

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ ПТЕНЦОВ МОЕВКИ *Rissa tridactyla* (Linnaeus, 1758) ПРИ ИНВАЗИИ ЦЕСТОДАМИ

М.М. КУКЛИНА

кандидат биологических наук

В.В. КУКЛИН

кандидат биологических наук

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН,
183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17, e-mail: VV_Kuklin@mail.ru

Приведены результаты исследования параметров белкового, углеводного, липидного и минерального обменов птенцов моевки *Rissa tridactyla*. Дан сравнительный анализ биохимических показателей плазмы крови незараженных моевок и птиц, инвазированных цестодами *Alcataenia larina*, *Tetrabothrius immerinus* и *Diphyllobothrium dendriticum*. Наиболее заметные изменения в обмене веществ отмечены у птенцов моевки, инвазированных *A. larina* и *D. dendriticum*. Рассмотрено влияние цестод на организм птенцов.

Ключевые слова: *Rissa tridactyla*, обмен веществ, *Alcataenia larina*, *Diphyllobothrium dendriticum*.

Ранее проведенные исследования на птенцах обыкновенной гаги, серебристой и морской чаек, а также на щенках песцов показали, что особенно сильное влияние гельминты оказывают на молодой организм [1, 4–7, 9]. Так, например, по результатам паразитологического мониторинга беломорской популяции обыкновенной гаги определены наиболее патогенные для птиц виды гельминтов и проведен ряд экспериментов с целью изучения неблагоприятных для хозяев последствий [6, 7]. Установлено, что среди погибших птиц преобладали пуховые птенцы не старше 10-дневного возраста (98, 1 %), а гибели взрослых гаг не отмечали. Количество птенцов, погибших от инвазии на Белом море, варьировало в различные годы. Возможно, это было связано с различным уровнем зараженности промежуточных хозяев в тот или иной год, локальными и межгодовыми различиями в питании птенцов, колебаниями климатических условий. Однако необходимо отметить, что все гельминты, вызывавшие наибольшее негативное воздействие на гаг Белого моря (трематоды *Paramonostomum alveatum*, скребни *Profilicollis botulus* и цестоды *Microsomacanthus microsoma*) – обычные компоненты их паразитофауны, имеющие широкое географическое распространение. Поэтому заметное патогенное влияние на своих хозяев, вплоть до летальных исходов, они вызывают, видимо, лишь при очень высокой интенсивности инвазии и наличии других неблагоприятных факторов, ослабляющих резистентность организма птиц (суровые климатические условия, голодание, недостаточное развитие механизмов иммунной защиты у птенцов и др.).

В то же время, изучению влияния паразитарной инвазии на организм птенцов моевки внимания уделялось недостаточно. А между тем именно этот аспект исследований имеет особое значение, поскольку он позволяет определить степень воздействия паразитов из разных систематических групп на физиологическое состояние молодых птиц.

Целью данной работы было определение особенностей влияния ленточ-

ных червей на показатели обмена веществ птенцов моевки.

Материалы и методы

Материал для работы собран в ходе береговых экспедиций Мурманского морского биологического института на территории, прилегающей к Гавриловскому архипелагу (Кандалакшский государственный природный заповедник) в июле 2007 и 2010 гг. Объектами исследований были птенцы моевки в возрасте 3–4 недель ($n = 14$). Для биохимических исследований использовали плазму крови, при анализе которой измеряли показатели белкового, липидного, углеводного и минерального обменов. Концентрацию общего белка определяли биуретовым методом, а содержание белковых фракций – с помощью электрофореза на бумаге [2]. По методике Троицкого [11] путем переосаждения в системе «трихлоруксусная кислота–этанол» измеряли уровень модифицированной формы альбумина. Методом осаждения полиэтиленгликоля устанавливали концентрацию циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) [8]. По реакции преципитации определяли наличие С-реактивного белка. Активности кислой и щелочной фосфатаз, лактатдегидрогеназы, концентрации мочевины, мочевой кислоты, триглицеридов, холестерина, глюкозы, кальция, натрия, калия и хлоридов измеряли с помощью наборов для биохимических исследований «Абрис+». Уровни общих липидов, меди, фосфора неорганического и активность холинэстеразы исследовали биотестами «Lachema».

Одновременно проводили паразитологическое вскрытие птиц. Определена видовая принадлежность найденных гельминтов, подсчитаны количественные показатели заражения – экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии (ИИ) и индекс обилия (ИО). Статистическая обработка результатов проведена общепринятыми методами, достоверность различий между сравниваемыми значениями биохимических параметров оценивали по t-критерию Стьюдента [10].

