



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

Выпускная квалификационная работа
(Бакалаврская работа)

На тему: Биотехника выращивания в искусственных условиях
осьминога обыкновенного *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797)

Исполнитель: Насыбуллина Яна Ильясовна

Руководитель к.т.н., доц. Шошин Александр Владимирович

«К защите допускаю»

Заведующая кафедрой

к.т.н., доц. Королькова С.В.

«25» июня 2020г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2020



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

Выпускная квалификационная работа
(Бакалаврская работа)

На тему: Биотехника выращивания в искусственных условиях
осьминога обыкновенного *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797)

Исполнитель: Насыбуллина Яна Ильясовна

Руководитель к.т.н., доц. Шошин Александр Владимирович

«К защите допускаю»

Заведующая кафедрой

к.т.н., доц. Королькова С.В.

«__» _____ 2020г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2020

Оглавление

Введение.....	4
1. Биологическая характеристика <i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797.....	6
1.1. Положение в системе.....	6
1.2. Биология.....	7
1.3. Морфологические и анатомические особенности.....	8
1.4. Зоогеография вида.....	15
1.5. Размножение и рост.....	16
1.6. Плодовитость.....	19
1.7. Жизненный цикл.....	19
1.7.1. Эмбрионы.....	19
1.7.2. Параларва.....	21
1.7.3. Ювенильные особи.....	23
1.7.4. Взрослая особь.....	24
1.8. Промысел.....	24
1.9. Краткий исторический обзор разведения <i>Octopus vulgaris</i> в искусственных условиях.....	25
2. Биотехника разведения <i>Octopus vulgaris</i> в искусственных условиях	28
2.1. Отлов, транспортировка и содержание производителей.....	29
2.1.1. Отлов потенциальных производителей.....	29
2.1.2. Транспортировка осьминога.....	30
2.1.3. Содержание производителей.....	30
2.2. Отбор производителей: взвешивание и определение пола.....	31
2.3. Условия для размножения.....	32
2.4. Процесс оплодотворения.....	33

2.5. Выдерживание параларв.....	33
2.6. Выращивание от ювентильной особи до взрослой.....	34
2.7. Кормление осьминога.....	35
3. Проектирование завода для разведения.....	43
<i>Octopus vulgaris</i>	43
3.1. Гидрологическая характеристика водного объекта, на котором располагается проектируемый завод.....	43
3.2. Описание системы разведения.....	45
3.3. Расчет.....	49
3.4. Расчет оборудования для завода по разведению осьминога.....	50
3.5. Водоснабжение завода и расход воды.....	51
Заключение.....	53
Список литературы:.....	55
Приложение.....	57

Введение

Обыкновенный осьминог (*Octopus vulgaris*) в последние годы вызвал большой интерес, как вид, который можно считать пригодным для крупномасштабного производства. Спрос на мясо осьминога растет с каждым годом, однако, сталкивается с его дефицитной доступностью в природе из-за чрезмерного и неконтролируемого промыслового усилия. Осьминоги, выращенные искусственно, могут не только удовлетворить растущие пищевые потребности, но и спасти своих диких сородичей от перелова.[9] Такие страны, как КНР, Япония, Мексика и Испания уже сосредоточились на промышленном разведении осьминогов.[12][1]

Цель работы:

Изучить биотехнологию разведения обыкновенного осьминога *Octopus vulgaris* в искусственных условиях.

Задачи работы:

1. Дать биологическую характеристику *O. vulgaris*;
2. Ознакомиться с особенностями жизненного цикла *O. vulgaris*;
3. Рассмотреть историю искусственного разведения вида;
4. Выявить закономерности содержания осьминога в искусственных условиях;
5. Описать наиболее эффективную биотехнологию искусственного разведения осьминога.

Предмет работы:

Разведение обыкновенного осьминога в искусственных условиях.

Объект работы:

Обыкновенный осьминог *Octopus vulgaris*.

Актуальность:

На сегодняшний день 2% мирового потребления белка людьми составляют головоногие моллюски. [11] Основным видом для искусственного выращивания является Осьминог обыкновенный *Octopus vulgaris*. Коммерческий интерес к развитию разведения осьминога (*Octopus*

vulgaris, Cuvier, 1797), родился из-за того, что этот головоногий моллюск занимает очень важную нишу на европейском рынке морепродуктов, будучи особенно любимым потребителями в любое время года. Помимо того, что на данный момент этот вид является самым распространенным и наиболее изученным, он также имеет очень высокий коэффициент конверсии корма в массу тела, набирая вес до двух-трёх килограммов в кратчайшие сроки. [3]

Практическое значение:

Обыкновенный осьминог обладает высокой плодовитостью (каждая самка производит от 100 000 до 500 000 яиц), быстрыми темпами роста (привес более 16-26 г в день), высокое содержание белка (70-90% от всей массы тела и даже сухого вещества) и высокая скорость конверсии пищи в массу тела. Он представляет некоторые очень интересные биологические характеристики, такие как: короткий жизненный цикл (1-2 года), высокая скорость роста (привес >15% массы тела в день), высокая плодовитость и легкая адаптация к искусственным условиям. [7] Мясо осьминога – хороший источник здоровой пищи, оно содержит большое количество белка и почти не содержит жира. Также головоногие менее чувствительны загрязнению окружающей среды, нежели рыба. Помимо того, потребление осьминога может сбалансировать потребление мяса наземных животных.[11]

Структура работы:

Выпускная квалификационная работа представлена на 58 страницах и состоит из введения, 3 глав основной части, заключения с выводами по выполненной работе, списка использованной литературы в количестве 12 источников, 6 из которых на иностранном языке, а также приложения с терминологическим словарем по виду.

