

УДК 598.2:576.895.1+591.111.1

**ВЛИЯНИЕ ИНВАЗИИ *GYMNOPHALLUS DELICIOSUS*
(TREMATODA: GYMNOPHALLIIDAE) НА НЕКОТОРЫЕ
ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕРЕБРИСТЫХ
ЧАЕК *LARUS ARGENTATUS***

© М. М. Куклина,* В. В. Куклин

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН
ул. Владимирская, 17, Мурманск, 183010

* E-mail: MM_Kuklina@mail.ru

Поступила 24.01.2018

Определены биохимические параметры в плазме крови и тканях печени у взрослых особей и птенцов серебристых чаек *Larus argentatus*, зараженных *Gymnophallus deliciosus* (Trematoda: Gymnophalliidae) и свободных от инвазии указанными гельминтами. Рассчитаны показатели зараженности *G. deliciosus* у птенцов и взрослых особей. Интенсивность инвазии у птенцов составила 2—78 экз. (19.0 ± 5.4 экз.), а у взрослых чаек — от 1 до 53 экз. (17.1 ± 2.5 экз.). В плазме крови птиц измерены концентрации общего белка, альбумина, общих липидов, триацилглицеринов, фосфолипидов, холестерина, мочевины и билирубина, а также активности аланин- и аспартаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, альфа-амилазы и холинэстеразы. В печени определены интенсивность перекисного окисления липидов, содержание общих каротиноидов и витамина А. Зарегистрировано, что у зараженных птиц, независимо от возраста, размеры желчного пузыря увеличены. Анализ биохимических параметров показал, что при инвазии *G. deliciosus* в организме взрослых серебристых чаек и птенцов происходят изменения в функционировании желчного пузыря и желчных протоков и нарушения в липидном обмене. У взрослых особей, зараженных гимнофаллидами, снижается синтез белков в клетках печени. Установлено, что инвазия *G. deliciosus* в желчном пузыре серебристых чаек не приводит к тяжелым нарушениям функций печени.

Ключевые слова: серебристая чайка, *Larus argentatus*, *Gymnophallus deliciosus*, желчный пузырь, печень, биохимические показатели.

Трематоды, использующие птиц в качестве окончательных хозяев, способны паразитировать в различных органах и тканях пищеварительной системы и вызывать физиологические нарушения различной степени тяжести. В литературе описаны случаи гибели птиц в результате трематодных инвазий (Person et al., 1974; Кулачкова, 1979; Kazacos et al., 1980). Смертность птенцов обыкновенной гаги *Somateria mollissima* отмечена при инвазии трематодами *Microphallus pygmaeus* и *Paramonostomum alveatum* (Per-

son et al., 1974; Кулачкова, 1979). У погибших птиц исследователи регистрировали истощение, выраженные признаки энтерита, наличие воспалительных процессов и кровотечений в кишечнике. Также в результате тяжелого заболевания печени, вызванного заражением трематодами *Platynosomum proxillicens*, погибли два малых желтоохлых какаду *Cacatua sulfurea* в зоопарке (Kazacos et al., 1980). У птиц размер и масса печени были увеличены, в ее тканях обнаружены многочисленные некрозы, отмечены массивные фиброзные образования в желчных протоках и их гиперплазия. При этом все авторы указывали на очень высокие значения количественных показателей зараженности умерших особей. При умеренной интенсивности инвазии исследователи также описывали патологические изменения в органах и тканях пищеварительной системы птиц при заражении трематодами *Amphimerus elongates*, *Conspicuum icteridorum* и *Brachydistomum* sp. (Bassett, 1958; Pense, Childs, 1972; Well et al., 1986; Islam et al., 1988; Kuiken, Danesik, 1999; Ozmen et al., 2013). Указанные виды червей локализуются и развиваются до половозрелого состояния главным образом в желчном пузыре и печени птиц.

