

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «СОЗВЕЗДИЕ»**

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ДЕКАПСУЛЯЦИИ
ЦИСТ АРТЕМИИ**

Исполнители: Безрукова Ксения Владиславовна, 10 класс

**Руководители: Блинов Михаил Александрович, педагог дополнительного
образования МБУДО ЦДО «Созвездие»,**

Шепс Галина Петровна, преподаватель биологии МБОУ СОШ № 48

Воронеж 2023

Оглавление

Введение	3-5
Обзор литературы	6-9
Материал и методика исследования	10-12
Результаты исследования	13-16
Выводы	17-18
Список использованной литературы	19

Введение

Артемия относится к типу Членистоногие (Arthropoda), классу Ракообразные (Crustacea), подклассу Жаброногие ракообразные (Branchiopoda), отряду Жаброноги (Anostraca), семейству Arterniidae, роду Anemia. Она появилась примерно 100 миллионов лет назад и обитает в озерах с соленой водой. «Первая особь зарегистрирована в 982 году иранским географом в озере Урмия.» [1] Научное описание было сделано Карлом Линнеем в 1758 году под названием *Cancer salinus*. В 1819 году Лич переименовал вид в артемию (*Artemia salina*).

Видовая принадлежность артемий до конца не выяснена. Ранее считалось, что существует только один вид — *Artemia salina* и многочисленные, морфологически отличающиеся друг от друга, расы. В настоящее время считается, что в мире насчитывается порядка 10 видов артемий, распространенных на всех материках. На территории России встречаются 3 вида. В водоемах Крыма *Artemia salina* и *Artemia urmiana*, в Туве — *Artemia sinica*. Абсолютное же большинство популяций России относятся к не идентифицированным партеногенетическим формам, условно обозначаемым как *Artemia parthenogenetica*. В нашей работе определение артемии до вида не имеет значения.

Артемия она выдерживает не только высокие концентрации поваренной соли, но и кислую и щелочную среду. В некоторых водоемах артемия является единственным представителем животного мира, поскольку никакая другая живность в таких условиях обитать не хочет. Взрослая артемия — это рачок, плавающий в толще воды с помощью многочисленных грудных ножек. Питаются рачки водорослями, а также бактериями, простейшими. Рачки стремятся в более освещенные места, где больше водорослей. Способ питания - фильтрация. При недостатке планктона рачкам приходится взмучивать ножками донный ил. Взрослые особи достигают 18 миллиметров длины.

Размножение артемий как раздельнополое, так и партеногенетическое (в размножении не принимают участия самцы). Самка откладывает яйца в яйцевые мешки, которые носит на себе. При благоприятных условиях развитие яиц полностью протекает в яйцевых мешках и из них рождаются уже готовые науплии. Если же условия ухудшаются, то самка выметывает яйца, которые могут храниться очень долго, известны случаи оживления яиц, пролежавших даже 10 000 лет. В результате по берегам озер, где обитает артемия, образуются многокилометровые красные валики из выброшенных на берег яиц, которые затем собирают, очищают от мусора и продают.

Выход науплий артемии зависит от многих факторов: условий хранения, места сбора конкретной партии, степени очистки яиц при сборе и ряда других. Для хорошего выхода науплиусов оптимально брать сухие яйца в вакуумной упаковке (неизменно дают отличные результаты, но и стоят дорого), либо свежесобранную сырую артемию с минимальными сроками хранения. В идеальном случае выклев может достигать 90-95%. Если выход окажется 50% и ниже артемию тоже вполне можно использовать. Понадобится лишь увеличить количество инкубационных емкостей. Хранят артемию в полиэтиленовых пакетах в холодильнике, либо в морозильной камере. Кормят мальков следующим образом. Вылупившиеся рачки изымаются из инкубатора, отфильтровываются через газовый сачок и переносятся в аквариум к малькам. Промывать рачков в пресной воде, как правило, не обязательно. Стоит промыть только в том случае, если малек категорически не переносит соли. Науплиусы артемий могут прожить в пресной воде 6-8 часов.