1. Биологическая характеристика *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797

1.1. Положение в системе

Царство: Животные Animalia

Тип: Моллюски Mollusca

Класс: Головоногие Cephalopoda

Отряд: осьминоги Octopoda

Семейство: Обыкновенные осьминоги Octopodidae

Род: Настоящие осьминоги *Octopus*

Вид: осьминог обыкновенный *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797)

(рис. 1). [8]

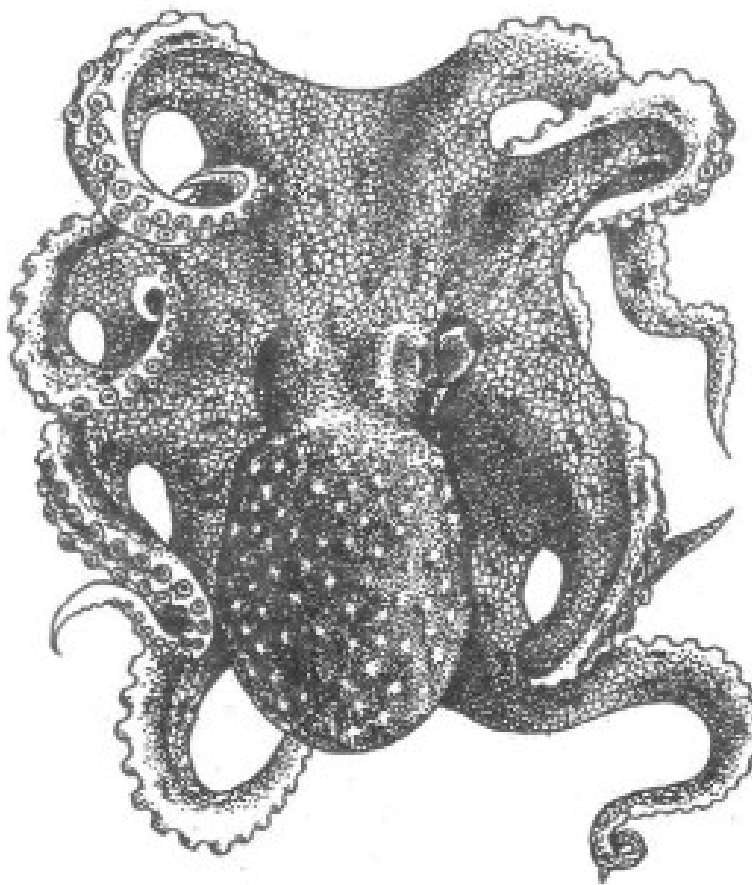


Рисунок 1. Внешний вид *Octopus vulgaris* [6]

1.2. Биология

Спустя полвека после первых успешных попыток культивирования краткий обзор биологии головоногих, даже в условиях аквакультуры, обязательно будет несколько неполным. Головоногие являются исключительно морскими моллюсками (за исключением немногих видов, переносящих низкую соленость), они раздельнополы и цикл развития у них прямой (без конкретно личиночной стадии); они являются хищниками или (реже) падальщиками. Некоторые головоногие постоянно плавают или «парят» в пелагиали, в то время как другие остаются близко ко дну или же остаются неподвижными в песчаных субстратах в течение большей части дня (таким образом прячась от хищников наряду с минимизацией энергетических затрат). [7]

Octopus vulgaris обитает в шельфе на глубинах от 0 до 200 м, при температуре воды не ниже 7° С. Встречается на грунтах разных типов. Как и все головоногие, на самом деле, активный хищник, он находит свою добычу благодаря своей отличной зрительной системе, но химические сигналы также играют здесь важную роль. [7] Поглощение пищи очень избирательно, фактически отбрасывает раковины, панцири, кости и хрящи, имеющие низкую пищевую ценность. Большинство осьминогов живут в скалистых ущельях, где они могут найти для себя отличные укрытия, в то время как в песчаных районах, как правило, строят укрытия из первых попавшихся материалов, даже выброшенные в море стеклянные бутылки могут использоваться в качестве дома. Тем не менее, эти необычные жилища не они эффективны против нападения одного из его главных хищников: мурены. [3]

Осенью мигрируют на большую глубину, весной начинают выходить на мелководье. Мигрируют на мелководья также для нереста. В районах с выраженной сезонностью имеют два сезона нереста: в Средиземном море и у

Японии – апрель – май и октябрь, у Северо-Западной Африки – май – июль и сентябрь. [5] Самка откладывает от 120 до 400 тыс. яиц, которые собирает в гроздь и прикрепляет к разным предметам в укрытиях, особенно на мелководье. Инкубационный период, в зависимости от температуры воды, может составлять от 25 до 65 дней. В течение этого времени самка остается рядом с кладкой, охраняя ее. При этом она не питается и, как правило, погибает вскоре после вылупления личинок. Личинки ведут пелагический образ жизни примерно в течение 40 дней и опускаются на дно при длине не меньше 12 мм. В Японии в возрасте 4 месяцев осьминоги имеют вес около 1 кг. Живут не меньше 2 лет.[7]

