 2. Содержание суммарных липидов (СЛ) и триацилглицеринов (ТАГ) в печени слабо и сильно зараженных миксоспорицией *Myxidium gadi* самок (А) и самцов (Б) черноморского мерланга в разные периоды годового цикла (% сырой массы).

Обозначения те же, что и на рис. 1.

Fig. 2. Total lipid (СЛ) and triacylglycerol (ТАГ) concentration (% of wet weight) in the liver of the Black Sea whiting females (А) and males (Б) weakly and heavily infested with the myxosporean *Myxidium gadi* at different periods of the annual cycle.

сью по методу Фолча и др. (Folch et al., 1957). Содержание общих липидов в экстрактах определяли фосфованилиновым методом Бернера и Блэкстока (Barner, Blackstock, 1973), липидные классы исследовали методом тонкослойной хроматографии на силуфоловых пластинках (Копытов, 1983). Количественное определение липидного состава проводили на денситометре с последующей оценкой денситограмм методом определения площадей пиков (Пустовой, 1975). Результаты, представленные на рис. 1 и 2 и в таблице, были средними из 6—8 индивидуальных определений. Все данные статистически обработаны (Плохинский, 1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание суммарных липидов (СЛ) в мышцах слабо зараженных самцов и самок черноморского мерланга в исследуемые периоды невелико и составляло 0.9—1.4 % сырой массы тела (рис. 1). Доминирующей фрак-

Содержание липидных фракций в печени самцов черноморского мерланга при разной интенсивности инвазии микроспорицией *Myxidium gadi* (% на сырую массу)

Lipid classes content in the liver of the Black Sea whiting males under different intensity of their infestation with the myxosporean *Myxidium gadi* (% of wet weight)

Липидные фракции	Инвазия		Уровень значимости (p)
	слабая	сильная	
Фосфолипиды	2.5 ± 0.1	1.7 ± 0.2	p < 0.01
Стерины	1.7 ± 0.2	0.8 ± 0.2	p < 0.01
Неэстерифицированные жирные кислоты	1.5 ± 0.3	0.4 ± 0.04	p < 0.01
Триацилглицерины	17.6 ± 1.9	4.1 ± 0.3	p < 0.001
Эфиры стерин	0.4 ± 0.06	0.2 ± 0.03	p < 0.01
Суммарные липиды	23.9 ± 2.6	7.3 ± 0.3	p < 0.001

цией были резервные липиды — триацилглицерины (ТАГ), на долю которых приходилось 25–50 % от суммы липидов. Различий между содержанием СЛ, ТАГ и других липидных фракций в мышцах слабо и сильно зараженных рыб выявлено не было (уровень значимости $p > 0.05$), за исключением данных по СЛ, полученных в период нагула и начале нереста самцов мерланга.

Основным органом накопления липидов у мерланга является печень. Содержание СЛ в печени, где были сосредоточены липидные запасы рыбы, достигало у слабо зараженных самцов 23–30 %, у самок 22–33 % сырой массы в зависимости от периода годового цикла (рис. 2). Основной липидной фракцией, как и в мышцах, были резервные ТАГ, на их долю приходилось 66–72 % суммы липидов. Максимальное содержание СЛ в печени слабо зараженных самцов и самок мерланга наблюдали в мае, минимальное: у самцов — в марте, у самок — в декабре. При этом у слабо зараженных самок по сравнению с самцами происходило несколько более интенсивное расходование липидов в период созревания гонад и несколько более интенсивное накопление в период нагула. Сходные данные по жирности печени мерланга были получены Шульманом (1972). Накопление жировых запасов приходилось на нагульный период, а их расходование — на время нереста.

Сильная инвазия микроспорицией *M. gadi* желчного пузыря мерланга оказывала влияние на уровень общих липидов и содержание ТАГ в печени самцов во все исследуемые периоды годового цикла (рис. 2). В печени сильно зараженных самок по сравнению со слабо зараженными наблюдалось небольшое снижение СЛ и ТАГ, но достоверные различия отсутствовали (уровень значимости $p > 0.05$).

Необходимо отметить, что у сильно зараженных самцов во все сравниваемые периоды в печени сокращалось содержание СЛ и ТАГ, но только в конце нерестового сезона уменьшалось содержание фосфолипидов (структурных липидов) в 1.4 раза, стерин и их эфиров в 2 раза (см. таблицу).

Максимальное снижение СЛ (в 3 раза) и ТАГ (в 4 раза) в печени сильно зараженных самцов по сравнению со слабо зараженными также отмечали в конце нерестового периода. Возможно, это связано, с одной стороны, с присутствием огромного количества молодых, активно питающихся плазмо-

диев миксоспоридии в желчном пузыре сильно зараженных в этот период времени самцов, а с другой — с физиологическим состоянием самцов, которые находились в данный момент на 3 стадии зрелости гонад. У самцов эта стадия является самой продолжительной по времени и характеризуется интенсивным протеканием всех этапов сперматогенеза, требующих больших энергетических затрат (Кошелев, 1984). При этом в конце нерестового периода констатирована самая высокая экстенсивность инвазии мерланга миксоспоридией *M. gadi* (95 %).