Однако зачастую бывает, что выход науплий из цист очень низок. И что же делать аквариумисту? Оболочку цист рыбы переварить не могут. Кормить такими цистами нельзя, так как это либо приведет к закупорке кишечника и гибели рыбы, либо непереваренные цисты выйдут, не дав рыбе никаких питательных веществ. Тут и поможет процесс декапсуляции. Он позволяет получить из бесполезного корма корм, который будут есть рыбы.

«Хорион не разрушается и пищеварительными ферментами рыб, поэтому проглоченная циста выходит из кишечника непереваренной. Однако хорион может быть растворен с помощью препаратов, содержащих активный хлор: диоксида хлора, гипохлорита натрия или кальция, хлорной извести. Эта процедура получила название декапсуляции: эмбрион лишается защитной оболочки, оставаясь живым. Декапсулированные цисты могут сразу скармливаться личинкам или инкубироваться обычным способом.» [2]

Актуальность работы очевидна, так как декапсуляция дает возможность получить из корма, который невозможно использовать полноценный корм для аквариумных рыб. Но чтобы это сделать необходимо знать несложные основы протекания процесса декапсуляции.

В качестве рабочей гипотезы нами была принята следующая: разные образцы цист артемии, при проведении процесса декапсуляции, будут отличаться друг от друга. Мы сможем сравнить выбранные образцы цист артемии, раствор для декапсуляции и параметры протекания процесса и выбрать оптимальные условия декапсуляции.

Цель работы: отработать методику декопсуляции цист артемии на практике

Задачи:

1. Выяснить зависимость процесса декапсуляции цист от производителя и марки белизны.
2. Выяснить зависимость процесса декапсуляции цист от партии артемии.
3. Выяснить зависимость процесса декапсуляции от количества цист артемии.
4. Выяснить зависимость процесса декапсуляции от метода подготовки цист.
5. Оценить время протекания процесса декапсуляции.

Обзор литературы

Артемии представляют собой один из немногих видов живых кормов для молоди аквариумных рыб, которые быстро (1-2 дня) могут быть выведены в значительном количестве. Кроме того, они подходят по размеру малькам большинства видов рыб, размножающихся в аквариумах. Широко используются они и в промышленном рыбоводстве.

«Известно, что жаброногий рачок *Artemia salina* - прекрасный корм для молоди рыб. В отличие от многих ракообразных тело артемии не имеет панциря. В нем содержится до 20% жира, а также белки и углеводы, которые легко усваиваются организмом мальков.» [3]

«Введение в обиход артемии мне представляется не менее значительным событием в развитии аквариумистики, чем разгадка секрета разведения голубого неона и освоение сборки цельностеклянных аквариумов на силиконовом клее. Мало того, этот рачок интересен и сам по себе как уникальный живой организм нашей планеты.» [2]

«Вряд ли найдется такой корм для мальков, который по своим питательным свойствам может сравниться с артемией салина. Науплиусы артемии содержат более 50% белка и свыше 23% жира. В отличие от циклопа у них мягкий наружный покров, поэтому они подходят для всех видов рыб. Этот корм можно иметь дома круглый год. Но особенно ценно то, что искусственное разведение артемии полностью исключает занос различных болезней в выростной аквариум.» [4]

«Практика мирового рыбоводства, начиная с 30-х гг. прошлого столетия и по настоящее время, убедительно показала особую пищевую ценность науплиусов артемии в качестве стартового корма для личинок различных видов рыб и ракообразных, выращиваемых в условиях аквакультуры.» [5]

«В полиэтиленовых пакетах артемию можно хранить в нижнем отделе холодильника до 3 – 4 лет с выходом при инкубации науплий до 75 – 90 %. Максимальный срок хранения яиц – 10 лет». [6] Из яиц можно получить

науплий - один из лучших кормов для мальков аквариумных рыб. Науплии артемии используются аквариумистами для выкармливания мальков разных видов рыб. В пресной воде могут прожить 6-8 часов. В настоящее время яйца артемии несложно купить в зоомагазинах.

Однако довольно часто бывает, что выход науплий не так велик. Происходит это по ряду причин:

1. Нарушения в процессе сбора цист.
2. Не правильная обработка цист производителем перед упаковкой и хранением.
3. Несоблюдение условий хранения продавцами цист.
4. Несоблюдение условий хранения аквариумистами.