1.3. Морфологические и анатомические особенности

Octopus vulgaris отличается от других головоногих, таких как кальмары и каракатицы, он один имеет 8 рук одинаковой длины и ловкости, с двойным рядом присосок от основания и до самого конца щупальца. Округлое и компактное тело имеет только след раковины и настолько гибко, что принимает гидродинамическую форму, когда осьминог плавает, вытесняя воду из сифона (струйное плавание). Однако во время плавания сердца осьминога перестают биться, вызывая кислородную задолженность. Это связано с увеличением давления, которое образуется внутри полости мантии, что препятствует венозному возврату, поэтому струйное плавание не может быть регулярной системой локомоции. Когда осьминог на дне, он наполовину плавает и наполовину ползает с помощью своих перепончатых рук. Обычно он питается крабами и другими ракообразными, а также двусторчатыми моллюсками, червями или рыбами, которых он находит в небольших отверстиях между камнями или в узких щелях.[10]

Независимо от среды, в которой они живут, руки оснащены мощными мышечными присосками, которые служат в первую очередь, чтобы захватить и удержать свою добычу, хотя у самцов они имеют дополнительную функцию, связанную с размножением. У осьминога может быть более 240

присосок на руке (а всего 1900), которые он использует для поимки добычи, облегчения движения, прикрепления к различным структурам, а также для управления какими-то объектами и получения информации об окружающей среде. В дополнение к прилипанию, краем присоски можно сложить, наматывать и удерживать тонкие нити и фольгу.

Открытая часть присоски называется инфундибула (рис. 1.8). На поверхности в подвздошной кишке имеются радиальные гребни и бороздки, покрытые кутикулой из хитина, которые периодически отрываются и обновляются. Присоски прикреплены к руке через короткую мускулатуру, способную заставить их вращаться в любом направлении и заставить их прикрепиться к любому объекту. Стенки вертлужной впадины и инфундибулы состоят из внутренней мускулатуры, состоящей из тройных крепких и плотно собранных мышц. Купол вертлужной впадины в основном состоит из волокон лучевой мышцы, находящейся в соединительной ткани, которая заполняет внутреннюю полость вне вертлужной впадины. В стенке вертлужной впадины также присутствует ряд пучков мышц, ориентированный параллельно поверхности влагалища, большинство из них расположены на внутренней поверхности, где они образуют сфинктер в отверстии, которое соединяет вертлужную впадину со стенкой влагалища. Присоски прикрепляются к рукам рядом внешних мышечных продольных пучков, которые окружены слоем внешних окружных мышц образуя сфинктер. [7]

Механическая основа адгезии (прилипания) проста: край инфундибулы сплющивается от поверхности предмета, уплотняя его, и внутри полости давление в вертлужной впадине снижено. После того, как присоска вступила в контакт с поверхностью, сокращение радиальной мускулатуры вертлужной впадины генерирует силу, которая стремится уменьшить толщину стенки, увеличивая объем вертлужной полости. Если край присоски плотно прилегает к поверхности запечатывания (образование слизи эпителием края инфундибулы предотвращает попадание воды),

увеличение внутреннего объема создает депрессию, которая заставляет присоску прилипнуть к поверхности. Чем больше укорочение радиальных волокон, тем больше депрессия внутри полости. На этом этапе пучки южных и круговых мышц расслабляются, действуя противоположно друг другу, в то время как их сокращение увеличивает толщину стенки вертлужной впадины за счет повышения внутреннего давления и отсоединения присоски.

В конечном итоге, благодаря соответствующему нервно-мышечному контролю, они могут производить специфическое и сложное изгибание в каждой точке.[7]

Попав в ловушку, жертва направляется в сторону хитинового клюва и радулы. Она добывается, когда это ракообразные и двустворчатые моллюски, медленным и сложным образом, пульпа удаляется из экзоскелета или от клапанов очень точным и чистым способом. Это связано частично с тонким движением клюва, радулы и присосок, но прежде всего со слюной, выделяемой пищеварительной железой, содержащей смесь биоактивных компонентов (протеазы и хитиназы), которые облегчают отслоение пульпы. После поглощения фрагменты пищи продолжают свой путь вдоль оставшейся пищеварительной системы, состоящей из: пищевода и его дивертикула, желудка, кишечника. Конечный продукт азотистого обмена у осьминога представлен аммиаком (NH_4^+). [10]

Экскреторная система состоит из двух органов: почечная ткань и жаберный эпителий. Почечная ткань сгруппирована во флоккулирующие массы (почечные придатки), которые частично поглощают ультрафильтрат, образующийся на уровне сосудов, близких к жаберному сердцу, в то время как жировой эпителий представляет собой систему выведения внепочечного аммиака, которая позволяет напрямую удалять ион в воду). Осьминог может жить в течение значительных периодов времени с использованием даже просто жаберный эпителий. У *Octopus vulgaris* есть пара хорошо васкуляризированных жабр (*Dibranchiate*), которые позволяют ему дышать через противоточную систему: поток воды проходит через пластинки каждой

жабры в направлении, противоположном направлению крови - эта система служит для того, чтобы максимизировать газообмен