Gymnophallus deliciosus Olsson, 1893 (Trematoda: Gymnophalliidae) паразитируют в желчном пузыре крупных чаек Баренцева моря (серебристой и морской чайки, бургомистра) и используют их в качестве окончательных хозяев (Белопольская, 1952; Куклин, Кисова, 2007). По данным современных исследований, у серебристых чаек в Кольском заливе в период с марта по сентябрь экстенсивность инвазии *G. deliciosus* увеличивалась от 30.8 до 88.9 %, а интенсивность инвазии составляла 1—53 экз. (Куклин и др., 2010). Сезонная динамика зараженности чаек *G. deliciosus*, вероятно всего, связана с увеличением в их рационе в осенний период двустворчатых моллюсков (*Macoma balhtica*, *Mytilus edulis*), которые играют роль промежуточных хозяев указанных трематод (Определитель..., 1986; Куклин и др., 2010). Этот факт может иметь важное практическое значение. В последнее время мидии в силу своих питательных и полезных свойств достаточно прочно вошли в рацион питания населения нашей планеты (Thong, 2012). Соответственно двустворчатые моллюски, инвазированные *G. deliciosus*, могут представлять потенциальную опасность для человека как окончательного хозяина. В литературе неоднократно были описаны случаи заражения трематодами людей при употреблении в пищу моллюсков, а инвазии представителем сем. Gymnophalliidae — *Gymnophalloides seoi* — не раз отмечались у жителей Южной Кореи (Lee, Chai, 2001; Fried et al., 2004).

По этим причинам серебристую чайку можно использовать в качестве модельного объекта для установления клинической картины заражения теплокровных животных при инвазии *G. deliciosus*. Именно поэтому оценка биохимических показателей плазмы крови и печени серебристых чаек, отражающих физиологическое состояние и функции печени и желчного пузыря при инвазии *G. deliciosus*, а также определение степени влияния паразитов в зависимости от возраста хозяина служили основными целями настоящего исследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом служили серебристые чайки *Larus argentatus* (n = 100), добытые на побережье Мурмана в период с 1999 по 2010 г. В число обследованных особей входили 33 птенца и 67 взрослых птиц.

Для получения плазмы крови из подкрыльцовой вены чаек отбирали кровь с помощью шприца на 3 мл. Образцы крови помещали в пробирки Vacuette с Na Гепарином (Австрия) и центрифугировали при 2000 об/мин в течение 15 мин. Полученную плазму крови замораживали для последующих лабораторных исследований.

Чаек усыпляли с использованием хлороформа. Затем птиц вскрывали, вырезали печень и определяли ее массу (с точностью до 0.1 г), отделяли желчный пузырь.

Поиск гельминтов в желчном пузыре осуществляли по стандартным методикам. Обнаруженных трематод подсчитывали, фиксировали и изготавливали тотальные препараты, по которым определяли систематическую принадлежность червей. Рассчитывали показатели заражения — экстенсивность инвазии (ЭИ) и интенсивность инвазии (ИИ).

Для биохимического анализа использовали плазму крови и печень. В плазме крови определяли концентрацию общего белка, альбумина, мочевины, общих липидов, холестерина, триацилглицеринов, фосфолипидов и билирубина. Измеряли активность ферментов: аланин- (АлАТ, КФ 2.6.1.2) и аспаратаминотрансфераз (АсАТ, КФ 2.6.1.1), холинэстеразы (КФ 3.1.1.8), альфа-амилазы (КФ 3.2.1.1), лактатдегидрогеназы (ЛДГ, КФ 1.1.1.27) и щелочной фосфатазы (ЩФ, КФ 3.1.3.1). Для биохимического анализа использовали наборы фирмы «Абрис+» (Россия) и «Lachema» (Чехия). Рассчитывали коэффициент де Ритиса (отношение активности АсАТ к активности АлАТ). Кроме того, оценивали интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) по содержанию малонового диальдегида (МДА) в клетках печени и параметры антиоксидантной системы защиты (концентрации общих каротиноидов и витамина А) (Карнаухов, Федоров, 1982; Esterbauer, Cheesman, 1990). Биохимические показатели представлены в таблицах в виде средних значений и их ошибок.