И что же делать аквариумисту если по какой-то из этих причин у него оказались цисты с низким % выхода науплий артемии? Выбрасывать их жалко, так как цена на них высока (обычно 1000 – 3000 рублей за килограмм). Своим исследованием мы хотели бы им в этом помочь. Наше исследование носит прикладной характер и будет интересно тем аквариумистам, которые выкармливают малька самостоятельно. Получить из них корм пригодный для мальков позволит декапсуляция.

«Кормление рыбок яйцами артемии исключает необходимость в длительном цикле выведения живых науплий артемии. По средним оценкам около 50% всех поставляемых на рынок яиц артемии обладают крайне низким процентом выклева. Они могут приобретаться по значительно более низкой цене (6 \$/кг против 60\$/кг в случае высококачественных цист). После декапсуляции масса цист снижается на 46%, однако это не влияет на их энергетическую ценность. Принимая во внимание стоимость декапсуляции (12\$/кг) и выведения (6\$/кг), общая стоимость готовых к употреблению декапсулированных яиц составляет всего 18 \$/кг по сравнению с 66 \$/кг для живых науплий.» [7]

Что же такое декапсуляция и для чего её делают?

«Декапсуляция яиц артемий – это процесс, посредством которого внешняя оболочка или хорион удаляется с яйца химическим путем. Этот процесс стал стандартной практикой у рыбоводов, желающих вывести высококачественные артемии.» [интен]

Яйца или цисты артемии состоят из покоящихся эмбрионов, покрытых трехслойной оболочкой. В оптимальных условиях инкубации эмбрионы прорывают оболочки и в виде науплий выходят в воду, где поедаются мальками рыб. Внешний (альвеолярный) слой яйца можно полностью удалить с использованием декапсуляции. Декапсулированные цисты затем скормливаются немедленно. Преимуществом декапсуляции является одновременная дезинфекция яиц, возрастание процента выклева, исключение риска расстройства пищеварения у молоди при поглощении внешней оболочки.

«Во время декапсуляции хорион удаляется химическим способом, в результате чего яйца меняют свой цвет от серого к оранжевому, и затем к ярко-оранжевому. Этот ярко-оранжевый цвет обозначает, что процесс декапсуляции завершен.» [8]

«Процесс растворения хориона легко контролируется визуально: первоначальный бурый цвет становится белесым, а затем переходит в оранжевый.» [2]

Декапсулированные промытые цисты можно сразу скормливать рыбам или консервировать. Для консервации их помещают в насыщенный раствор хлористого натрия при комнатной температуре. В течение 3-4 часов цисты обезвоживаются (при помешивании или продувке), после чего их отцеживают и помещают в свежий насыщенный раствор хлористого натрия. В таком виде они могут храниться до двух месяцев в морозильной камере при температуре ниже минус 4°C. По мере надобности цисты извлекают из раствора, промывают и скормливают рыбам или подвергают инкубации.

Первое упоминание декапсуляции цист артемии в аквариумной литературе встречается около 50 лет назад в журнале Рыбоводство и

рыболовство. Однако в условиях промышленного рыбоводства оно применялось и раньше.

«Большой литературный материал, накопленный за предыдущее 50-летие по качеству цист артемии, свидетельствует о том, что цисты из разных популяций обладают разными характеристиками качества и имеют разные пределы оптимума для инкубации.» [9] Можно предположить, что и результаты декапсуляции будут для них различаться

Декапсуляция цист артемии обычно длится 10-20 минут. Окончание процесса легко определить по появлению оранжевого окрашивания яиц артемии.

Материал и методика исследования

Процесс декапсуляции проводится следующим образом. В ёмкость помещают цисты, в качестве раствора используют гипохлорит натрия (натрий хлорноватистоокислый NaOCl). Его можно купить легко купить под названием «Белизна». Существуют и другие растворы для декапсуляции. Их рецепты можно найти в интернете, однако они более сложны в приготовлении чем белизна.