Кровеносная система закрыта и состоит из 3 сердец: двух жаберных и одного системного. В жабрах кровь насыщается кислородом, после чего она подталкивается к системному сердцу (2 предсердия и 1 желудочек), которое благодаря мощному систолическому давлению качает кровь по периферии тела. Насыщенная кислородом кровь осьминога имеет синий цвет, благодаря присутствию меди, содержащейся в дыхательном пигменте гемоцианина. Связь между кислородом и гемоцианином менее эффективна, чем связь с гемоглобином позвоночных, поэтому для поддержания высокой скорости метаболизма этого активного хищника необходимы кровяное давление и более высокая скорость потока. [7]

Мужская репродуктивная система состоит из одного яичка и непарной системы протоков (рис. 2). Яичко (t) представляет собой компактную массу клеток, разделенных соединительной тканью и сосудами с большим запасом крови. Стенка протока состоит из половых клеток, где происходит дифференцировка сперматоцитов. Сперма мигрирует в яичко, где она упакована в сперматофоры. Сперматофоры (esp) хранятся в комплексе мешка Нидхэма (cbn), после чего они продолжают свой путь, пока не достигнут полового члена (p). Гонада незрелого самца очень маленькая и белого цвета, отдельные компоненты комплекса едва различимы. По мере развития яичко приобретает цвет слоновой кости, в то же время увеличивается в размерах, расширяется афферентный проток, семенной пузырь и сумка Нидхэма, приобретая оттенок охры. Вес яичка увеличивается все медленнее, пока не стабилизируется, в то время как комплекс границы Нидхэма непрерывно растет, превышая таковой яичка. После выделения спермы комплекс Бурсы Нидхэма продолжает оставаться объемным, хотя он частично или полностью пуст, в то время как яичко становится относительно маленьким и похожим на солому по цвету. [10]

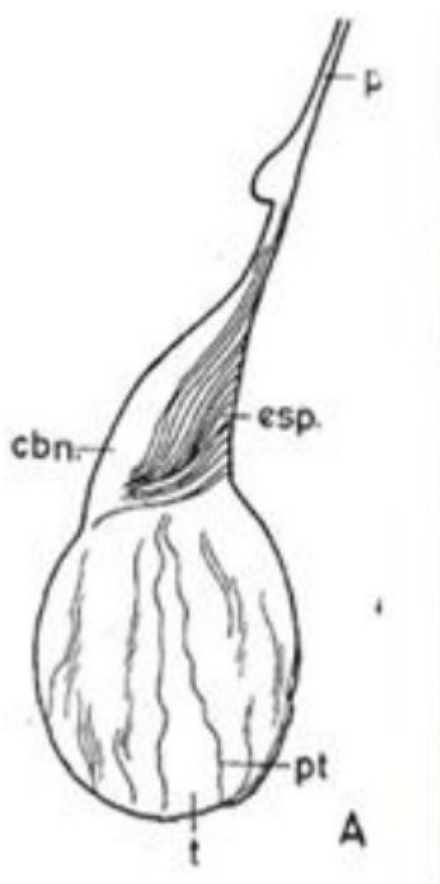


Рисунок 2. Мужская репродуктивная система: яичко (t), сперматофоры (esp), мешок Нидхэма (cbn,)половой член (p).[7]

Женская репродуктивная система состоит из одного яичника (p.ov), отсюда отходят два яйцевода (ovd) (рис. 3). Приблизительно на половине длины яйцеводы представляют яйцевидные железы (gl.ov), в которых присутствуют сперматозоиды, в которых хранится сперма. Сперма остается жизнеспособной в них даже в течение 4 месяцев. Процесс созревания самки приводит к огромному развитию яичника, то же самое происходит с яйцами, содержащимися внутри. На этом этапе гонада сжимает и перемещает остальные органы полости тела. Следует отметить, что у самки есть признаки, позволяющие точно определить состояние половой зрелости: размер и строение яйцевидных желез вместе с другими различными частями гонады. Во время фазы незрелости яйцеводы полупрозрачные и тонкие, яйцевидные железы однородные и белые, яичник маленький и белый. На

ранней стадии развития яйцеводы расширяются, яйцевидные железы постепенно увеличиваются в размерах и имеют двойной ряд интенсивных белых зубов в передней области. Наконец, в фазе зрелости яйцевидные железы имеют срединную область красноватого цвета, в отличие от основной, которая является перламутровой. В период овуляции яйцеводы приобретают цвет слоновой кости, яйцевидные железы слегка уменьшаются и темнеют, а мембрана яичника становится более вялой.