Обработка полученных данных выполнена с помощью программы Microsoft Excel и статистического пакета Statistica 10. Достоверность сравниваемых биохимических параметров у незараженных и зараженных серебристых чаек проводили с использованием непараметрического критерия Уилкинсона. Сравнение показателей ИИ и массы печени у птенцов и взрослых особей оценивали при помощи однофакторного дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате паразитологического исследования установлено, что из 33 птенцов серебристой чайки 15 особей заражены трематодами *G. deliciosus* (ЭИ = 45.4 %). ИИ птенцов изменялась в пределах от 2 до 78 экз. и в среднем составляла 19.0 ± 5.4 экз. У взрослых птиц ЭИ достигала 38.8 %, а ИИ варьировала от 1 до 53 экз. (17.1 ± 2.5 экз.). Статистическая обработ-

Таблица 1

Биохимические параметры липидного обмена серебристых чаек, инвазированных трематодами *G. deliciosus* и свободных от инвазии

Table 1. Biochemical parameters of lipids metabolism of the herring gulls noninfected and infected by *G. deliciosus*

Биохимические параметры	I группа (n = 18)	II группа (n = 15)	III группа (n = 41)	IV группа (n = 26)
Общие липиды, г/л	5.4 ± 0.3	6.2 ± 0.3	8.4 ± 0.5	7.1 ± 0.4**
Холестерин, ммоль/л	7.0 ± 0.2	6.2 ± 0.3	6.5 ± 0.1	5.9 ± 0.2
Триацилглицерины, ммоль/л	1.7 ± 0.1	1.1 ± 0.1*	3.4 ± 0.2	2.9 ± 0.2**
Фосфолипиды, ммоль/л	4.1 ± 0.13	4.0 ± 0.2	4.0 ± 0.2	3.8 ± 0.2
ПОЛ, МДА нмоль/г сырой ткани	49.0 ± 5.0	47.0 ± 2.3	41.9 ± 2.7	42.6 ± 2.5
Общие каротиноиды, мг/100 г сырого веса	1.2 ± 0.06	1.1 ± 0.35	1.7 ± 0.16	1.8 ± 0.2
Витамин А, мг/100 г сырого веса	13.9 ± 1.9	13.5 ± 3.7	28.5 ± 1.1	29.8 ± 2.0

Примечание. Здесь и в табл. 2. * — различия достоверны относительно параметров птиц группы I ($p < 0.05$). ** — различия достоверны относительно параметров птиц группы III ($p < 0.05$).

ка данных показала, что ИИ у птенцов и взрослых серебристых чаек не имела достоверных различий ($F_{4,09} = 0.20$; $P = 0.66$).

У зараженных птиц по данным визуального осмотра желчный пузырь был раздут и увеличен в объеме в 1.5—2.0 раза по сравнению с незараженными чайками. Масса печени чаек, инвазированных *G. deliciosus*, не имела достоверных отличий от массы печени особей, свободных от инвазии. В частности, масса печени зараженных птенцов составляла 36.6 ± 1.9 г, а незараженных — 30.6 ± 2.7 г ($F_{4,32} = 2.7$, $P = 0.11$). У взрослых серебристых чаек из контрольной группы масса печени составила 36.7 ± 1.0 г, а у инвазированных *G. deliciosus* — 36.4 ± 2.3 г ($F_{4,1} = 0.01$, $P = 0.9$).

Для сравнительного анализа биохимических показателей чаек разделили на 4 группы с учетом их возраста и зараженности: I — незараженные птенцы; II — птенцы, зараженные *G. deliciosus*; III — незараженные взрослые чайки; IV — взрослые чайки, зараженные *G. deliciosus*. Биохимические параметры крови и печени незараженных серебристых чаек использовали в качестве контрольных значений.

В первую очередь рассмотрим показатели липидного обмена птиц (табл. 1). В плазме крови зараженных взрослых чаек концентрация общих липидов и триацилглицеринов снижалась на 15.5 и 14.7 % соответственно по сравнению с показателями незараженных взрослых особей ($p < 0.05$). У птенцов при инвазии *G. deliciosus* зарегистрировано уменьшение содержания триацилглицеринов на 35.3 % ($p < 0.05$). Уровни холестерина и фосфолипидов в плазме крови, а также интенсивность ПОЛ (по накоплению МДА) и концентрации общих каротиноидов и витамина А в печени зараженных и незараженных серебристых чаек не имели достоверных различий.