Ёмкость периодически встряхивают и держат в холодной воде так как процесс реакции растворения оболочки цист экзотермический (идёт с выделением тепла) Процесс считается законченным, когда цисты приобретают оранжевый цвет. Это означает что внешняя оболочка растворилась. Затем цисты промывают в плотном сачке из мельничного газа (технического капрона) под струёй воды (T 20-30 °C) до исчезновения характерного запаха хлора. Далее цисты можно сразу скормить рыбам, либо поместить их на длительное хранение (например, заморозив их).

Для исследования нами были выбраны: артемия фирмы «Barrom», город Барнаул (упаковка 500 грамм), Артемия Коралл (Artemia Koral) (упаковка 550 грамм из них артемии 470 грамм) и артемия неизвестного производителя в серебристом вакуумном пакете без маркировки массой 1 кг поставка из Нижнего Новгорода.

Все цисты были проверены на выклев. Цисты артемии Koral и Barrom продемонстрировали характерный для них высокий % выхода науплий, а цисты из Нижнего Новгорода практически не вылуплялась (отмечены единичные науплии).

Для декапсуляции цист использовали белизну из расчёта 2,5 г цист на 100 мл белизны, 2,5 г цист на 50 мл белизны и 2,5 г цист на 25 мл белизны. В опыте мы использовали белизну марок: Белизна-эконом Доброхим ООО ПК «РУСБЫТХИМ» г. Воронеж, Белизна ООО «Спектр» г. Санкт-Петербург, Белизна АК Каустик г. Волгоград.

В ходе опыта отмечалось время протекания реакции до ее полного окончания. Опыты были проведены с предварительным замачиванием и без него. Замачивание проводилось следующим образом за час до начала процесса декапсуляции необходимое количество цист помещалось в контейнер для сбора биоматериалов. Эти контейнеры очень удобны так как они имеют закручивающиеся крышки. Это не дает выплескиваться раствору при его перемешивании. Можно брать емкости и большего объема смотря по тому сколько артемии необходимо декапсулировать. Однако при желании можно использовать любой сосуд, который вам больше подходит. Перед декапсуляцией цисты замачивали таким образом, чтобы они впитали воду примерно за 1 час. Это соответствует литературным рекомендациям. «Декапсулируют цисты после одночасового набухания.» [2]

В зависимости от необходимости замачивания в контейнеры добавлялась или не добавлялась вода из расчета 2 мл воды на 1 грамм цист артемии. Через час после замачивания в контейнеры наливался рабочий раствор белизны. Для сухих цист без замачивания раствор белизны заливается сразу же.

Емкости все время находятся в кювете с холодной водой, так как в процессе декапсуляции температура раствора повышается. Примерно раз в минуту емкость необходимо встряхивать. Декапсуляцию можно считать законченной, когда цисты артемии сменят цвет с коричневого на оранжевый.

Опыт проходил следующим образом. В качестве емкостей для обработки цист нами были взяты контейнеры для сбора биоматериала объемом 120 мл. В емкость помещали цисты артемии (2.5 грамма) и затем через час (при замачивании) или сразу (без замачивания) добавляли 25-100 мл белизны. Затем контейнеры помещались в емкость с холодной водой для охлаждения и их содержимое перемешивалось из расчета 1 раз в минуту. Отмечали время окончания процесса. Опыты проводили в трёх повторностях. Затем из трех результатов получали средний округляя его до целых секунд.

По итогам опыта декапсулированная артемия Coral она имеет краснооранжевый цвет. Декапсулированная артемия двух других производителей оранжевая.

Время процесса зависит от марки белизны, фирмы производителя и партии цист и количества раствора белизны. Оптимальное количество цист 5-10 г на 100 мл раствора белизны. Меньше цист брать можно, однако это повысит расход раствора белизны, хотя и несколько ускорит время протекания процесса..

Результаты исследования

В ходе опыта мы учитывали время протекания процесса и его полноту.

Процесс повторяли три раза для каждой из концентраций цист. Окончанием процесса считали оранжевое окрашивание. Отмечали время в секундах. Затем из трех результатов для одинаковой концентрации получали среднее время которое округляли до целых секунд.