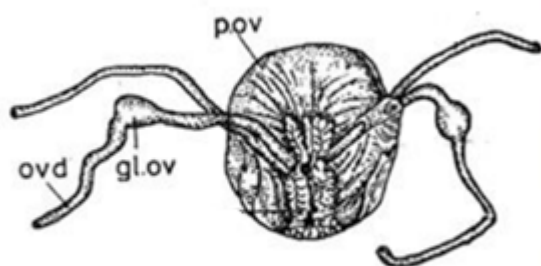


Рисунок 3. Женская репродуктивная система осьминога: яичник(p.ov), яйцевод (ovd), яйцевидные железы (gl.ov).[7]

Что касается центральной нервной системы, то она состоит из более или менее компактной массы клеток, составляющих мозг, связанных с рядом периферических ганглиев. Мозг расположен между глазами и заключен в крепкий хрящевой череп (рис. 4). Имеются четкие функциональные подразделения между различными долями головного мозга, области, отвечающие за управление разными мышцами, расположены в боковых и пищеводных областях мозга, а те, которые контролируют руки, мантию, голову, сифон и хроматофоры, расположены в подзубной части пищевода. В дополнение к мозгу существуют массы периферических ганглиев, которые контролируют определенные органы, кроме того, они обеспечивают определенную степень автономии в отношении местного движения. На

поверхности рук, но не только, есть чувствительные клетки, оснащенные проприоцепторами, которые играют важную роль в реакции на обратную связь от тактильных и химических раздражителей, это позволяет им различать объекты, которые отличаются по качеству, и обращаться с ними с чрезвычайным мастерством. Другое высокоразвитое чувство - это зрение, существенное как для видов, обитающих на мелководье, так и для тех, кто живет в более абиссальных регионах. Наконец, типичным для осьминога является наличие мышечного пузыря, содержащего чернила, расположенного рядом с задней кишкой, который выталкивается через сильную струю воды из основания сифона. Чернила состоят в основном из меланина и после высвобождения в воду образуют завесу, состоящую из мелких частиц слизи, соединенных вместе. Он имеет функцию отвлекать любых преследователей, чтобы позволить головоногим моллюскам быстро менять направление и убежать. Это делает осьминога чрезвычайно сложным животным как с анатомической, так и с физиологической точки зрения, однако его наибольшая способность заключается в способности изменять цвет и физиогномику в зависимости от обстоятельств, что делает его чрезвычайно интересным животным. [3]

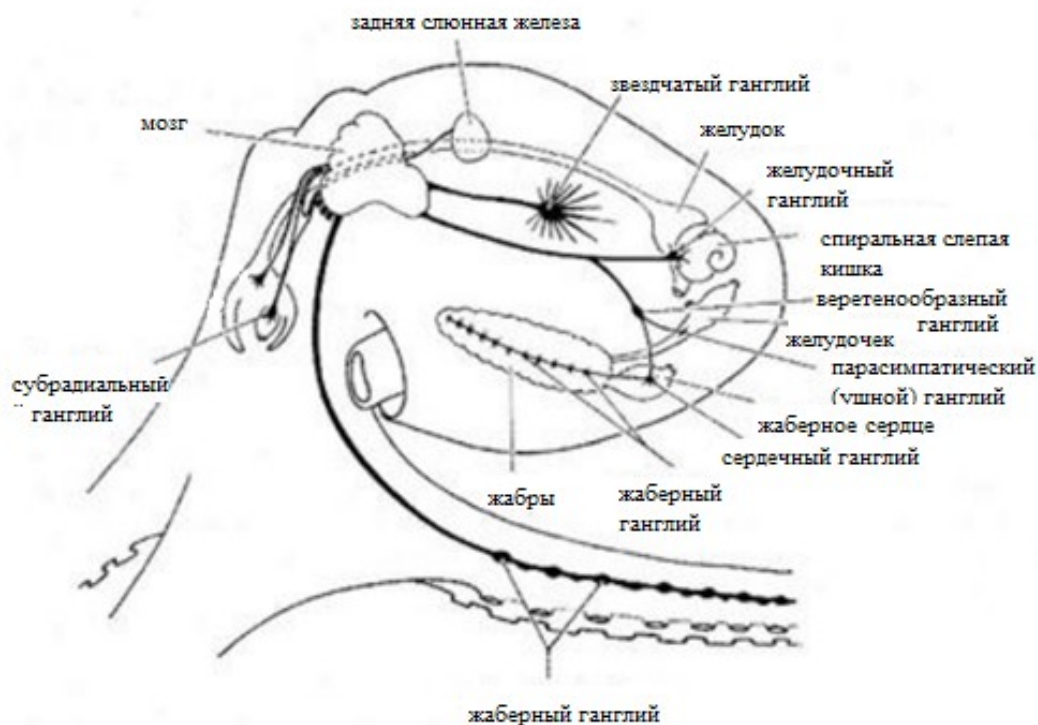


Рисунок 4. Схематическое органов и главных ганглиев нервной системы осьминога обыкновенного. [7]

1.4. Зоогеография вида

Осьминоги распространены повсеместно (рис. 5). Наиболее часто встречаются в Средиземном море, восточной части Атлантического океана, Японском море. Обитает осьминог во всех тропических, субтропических морях и океанах (с соленостью не ниже 30%), от мелководья до глубины 100-150 м. Предпочитает скалистые прибрежные зоны, отыскивая для обитания пещеры и расселины в скалах.[8]