Таблица 2

Биохимические параметры плазмы крови серебристых чаек, инвазированных трематодами *G. deliciosus* и свободных от инвазии

Table 2. Biochemical parameters of blood plasma of the herring gulls noninfected and infected by *G. deliciosus*

Биохимические параметры	I группа (n = 18)	II группа (n = 15)	III группа (n = 41)	IV группа (n = 26)
Общий белок, г/л	29.4 ± 1.1	30.9 ± 2.5	44.6 ± 2.1	33.4 ± 1.7**
Альбумин, г/л	14.9 ± 0.5	15.9 ± 1.0	22.2 ± 0.7	16.5 ± 1.0**
АсАТ, МЕ/л	2.4 ± 0.5	3.5 ± 0.8	2.3 ± 0.2	2.9 ± 0.5
АлАТ, МЕ/л	1.3 ± 2.3	1.3 ± 0.3	1.6 ± 0.03	1.3 ± 0.5
Коэффициент де Ритиса	1.8 ± 0.1	2.7 ± 0.2	1.4 ± 0.1	2.2 ± 0.2**
Альфа-амилаза, мг/с л	23.0 ± 0.8	32.4 ± 2.6*	25.9 ± 1.8	23.2 ± 1.6
ЛДГ, МЕ/л	596.4 ± 97.5	634.0 ± 60.0	468.5 ± 12.1	502.8 ± 55.2
Холинэстераза, мккат/л	60.9 ± 2.3	59.8 ± 3.1	60.1 ± 3.0	67.8 ± 3.5
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	173.5 ± 9.3	162.4 ± 13.4	86.6 ± 8.4	141.4 ± 18.0**
Общий билирубин, мкмоль/л	6.2 ± 1.3	17.7 ± 2.4*	16.0 ± 1.1	13.6 ± 1.0
Прямой билирубин, мкмоль/л	3.6 ± 0.6	2.4 ± 0.3	2.5 ± 0.4	2.0 ± 0.08
Мочевина, ммоль/л	3.5 ± 0.3	4.6 ± 0.23	3.9 ± 0.4	3.7 ± 0.27

Наряду с этим установлено, что в плазме крови птенцов, зараженных *G. deliciosus*, увеличивались активность альфа-амилазы (на 40.9 %), а также концентрация общего билирубина (в 2.8 раза) по сравнению с показателями незараженных птенцов ($p < 0.05$) (табл. 2). В плазме крови взрослых чаек при инвазии *G. deliciosus* снижались уровни общего белка (на 25.1 %) и альбумина (на 25.7 %) и повышалась активность ЩФ (в 1.6 раза) относительно аналогичных параметров чаек, свободных от инвазии ($p < 0.05$). Коэффициент де Ритиса у инвазированных взрослых особей превышал контрольные значения в 1.6 раза ($p < 0.05$).

Установлено, что значения активностей АлАТ, АсАТ, ЛДГ и холинэстеразы, а также концентрация мочевины в плазме крови зараженных и незараженных серебристых чаек не имели достоверных различий (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Трематоды довольно часто паразитируют в органах пищеварительной системы позвоночных животных, а печень, желчный пузырь и желчные протоки выступают в качестве их основных мест локализации на разных этапах жизненного цикла. В ходе настоящего исследования установлено, что размер желчного пузыря у серебристых чаек при инвазии *G. deliciosus* сильно увеличен. Аналогичные симптомы описаны у домашних уток *Anas platyrhynchos domesticus*, инвазированных трематодами *A. elongates*, и у домовых воробьев *Passer domesticus*, инвазированных *Brachydistomum* sp. (Islam et al., 1988; Ozmen et al., 2013). Увеличение желчного пузыря пред-