Известно, что пищей для плазмодиев многих видов миксоспоридий, живущих в желчном и мочевом пузырях, может служить не только содержимое полостей этих органов, но в той или иной степени переваренные клетки тканей стенок пузырей хозяина. При этом плазмодии, переполненные зрелыми спорами, прекращают питаться, о чем свидетельствует отсутствие фосфотазной активности на их поверхности, в то время как молодые плазмодии активно питаются и дают реакцию на фосфатазу. Кислая и щелочная фосфатазы являются ферментами, принимающими участие в пристеночном пищеварении (Шульман и др., 1997).

Отсутствие влияния миксоспоридии *M. gadi* на уровень липидов в печени сильно зараженных самок, по нашему мнению, может быть связано с более высокой резистентностью самок по отношению к паразитам по сравнению с самцами. Кроме того, известно, что резистентность хозяина может усиливаться или ослабевать в зависимости от ряда факторов внешней среды и от состояния хозяина. Поэтому у молодых, а также у ослабленных и менее упитанных взрослых рыб заболевания, связанные с миксоспоридиями, протекают тяжелее (Шульман и др., 1997).

ВЫВОДЫ

1. Высокая интенсивность инвазии миксоспоридией *M. gadi* желчного пузыря черноморского мерланга приводит к снижению содержания СЛ и ТАГ в печени самцов в начале и конце нерестового сезона, а также в начале нагульного периода.
2. Наибольшее влияние *M. gadi* оказывает на резервные липиды ТАГ в печени самцов в конце нерестового периода.
3. В печени сильно зараженных *M. gadi* самок мерланга по сравнению со слабо зараженными подобные различия не выявлены.
4. В мышцах мерланга обоих полов не обнаружено воздействия *M. gadi* на уровень их липидных запасов.

Список литературы

- Копытов Ю. П. Новый вариант тонкослойной хроматографии липидов // Экология моря. 1983. Вып. 12. С. 76—80.
- Кошелев Б. П. Экология размножения рыб. М: Наука, 1984. 309 с.
- Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. М: МГУ, 1980. 150 с.
- Пустовой В. К. Газохроматографическое определение жирных кислот в кормах и биологических субстратах сельскохозяйственных животных. Боровск: НОО ВНИИФБ и П с.-х. животных, 1975. 72 с.
- Шульман С. С., Донец З. С., Ковалева А. А. Класс миксоспоридий мировой фауны. СПб.: Наука, 1997. Т. 1. Общая часть. 578 с.
- Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром., 1972. 368 с.

- Щепкина А. М., Юрахно В. М. О воздействии миксоспоридии *Myxidium gadi* на липидный состав тканей черноморского мерланга // XII конф. УНОП (Севастополь, 10—12 вересня 2002 р.): Тези допов. Київ, 2002. С. 122—123.
- Щепкина А. М., Юрахно В. М. Влияние миксоспоридии *Myxidium gadi* на липидный состав тканей черноморского мерланга // Вестн. зоол. 2004. Вып. 18. С. 173—175.
- Barner H. L., Blackstock I. Estimation of lipids in marine animals and tissues: detailed investigation of the sulphophosphovanilin method for total lipids // Journ. Biol. Ecol. 1973. Vol. 12, N 1. P. 103—118.
- Folch E., Lees M., Stanley Y. H. S. A simple method of the isolation and purification of total lipid from animal tissue // Journ. Biol. Chem. 1957. Vol. 226. P. 496—509.
- Shulman G. E., Love R. M. Advance in Marine Biology. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo: Academic Press, 1999. 351 p.

THE INFLUENCE OF MYXIDIUM GADI GEORGIEVITSCH, 1916
(MYXOZOA: MYXOSPOREA) ON THE LEVEL OF LIPID RESERVES
IN THE TISSUES OF THE BLACK SEA WHITING
MERLANGIUS MERLANGUS EUXINUS AT DIFFERENT PERIODS
OF THE ANNUAL CYCLE

A. M. Schepkina, V. M. Yurakhno

Key words: *Merlangius merlangus euxinus*, lipids, Myxosporea, *Myxidium gadi*, Black Sea.

SUMMARY

Concentration of total lipids and main lipid classes in the tissues of the Black Sea whiting males and females under different degrees of their infestation with the myxosporean *Myxidium gadi* is studied. Fishes were examined during the periods of fattening and spawning. Decrease of the total lipid (2—3 times) and triacylglycerol (3—4 times) concentration in the liver of heavily ingested males is revealed, as compared with the weakly infested fishes. However this effect has not been found in the fish females.