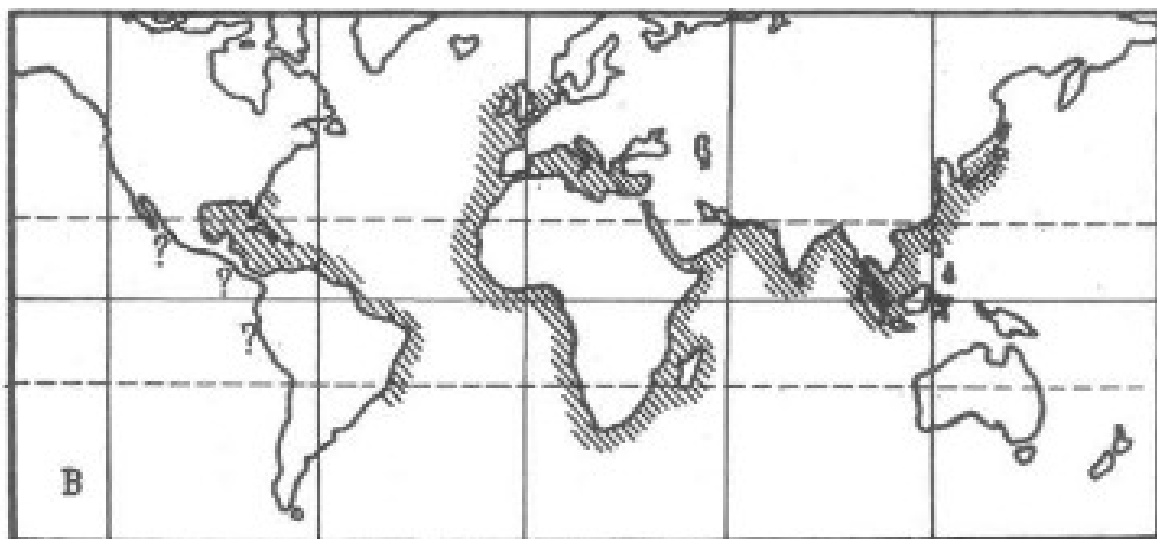


Рисунок 5. Распространение осьминога обыкновенного [6]

1.5. Размножение и рост

Octopus vulgaris – раздельнополое животное, поэтому в своем цикле не меняет пол. Его жизненный цикл относительно короткий, составляет 1 или 2 года, хотя, по мнению некоторых авторов, этот период может варьироваться в зависимости от географического местоположения: от 12 до 20 месяцев в Средиземном море, от 18 до 24 месяцев на северо-западном побережье Африки, от 9 до 15 месяцев на северо-восточном побережье Африки. Сезон нереста осьминогов очень длителен и варьируется в зависимости от географического района; однако идентифицируют два ежегодных пика размножения: первый соответствует весеннему периоду (март-май), наиболее важный в Атлантике и Средиземноморье, а второй осеннему (сентябрь-октябрь). [7]

Наблюдается определенный половой диморфизм между самцами и самками: половозрелые самцы имеют у основания 2-й и 3-й пары рук специальные присоски намного больше всех остальных (расширенные присоски) (рис. 6), в то время как у самок такого нет. [7]



Рисунок 6. Расширенные присоски самцов осьминога.[7]

Эти присоски используются на этапе сближения с самкой, чтобы продемонстрировать его сексуальную зрелость. Также воздействие этих специальных присосок необходимо для предотвращения любых попыток атаки со стороны самки, большей по размеру. У осьминогов оплодотворение внутреннее и самцы оплодотворяют самку, используя конструктивно модифицированную руку (называется эктокотиль), таким образом они передают сперматофоры. Эта конечность соответствует третьей правой руке.

Эктокотиль состоит из:

- лигулы;
- аира (аир), конический сосочек у основания язычка;
- бороздки спермы (бороздки), борозды вдоль брюшной стороны эктокотилия.

Сперматофоры переносятся по сперматозоидным бороздам, где они захватываются из лигулы, а затем выпускаются. В любом случае отношения ведутся дистанционно, только когда самец приблизится достаточно, эктокотиль расширяется, и осьминог вводит его внутрь полости мантии самки (рис. 7).[7]

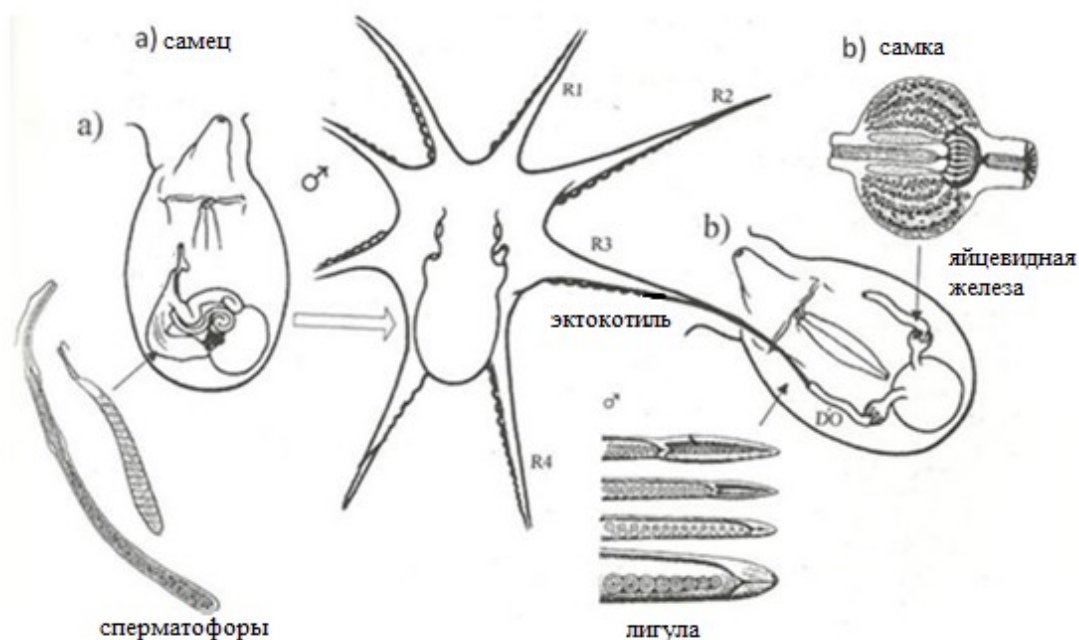


Рисунок 7. Репродуктивное поведение *Octopus vulgaris*. [7]