ставляет собой важный диагностический признак, который свидетельствует о значительных нарушениях процессов пищеварения, а также функционирования желчного пузыря и печени (Odze, 2009). Анализ изменения биохимических параметров плазмы крови серебристых чаек при инвазии *G. deliciosus* подтверждает эти факты. С одной стороны, повышение активности ЩФ в плазме крови зараженных взрослых чаек связано с нарушением оттока желчи, а увеличение концентрации билирубина и активности альфа-амилазы в плазме крови зараженных птенцов — с дисфункцией желчевыводящих путей и нарушением проходимости желчных протоков (Энциклопедия..., 1997). С другой стороны, инвазия *G. deliciosus* вызывает нарушения пищеварительных функций хозяина, а именно — гидролиза жиров. В плазме крови зараженных серебристых чаек установлены изменения в липидном обмене: снижение концентрации общих липидов и триацилглицеринов. Вероятно, это связано с застоем и оттоком желчи, так как желчь играет важную роль в эмульгировании, гидролизе и всасывании жиров (Duke, 1997). Описанные выше изменения могут быть также вызваны воспалительными процессами в желчном пузыре и желчных протоках. Такая картина неоднократно описывалась у птиц при изучении патологических последствий инвазии трематодами, паразитирующими в желчном пузыре (Bassett, 1958; Pense, Childs, 1972; Well et al., 1986; Islam et al., 1988; Kuiken, Danesik, 1999; Ozmen et al., 2013). Показано, что у птиц, зараженных трематодами *C. icteridorum* и *Brachydistomum* sp., обнаружены хронические очаги воспаления и некротические изменения в соединительной ткани желчного пузыря (Bassett, 1958; Ozmen et al., 2013). В литературе имеются также работы, посвященные изучению патологических изменений при инвазии *A. elongates* (паразитов желчных протоков печени и поджелудочной железы) у птиц как из природных популяций, так и в условиях эксперимента (Pense, Childs, 1972; Well et al., 1986; Islam et al., 1988; Kuiken, Danesik, 1999). В крови ушастых бакланов *Phalacrocorax auritus*, зараженных *A. elongates*, повышается общее количество лейкоцитов, что свидетельствует о воспалительных процессах в организме хозяина (Kuiken, Danesik, 1999). Гистологические исследования показали, что при инвазии *A. elongates* у бакланов наблюдается гиперплазия или отшелушивание клеток эпителия со стенок желчных протоков, а в месте наибольшего скопления паразитов — обширный фиброз и воспалительные процессы, сопровождающиеся значительным увеличением количества эозинофилов и лимфоцитов (Pense, Childs, 1972). У домашних уток, зараженных *A. elongates*, обнаружены идентичные изменения в морфологии желчного пузыря и желчных протоков (Islam et al., 1988).

Известно, что трематоды в организме позвоночных животных способны совершать причудливые миграции к органам и тканям — основным местам своего обитания (Sukhdeo, Sukhdeo, 2004). При этом велика вероятность повреждения мигрирующими паразитами клеток тканей хозяина, что в итоге может привести к нарушению их функций (Davies, 2000). По результатам ранее проведенных исследований описаны, в частности, изменения, происходящие в клетках печени ушастых бакланов при инвазии *A. elongates* (Pense, Childs, 1972). При высокой интенсивности инвазии *A. elongates* и локализации их в печени у зараженных птиц образуются обширные фиброзные образования в клетках паренхимы, а также многочис-

ленные очаги воспаления. В ходе настоящего исследования установлено, что масса печени (основной диагностический признак физиологического состояния животного) у серебристых чаек, инвазированных *G. deliciosus*, не изменялась. Ряд биохимических показателей, отражающих функции печени, у зараженных птиц соответствовал параметрам нормы. Прежде всего это относится к значениям активностей АлАТ, АсАТ, ЛДГ, холинэстеразы и концентрации холестерина и мочевины, которые в клинике часто используют для диагностики тяжелых заболеваний печени (некроз клеток печени с потерей цитоплазмы, цирроз печени и др.) (Энциклопедия..., 1997). Анализ биохимических параметров показал, что паразитирование трематод *G. deliciosus* в желчном пузыре серебристых чаек не влияет на целостность клеток печени и не приводит к тяжелым необратимым последствиям. Тем не менее у взрослых серебристых чаек зарегистрировано снижение концентраций общего белка и альбумина, а также повышение коэффициента де Ритиса. Установленные изменения указывают на снижение протеолитической функции гепатоцитов, что, возможно, связано с продолжительным пребыванием гельминтов в организме взрослых особей (Энциклопедия..., 1997).