Результаты опыта представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Время декапсуляции цист без замачивания в секундах

Марка белизны	2,5 гр на 100 мл			5 гр на 100 мл			10 гр на 100 мл		
	Barrom	Коралл	Неизвестн	Barrom	Коралл	Неизвестн	Barrom	Коралл	Неизвестн
Белизна-эконом Доброхим	281	165	321	308	183	354	332	209	418
Белизна АК Каустик	192	134	269	214	143	293	239	153	322
Белизна ООО «Спектр»	900 сек процесс не закончен			900 сек процесс не закончен			900 сек процесс не закончен		

Таблица 2. Время декапсуляции цист с замачиванием

Марка белизны	2,5 гр на 100 мл			5 гр на 100 мл			10 гр на 100 мл		
	Barrom	Коралл	Неизвестн	Barrom	Коралл	Неизвестн	Barrom	Коралл	Неизвестн
Белизна-эконом Доброхим	237	148	293	263	162	329	297	183	358
Белизна АК Каустик	172	115	243	194	121	278	215	128	301
Белизна ООО «Спектр»	900 сек процесс не закончен			900 сек процесс не закончен			900 сек процесс не закончен		

Как видно из результатов опыта время и полнота протекания процессов зависят от используемых цист и марки белизны.

Для удобства данные представлены в виде диаграммы.