Эктокотиль обладает способностью правильно ориентироваться в полости мантии женского пола, чтобы достигнуть яичника. Сначала самка активно противостоит вторжению, хотя позже это принимает и лежит тихо, так что совокупление может продолжаться. По перистальтике сперматозоиды, хранящиеся в сумке Нидхэма, проходят через проток (наружный проток) и достигают конца эктокотилия. Сперматофоры входят в яйцевод и откладываются в яйцевидных железах. Самка может хранить сперму нескольких самцов в значительном временном диапазоне до отложения яиц. [7] [10]

Когда яйца проходят внутри яйцевидных желез, они оплодотворяются, так как вдоль закругленного конца находится микрочастица, куда входит сперма. Когда самка готова отложить яйца, она ищет выступающие камни, где можно укрыться. Кладка обычно состоит из нескольких сотен яиц. Они проходят через сифон вместе с клейким материалом, выделяемому яйцевидными железами, которые действуют как адгезив для атаки. После отложения самка остается с ними, сохраняя их в чистоте, проветривая и защищая от хищников (рис.1.16). Яйца могут значительно различаться по размеру и числу. Яйца вылупляются в течение определенного периода

времени, который меняется в зависимости от $T^{\circ}\text{C}$. Обычно при температуре 20°C , развитие эмбриона занимает около 35-40 дней.[3]

Только 1-2 молодых осьминогов из двухсот тысяч доживает до половой зрелости.[7]

1.6. Плодовитость

Когда нерест протягивается в течение нескольких недель или месяцев, осьминоги могут делать паузы различной длины, но состояния полового покоя (регрессии половых органов) все равно не будет. Это явление у головоногих моллюсков называют – множественный нерест. Общее количество яйцеклеток, отложенных в течение длительного времени одной самкой, может в несколько раз превышать мгновенную вместимость яичникового мешка. *Octopus vulgaris*, вероятно, является самым плодовитым осьминогом, в среднем за несколько дней он производит 150 000 яиц по 1-2 мм, но может достигать и 500 000 единиц.[7]

1.7. Жизненный цикл

1.7.1. Эмбрионы

Было определено 20 стадий эмбрионального развития осьминога, которые отличаются по завихрению желточного мешка при гастрюляции и инверсии эмбриона. Этапы до VI связаны с медленным поворотом, который желток делает во время фазы гастрюляции (1) (рис. 8), после этого зародыш начинает вращаться вдоль своей оси продольно. Вращение происходит по часовой стрелке, начиная с микропиле. Во время стадия VII: зародыш осьминога вращается таким образом, чтобы обнажить его часть, сзади от стебля, напротив микропиле (2), в случае выхода из строя эмбриона это обращение обречено на смерть. Вторая инверсия происходит на стадии XVIII и длится 24 часа (3), таким образом, эмбрион находится в идеальном положении, чтобы он мог вылупиться (4) (рис. 8). [12]

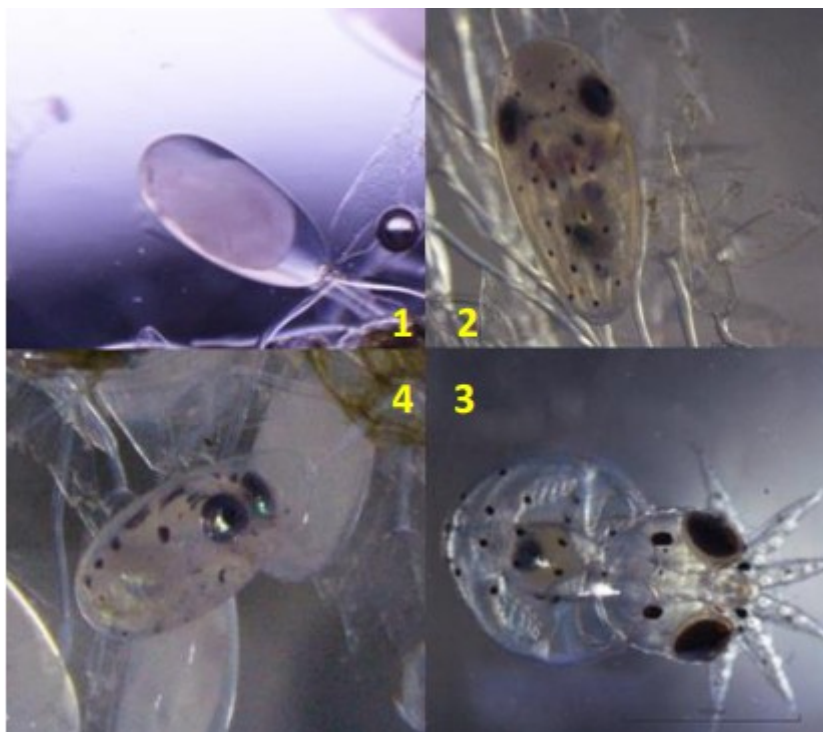


Рисунок 8. Различные стадии зародышевого развития *Octopus vulgaris*. 1) Фаза предварительной инверсии, 2) Первая инверсия, 3) Вторая инверсия, 4) *Paralarvae* только что вылупился. [7]