Наряду с этим зарегистрировано, что инвазия *G. deliciosus* не провоцирует окислительный стресс клеток печени серебристых чаек. Перекисное окисление липидов — это универсальный биологический процесс, продукты которого участвуют в регуляции структурно-функционального состояния мембран, активности ферментов, пролиферации, в синтезе различных биологически активных соединений, адаптации организмов к условиям среды (Бурлакова и др., 1988; Winston, 1991). Результаты нашего исследования продемонстрировали, что показатели интенсивности ПОЛ и параметры антиоксидантной защиты (общие каротиноиды и витамин А) не имели достоверных отличий у зараженных и незараженных серебристых чаек. Эта неспецифическая защита позволяет корректировать различные патологические состояния организма, к которым можно также отнести и инвазию гельминтами.

В заключение следует отметить, что показатели зараженности трематодами *G. deliciosus* у серебристых чаек имеют относительно невысокие значения. На основании анализа биохимических параметров плазмы крови можно сделать вывод о том, что у зараженных птиц происходят изменения, приводящие к некоторым нарушениям функций желчного пузыря и липидного обмена. Наибольшее снижение протеолитической активности в клетках печени зарегистрировано у взрослых инвазированных чаек. Тем не менее необратимых нарушений в функционировании печени птиц, инвазированных *G. deliciosus*, не установлено.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность администрации и сотрудникам Кандалакшского государственного природного заповедника за помощь в проведении полевых работ.

Список литературы

- Белопольская М. М. 1952. Паразитофауна морских водоплавающих птиц. Ученые записки ЛГУ. Серия биологическая. 141 (28): 127—180.
- Бурлакова Е. Б., Сторожук Н. М., Храпова Н. Г. 1988. О взаимосвязи активности антиоксидантов и окисляемости субстратов в липидах природного происхождения. Биофизика. 33: 781—786.
- Карнаухов В. Н., Федоров Г. Г. 1982. Методы определения содержания каротиноидов и витамина А в тканях животных. Пушино: НЦБИ АН СССР. 28 с.
- Куклин В. В., Кисова Н. Е. 2007. Гельминты чаек рода *Larus* Баренцева моря. Вестник Южного научного центра. 3 (2): 64—71.
- Куклин В. В., Куклина М. М., Кисова Н. Е. 2010. Сезонная динамика трематофауны серебристой чайки (*Larus argentatus* Pontop.) Кольского залива. Паразитология. 44 (4): 326—335.
- Кулачкова В. Г. 1979. Гельминты как причина смертности обыкновенной гаги в вершине Кандалакшского залива. В кн.: Кищинский А. А. (ред.). Экология и морфология гаг в СССР. М.: Наука. 119—125.
- Определитель трематод рыбоядных птиц Палеарктики (описторхиды, рениколиды, стригейды). 1986. М.: Наука. 216 с.
- Энциклопедия клинических лабораторных тестов. 1997. Пер. с англ. М.: Лабинформ. 960 с. (Clinical guide to laboratory tests. 3th. 1990. Saunders. 931 с.).
- Bassett L. W. 1958. Tissue response to infection with *Conspicuum icteridorum* (Trematoda), in the gall bladder of the brewer blackbird. The Journal of Parasitology. 44 (5): 471—476.
- Davies R. R. 2000. Avian liver disease: etiology and pathogenesis. Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine. 9 (3): 115—125.
- Duke G. E. 1997. Gastrointestinal physiology and nutrition in wild birds. The Proceeding of the Nutrition Society. 56: 1049—1056.
- Esterbauer H., Cheesman U. 1990. Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxymalonaldehyde. Methods in Enzymology. 186: 302—310.
- Fried B., Graczyk T. K., Tamang L. 2004. Food-borne intestinal trematodiasis in humans. Parasitology Research. 93: 159—170.
- Islam M. R., Shaikh H., Baki M. A. 1988. Prevalence and pathology of helminth parasites in domestic ducks of Bangladesh. Veterinary Parasitology. 29: 73—77.
- Kazacos K. R., Dhillon A. S., Winterfield R. W., Thacker H. L. 1980. Fatal hepatic trematodiasis in cockatoos due to *Platynosomum proxillenc*. Avian Diseases. 24 (3): 788—793.
- Kuiken T., Danesik K. L. 1999. Hematology and serum chemistry of captive juvenile double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*). Canadian Veterinarian Journal. 40: 493—495.
- Lee S., Chai J. 2001. A review of *Gymnophalloides seoi* (Digenea: Gymnophallidae) and human infections in the Republic of Korea. The Korean Journal of Parasitology. 39(2): 85—118.
- Odze R. D. 2009. Surgical pathology of the GI tract, liver, biliary tract and pancreas. 2 nd. Philadelphia, Elsevier. 1350 p.
- Ozmen O., Adanir R., Haligur M., Albayrak T., Kose O., Ipek V. 2013. Parasitologic and pathologic observations of the house sparrow (*Passer domesticus*). Journal of Zoo and Medicine. 44 (3): 564—569.
- Pense D. B., Childs G. E. 1972. Pathology of *Amphimerus elongates* (Trematoda: Opisthorchiidae) in the liver of the double-crested cormorant. Journal of Wildlife Diseases. 8: 221—224.
- Person L., Borg K., Falt H. 1974. On the occurrence of endoparasites in eider ducks in Sweden. Swedish Wildlife. 9: 1—24.
- Sukhdeo M. V. K., Sukhdeo S. C. 2004. Trematode behaviours and the perceptual worlds of parasites. Canadian Journal of Zoology. 82: 292—315.