Рис. 1 Белизна Доброхим без замачивания

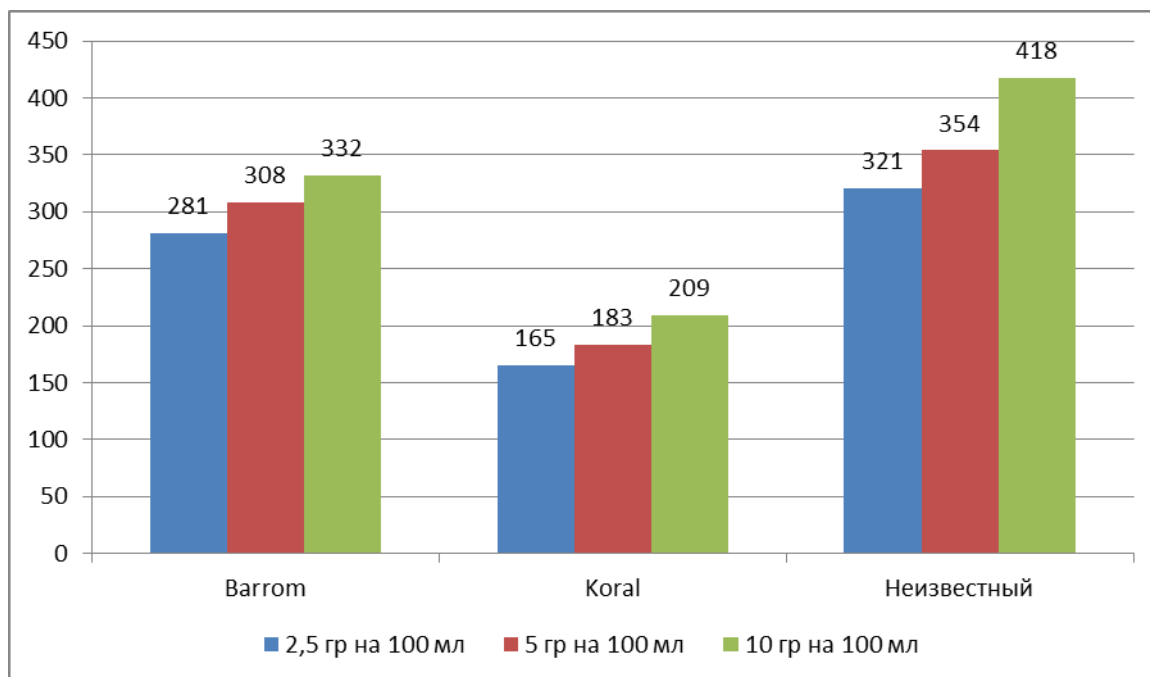


Рис. 2 Белизна Каустик без замачивания

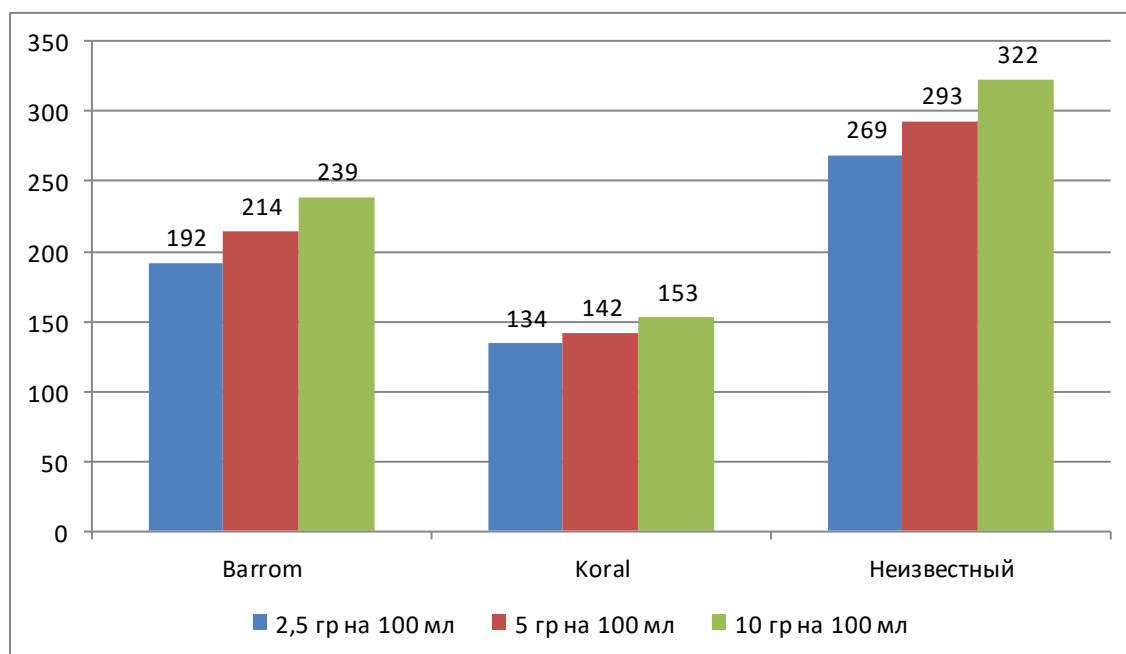


Рис. 3 Белизна Доброхим с замачиванием

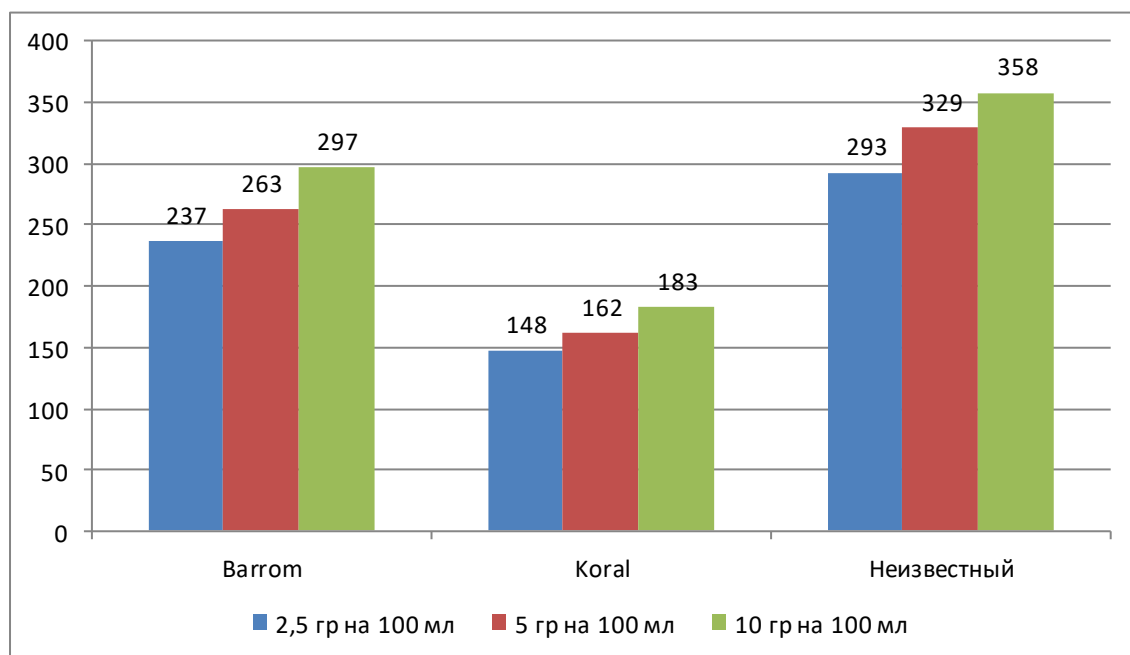
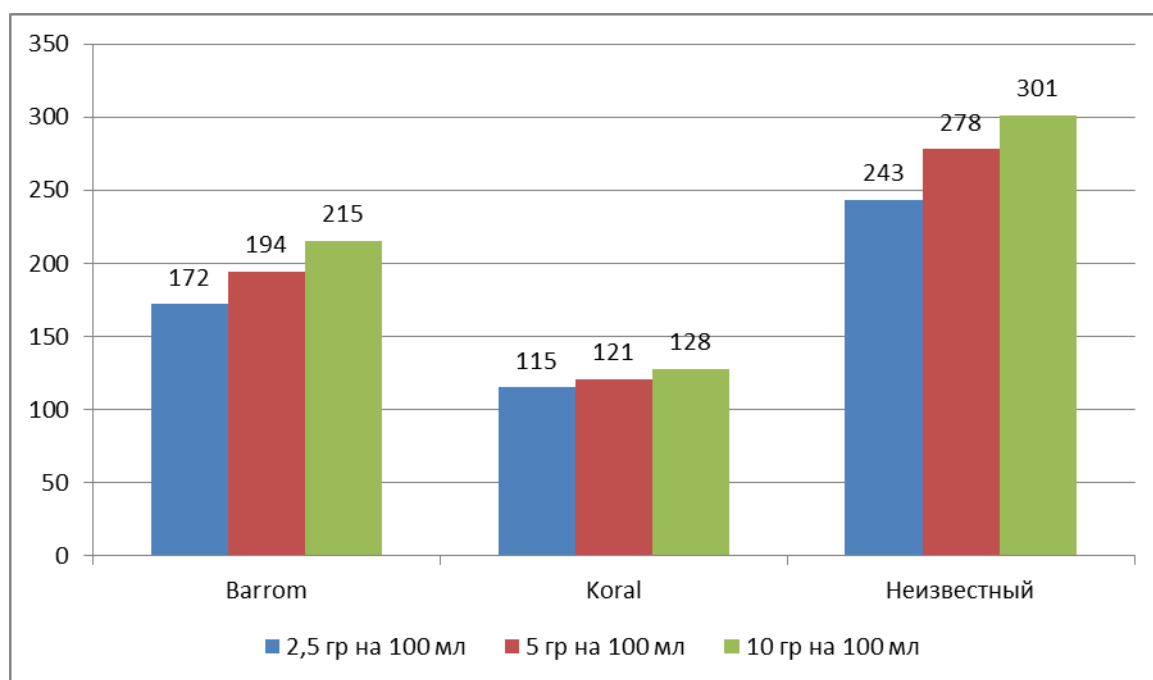


Рис. 4 Белизна Каустик с замачиванием



Для Белизны Спектр диаграммы не строили, так как процесс декапсуляции не был завершен. Цисты стали белесыми, но оранжевой окраски не было.

Наименьшее время показали цисты артемии Koral, несколько большее время у цист Barrtom. И максимальное в рамках опыта у цист неизвестной марки.

Белизна Каустик работает быстрее, чем Доброхим. Белизна Спектр не работает совсем.

Предварительное замачивание цист уменьшает время протекания процесса декапсуляции для всех видов цист.

Время протекания процесса в зависимости от концентрации цист составило:

Для цист Barrtom и Белизны Доброхим с замачиванием 237-297 с, без замачивания 281-332 с.