Результаты и обсуждение

По данным паразитологического обследования установлено, что птенцы моевки инвазированы представителями трех семейств ленточных червей: *Dilepididae*, *Tetrabothriidae* и *Diphyllobothriidae*. В кишечнике птиц зарегистрированы *Alcataenia larina* (ИИ 1–7 экз., ИО 3,4 экз.), *Tetrabothrius immerinus* (ИИ 4–26 экз., ИО 11,4 экз.), а также *Diphyllobothrium dendriticum* (ИИ 1 экз., ИО 0,07 экз.). Наряду с этим, среди птенцов встречались особи, свободные от гельминтов, и их биохимические показатели использовали в качестве контрольных значений.

По результатам паразитологического анализа все птенцы были разделены на группы в зависимости от систематического статуса найденных у них цестод. Последствия влияния заражения на организм хозяев в каждом случае имели свои особенности. Наиболее заметные изменения в обмене веществ наблюдали у птенцов моевки, инвазированных цестодами *A. larina* (дилепидная инвазия). У этих животных в плазме крови отмечено снижение концентрации общего белка на 16,3 %, альбумина на 25,7 % и мочевины на 28,4 %, а также повышение содержания модифицированной формы альбумина на 38,8 % и увеличение активности ЛДГ в 1,4 раза по сравнению с контрольными значениями ($P < 0,05$) (табл. 1). Кроме того, у этих птиц зарегистрировано уменьшение концентраций калия на 47,2 %, магния на 36,8 и меди на 47,9 % ($P < 0,05$) (табл. 2). Установлены изменения и в липидном обмене: снижение уровня общих липидов на 36, % и триглицеридов на 27,6 % ($P < 0,05$) (табл. 2).

Аналогичные изменения отмечены для птенцов, инвазированных *T. immerinus*. В плазме крови у них зафиксировано снижение концентрации общего белка и альбумина, увеличение уровня мочевины и глюкозы и уменьшение содержания общих липидов и триглицеридов по сравнению с аналогичными параметрами незараженных птенцов (табл. 1, 2). Однако установленные различия были менее выражены и статистически недостоверны.

1. Показатели белкового обмена по результатам анализа плазмы крови зараженных и незараженных птенцов моевок

Показатель	Контроль	Значение показателя при заражении		
		<i>Alcataenia larina</i>	<i>Tetrabothrius immerinus</i>	<i>Diphyllobothrium dendriticum</i>
Общий белок, г/л	44,1±3,1	36,9±3,0*	37,2±2,9	59,9
Альбумин, г/л	25,7±2,1	19,1±1,5*	23,3±1,7	38,6
Альфа-глобулины, г/л	5,9±0,1	5,6±0,3	4,1±0,2	6,9
Бета-глобулины, г/л	7,1±0,1	7,0±0,4	5,0±0,3	9,7
Гамма-глобулины, г/л	5,5±0,5	5,2±0,1	5,0±0,3	8,1
Модифицированная форма альбумина, %	31,4±3,0	43,6±3,9*	31,5±2,1	31,4
ЦИК, опт.ед.	186,7±17,7	326,5±25,6*	283,0±24,1*	466,7
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	107,2±12,6	94,0±7,6	118,7±15,7	148,5
Кислая фосфатаза, МЕ/л	13,0±1,2	4,6±0,5	12,1±0,9	26,5
Амилаза, мг/схл	24,6±1,8	24,6±1,5	25,7±1,8	23,2
Лактатдегидрогеназа, МЕ/л	760,7±86,3	1029,9±47,3*	743,5±43,2	981,8
Холинэстераза, мккат/л	121,7±8,1	108,7±6,7	112,7±10,1	92,3
С-реактивный белок	Нет реакции	Нет реакции	Нет реакции	Реакция резко положительная
Мочевина, ммоль/л	7,4±0,7	5,3±0,4*	5,5±0,5	10,5
Мочевая кислота, ммоль/л	1,4±0,1	1,8±0,1*	1,6±0,1*	1,8

Примечание. * – различия достоверны относительно показателей контроля ($P < 0,05$).