- Thong N. T. 2012. An inverse almost ideal demand system for mussels in Europe. *Marine Resource Economics*. 27: 149—164.
- Well M. R., Font W. F., Schwandt B. W. 1986. Enzyme activity in livers from chickens (*Gallus domesticus*) experimentally infected with the digenetic trematode, *Amphimerus elongates* (Trematoda: Opisthorchiidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 85B (4): 847—850.
- Winston G. W. 1991. Oxidants and antioxidants in aquatic organisms. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 100: 173—176.

IMPACT OF INVASION *GYMNOPHALLUS DELICIOSUS*
(TREMATODA: GYMNOPHALLIIDAE) ON PHYSIOLOGICAL AND
BIOCHEMICAL PARAMETERS OF HERRING GULL *LARUS ARGENTATUS*

M. M. Kuklina, V. V. Kuklin

Key words: herring gull, *Larus argentatus*, *Gymnophallus deliciosus*, gall bladder, liver, biochemical parameters.

SUMMARY

An adults and nestlings of herring gulls *Larus argentatus* were investigated. The indicators of infestation by the trematode *Gymnophallus deliciosus* (Trematoda: Gymnophallidae) were determined. The biochemical parameters in plasma and liver of gulls were measured. The concentration of total protein, albumin, total lipids, triacylglycerols, phospholipids, cholesterol, urea and bilirubin, and the activity of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase, amylase and cholinesterase were examined in the blood plasma of the infected and uninfected birds. The intensity of lipid peroxidation, the content of total carotenoids and vitamin A were determined in the liver of the infected and uninfected birds.

The intensity of infestation of *G. deliciosus* of the nestlings made 2—78 ind. ($19.0 \pm \pm 5.4$ ind.) and the adult gulls from 1 to 53 ind. (17.1 ± 2.5 ind.). The birds that infected by *G. deliciosus* had the enlarged gall bladder irrespective of age.

Analysis of biochemical parameters showed that the invasion of *G. deliciosus* in the organism of adult herring gulls and nestlings changed in the functioning of the gall bladder and bile ducts (increase of concentration of total bilirubin and activity of amylase and alkaline phosphatase in blood plasma) and disrupted in lipid metabolism (decrease of concentration of total lipids and triacylglycerols). A proteolytic function of the liver cells in adults' gulls, the infected gymnophallidae, reduced (decrease in the content of total protein and albumin). It is established that the invasion of *G. deliciosus* in the gallbladder herring gulls does not lead to severe disorders of liver function.