Для цист Koral и Белизны Доброхим с замачиванием 148-183 с, без замачивания 134-153 с.

Для цист Неизвестной марки и Белизны Доброхим с замачиванием 293-358 с, без замачивания 321-418.

Для цист Barrtom и Белизны Каустик с замачиванием 172-215 с, без замачивания 192-239 с.

Для цист Koral и Белизны Каустик с замачиванием 115-128 с, без замачивания 134-153 с.

Для цист Неизвестной марки и Белизны Каустик с замачиванием 243-301 с, без замачивания 269-322 с.

Для цист всех марок и Белизны Спектр процесс не был завершен за 900 секунд и был остановлен.

Выводы:

1. Время декапсуляции зависит от производителя и марки используемой белизны. Поэтому необходимо использовать только проверенные, хорошо зарекомендовавшие себя марки.
2. Для разных партий цист время декапсуляции различно.
3. При меньшем количестве цист процесс декапсуляции идет несколько быстрее
4. Процесс декапсуляции протекает быстрее если цисты предварительно замачивали.
5. Время протекания процесса в нашем опыте составило от 115 до 419 секунд.

Наше исследование поможет аквариумистам самостоятельно декапсулировать цисты артемии и получать науплий артемии из цист низкого качества. Это сэкономит им деньги, затраченные на ее покупку. В конечном итоге это снизит себестоимость выкармливаемой аквариумистами молоди рыб.

Цисты лучше всего декапсулировать с предварительным замачиванием.

Лучшая марка белизны из исследуемых нами Каустик г. Волгоград.

Простейшая методика декапсуляции, по нашему мнению, выглядит так:

1. Берем необходимое нам количество цист артемии которое планируем декапсулировать.
2. Подбираем емкость. Объем емкости минимум в 10 раз больше, чем масса декапсулируемых цист. Так для 10 грамм цист емкость минимум 100 мл. Лучше немного больше (примерно на 20-25 %).
3. Цисты замачиваем в воде из расчета 2 мл воды на 1 грамм цист.
4. Ждём 1 час.
5. Заливаем раствор белизны в пропорции на 10 грамм цист 100 мл.
6. Держим емкость в холодной воде.
7. 1 раз в минуту встряхиваем емкость.

8. Когда цисты станут оранжевыми сливаем их в сачек и промываем под струей воды до тех пор, пока не исчезнет запах хлора.
9. Далее либо скармливаем цисты рыбам, либо готовим их для дальнейшего хранения.

Дальнейшие перспективы работы мы видим в использовании других марок белизны и в расширении ассортимента партий цист артемии. Это позволит получить еще более полную картину процесса.

Список литературы

1. Рачок артемия URL: <http://aquavitro.org/2017/06/01/rachok-artemiya/> (дата обращения 10.02.2023)
2. Ванюшин И. Эта удивительная артемия. //Аквариум, 1996 №4, с. 36-41
3. Мухина Г. Из опыта производителей. //Рыбоводство, 1985 №2, с. 27
4. Гамалей С. Еще раз об артемии // Рыбоводство и Рыболовство, 1984 №11, с. 29
5. Микулин А.Е. Живые корма. – М.: «Дельфин», 1994. – 104 с., ил.
6. Корентович М.А., Сироткина Е.А., Бронников М.Н., Соломинова Н.П. 2017. Усовершенствование методов инкубации и биоинкапсуляции науплиусов артемии. Вестник рыбохозяйственной науки, 4(1): 4–19.
7. Декапсулированные яйца артемии в качестве замены живых науплий и мoin URL: <https://aquavitro.org/2013/05/11/dekapsulirovannye-yajca-artemii-v-kachestve-zameny-zhivyx-nauplij-i-moin/> (дата обращения 10.02.2023)
8. Культивирование артемии для интенсивного разведения мальков URL: <https://aquavitro.org/2011/03/20/kultivirovanie-artemii-dlya-intensivnogo-razvedeniya-malkov/> (дата обращения 10.02.2023)
9. Литвиненко Л.И., Гуженко М.В. 2007. Определение оптимальных параметров инкубации цист сибирских популяций артемии. Рыбное хозяйство, 2: 82–86.