2. Показатели липидного, углеводного и минерального обменов по результатам анализа плазмы крови зараженных и незараженных птенцов моевок

Показатель	Контроль	Значение показателя при заражении		
		<i>Alcataenia larina</i>	<i>Tetrabothrius immerinus</i>	<i>Diphyllobothrium dendriticum</i>
Общие липиды, г/л	10,1±0,8	6,4±0,5*	8,9±0,7	12,0
Фосфолипиды, ммоль/л	3,7±0,2	4,0±0,2	3,9±0,3	3,5
Триглицериды, ммоль/л	2,9±0,2	2,1±0,1*	2,1±0,1*	5,2
Холестерин, ммоль/л	7,4±0,5	7,5±0,5	8,1±0,6	7,2
Глюкоза, ммоль/л	27,9±1,7	26,4±1,4	32,3±2,5	45,7
Фосфор неорганический, ммоль/л	3,0±0,1	2,4±0,2	3,8±0,4	3,3
Кальций, ммоль/л	3,4±0,1	2,8±0,2	3,0±0,1	2,5
Калий, ммоль/л	10,8±1,2	5,7±0,4*	8,9±0,5	16,6
Натрий, ммоль/л	104,2±10,1	115,4±9,7	151,2±1,1	118,7
Магний, ммоль/л	1,9±0,1	1,2±0,1*	1,5±0,1	2,0
Хлориды, ммоль/л	114,2±9,6	108,4±8,5	104,7±7,8	131,8
Медь, мкмоль/л	16,5±0,9	8,6±0,5*	17,3±1,5	37,3

Примечание. * – различия достоверны относительно показателей контроля ($P < 0,05$).

Следует отметить, что независимо от систематического статуса гельминтов концентрация циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) в крови зараженных чаек была выше контрольных показателей (табл. 1). Так, например, у моевок, зараженных *A. larina*, уровень ЦИК в плазме крови увеличивался в 1,7 раза. При инвазии тетработридами содержание ЦИК повышалось в 1,5 раза, а при заражении дифиллоботридами – в 2,5 раза по сравнению с контрольными значениями ($P < 0,05$).

Нельзя не обратить внимания на биохимические показатели птенца, инвазированного цестодой *D. dendriticum*. Изменения протеинограммы этой птицы заключались в увеличении как концентрации общего белка, так и всех белковых фракций (альбумина, бета-, альфа- и гамма-глобулинов) по сравнению с аналогичными параметрами птенцов, свободных от инвазии (табл. 1). Помимо этого, при дифиллоботридном заражении, как уже отмечалось, установлено значительное повышение уровня ЦИК (в 2,5 раза), снижение активности холинэстеразы на 24,1 % и появление С-реактивного белка в плазме крови. Кроме того, в плазме крови птенца, зараженного *D. dendriticum*, отмечено увеличение концентрации глюкозы 1,6 раза (табл. 2).

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что степень влияния гельминтов на организм птенцов моевки различна и определяется, главным образом, систематическим статусом паразитов. У зараженных чаек активизируются процессы белкового и углеводного обменов, а также усиливается деятельность иммунной системы. Повышение уровня ЦИК, мочевой кислоты, глюкозы, а также снижение концентрации общего белка и альбумина регистрировали в плазме крови всех птенцов моевки, инвазированных ленточными червями. Аналогичные изменения ранее установлены в плазме крови птенцов морских и серебристых чаек при инвазии цестодами *Microsomacanthus ductilus* и *D. dendriticum* [5, 9]. Тем не менее, сравнительный анализ показал, что наиболее заметные отклонения от нормы отмечены у птенцов, инвазированных *A. larina*. Вероятно, дилепидиды нарушают работу кишечника и его всасывающую способность (в пользу этого говорит снижение концентраций калия и мочевины). Ленточные черви *A. larina* внедряются в стенку кишечника хозяина с помощью органов прикрепления. Их сколекс, помимо присосок, оснащен крупными и многочисленными хитиноидными крючьями [12]. В результате прикрепления паразиты могут вызывать механические повреждения клеток кишечника хозяина, о чем свидетельствует увеличение активности лактатдегидрогеназы и снижение концентрации меди в плазме крови зараженных птиц.

Таким образом, было установлено, что характер изменений в обмене веществ при гельминтозах (дилепидозе, тетработриозе и дифиллоботриозе) птенцов моевок определяется как воздействием паразитов на организм хозяина, так и особенностями ответных реакций самих хозяев. В первом случае степень влияния обусловлена систематическим статусом гельминтов и специфичностью паразитов по отношению к хозяевам, во втором случае – возрастом хозяина и его физиологическим состоянием.

Видовой состав цестодофауны моевок Баренцева моря не разнообразен [3]. На Восточном Мурмане фауна ленточных червей моевок представлена 7 видами цестод из трех семейств: Dilepididae, Tetrabothriidae и Hymenolepididae. Результаты изучения влияния наиболее часто встречающихся видов (*A. larina* и *T. immerinus*) на организм птиц указывают на то, что в природных популяциях моевки сосуществуют с данными паразитами в некотором динамическом равновесии. Отклонения от этого равновесия определяются возрастом хозяина. Инвазии *D. dendriticum* ранее у моевок Баренцева моря не отмечали. Вероятно, *D. dendriticum* не специфичен для этих птиц, поэтому влияние именно этого паразита на организм хозяина было столь заметным.

Авторы выражают благодарность администрации и сотрудникам Канда-лакшского государственного природного заповедника за помощь в проведе-нии полевых работ.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-04-00204а).

Литература

1. Аникиева Л.В. и др. Дифиллоботриоз песцов. – Петрозаводск: Карель-ский филиал АН СССР, 1988. – 143 с.
2. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической диагности-ке. – Мн.: Беларусь, 2000. В 2 т. – 495 с.
3. Куклин В.В., Галактионов К.В., Галкин А.К., Марсаев С.Ф. Сравни-тельный анализ гельминтофауны моевок *Rissa tridactyla* (Linnaeus, 1758) и бургомистров *Larus hyperboreus* (Gunnerus, 1767) из различных районов Ба-ренцева моря // Паразитология. – 2005. – Т. 39, № 6. – С. 544–558.
4. Куклина М.М., Куклин В.В. Особенности белкового обмена серебри-стых чаек (*Larus argentatus* Pontop.) при инвазии трематодами *Himasthla lari-na* (Trematoda: Echinostomatidae) // Изв. РАН. – 2007. – № 5. – С. 563–569.
5. Куклина М.М., Куклин В.В. Динамика физиологических параметров птенцов морской чайки (*Larus marinus*) при экспериментальном заражении цестодами *Microsomacanthus ductilus* (Cestoda: Hymenolepididae) // Паразито-логия. – 2008. – Т. 42, № 1. – С. 21–30.
6. Кулачкова В.Г. Гибель птенцов обыкновенной гаги и причины, ее вы-зывающие // Тр. Кандалакш. Заповедника. – 1960. – Вып. 3. – С. 91–107.
7. Кулачкова В. Г. Гельминты как причина смертности обыкновенной га-ги в вершине Кандалакшского залива // Сб. раб. «Экология и морфология гаг в СССР». – М., 1979. – С. 119–125.
8. Лабораторные методы исследования в клинике. Под ред. В.В. Мень-шикова. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
9. Мазур О.В., Пронин Н.М., Толочко Л.В. Гематологические и иммуно-логические характеристики птенцов серебристой чайки (*Larus argentatus*) при экспериментальном заражении *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Pseudo-phyllidae) // Известия РАН. Сер. биол. – 2007. – № 4. – С. 420–427.
10. Матюшичев В.Б. Элементы статистической обработки результатов биохимического эксперимента. – Л., 1990. – 132 с.
11. Троицкий Г.В., Борисенко С.Н., Касьмова Г.А. Инвертированный ме-тод обработки электрофореграмм для выявления модифицированных форм альбумина // Лаб. дело. – 1986. – № 4. – С. 229–231.
12. Ryzhikov K.M., Rusavy B., Khokhlova I.G. et al. Helminths of Fich-Eating Birds of the Palaearctic Region II. – USSR Academy of Sciences/Helminthological Laboratory Czechoslovak Academy of Sciences/Institute of Parasitology Charles University in Prague/Faculty of Sciences. Moscow/Prague, 1985. – P. 22–145.

Peculiarities of chicks kittiwakes *Rissa tridactyla* (Linnaeus, 1758) metabolism at cestodosis

M.M. Kuklina, V.V. Kuklin

The results of the research of the parameters of the proteins, carbohydrates, li-pids and minerals metabolisms of chicks kittiwakes (*Rissa tridactyla*) are pre-sented. The comparative analysis of the biochemical parameters of blood plasma noninfected birds and birds infected by *Alcataenia larina*, *Tetrabothrius immerinus* and *Diphyllobothrium dendriticum* are carried out. The most remarkable changes in metabolism note for chicks infected by *A. larina* and *D. dendriticum*. The pecu-liarities of the impact of species of the cestodes on metabolism of chicks are dis-cussed.

Keywords: *Rissa tridactyla*, metabolism, *Alcataenia larina*, *Tetrabothrius immerinus*, *Diphyllobothrium dendriticum*.