Эмбрион питается желтком, который самка вставила в каждое яйцо, даже если на ранних стадиях развития он, кажется, не заинтересован в нем. По мере того, как происходит деление клетки, можно наблюдать четкое разделение зародышевого мешка на две части, одну внешнюю и одну внутреннюю, соединенные через полость рта. Перед выводом эмбрион реабсорбирует наружный мешок и переносит его во внутренний икроножный мешок. В случае преждевременного вылупления эмбрион не может вовремя поглотить внешний питательный мешочек, что приводит к потере питательных веществ, необходимых для роста на ранних стадиях. Процесс отхождения происходит через сочетание мышечных сокращений, высвобождение ферментов (Орган Хойла) и жесткие щетинки (Орган Кёлликера). Орган Хойла расположен на задней части мантии и выделяет ферменты, которые помогают зародышу растворить апикальный полюс мембраны хориона. Органы Kolliker выглядят как жесткие щетинки, расположенные на поверхности эпителия зародыша, которая вместе с

сочетанием движений рук, помогают животному двигаться в одном направлении, чтобы выйти из яйца (рис. 9).[3]

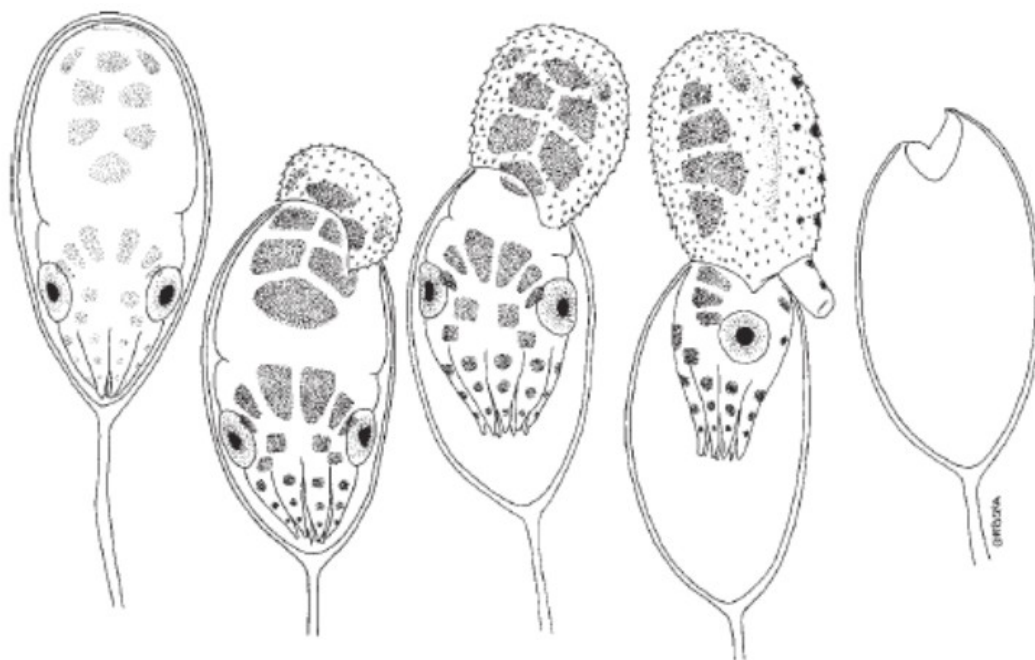


Рисунок 9. Процесс отрождения *Octopus vulgaris*. [3]

В случае необходимости самка может форсировать инкубацию яиц через выброс сильного потока воды. [12]

1.7.2. Параларва

Все головоногие моллюски вырастают как полноценные маленькие животные, лишенные черт личинок (отсюда термин *paralarva*, предложенный Янгом и Харманом в 1988). Вылупление параларва размером примерно составляет 3 мм и оснащена 3 присосками на руку, которая будет продолжать численно увеличиваться.

Сразу после вылупления параларва активно плавает и питается изначально из запасов внутреннего питательного мешка, однако хищническая деятельность начинается довольно стремительно, поэтому можно предположить, что их питание является лецитрофным и планктоноядным в одно и то же время. Такое параллельное смешанное может длиться несколько дней или недель. Как правило, живая добыча (например, личинки ракообразных), вылавливаются с использованием визуальных методов охоты. Эксперименты на *Octopus vulgaris* показали, как на ранних

стадиях нужна пища, богатая фосфолипидами, полиненасыщенными жирными кислотами и холестерином, с умеренным содержанием нейтральных липидов. Также считается, что районы апвеллинга имеют большое значение в распределении параларвы *Octopus vulgaris*. [3]

Среди естественной пищи параларвы *Octopus vulgaris* находится зоо plankтон, а также и амфипод и остракод. После 65-75 дней после вылупления при температуре 20°C параларвы изменяют свое поведение с пелагического на бентическое (рис. 10). [7]

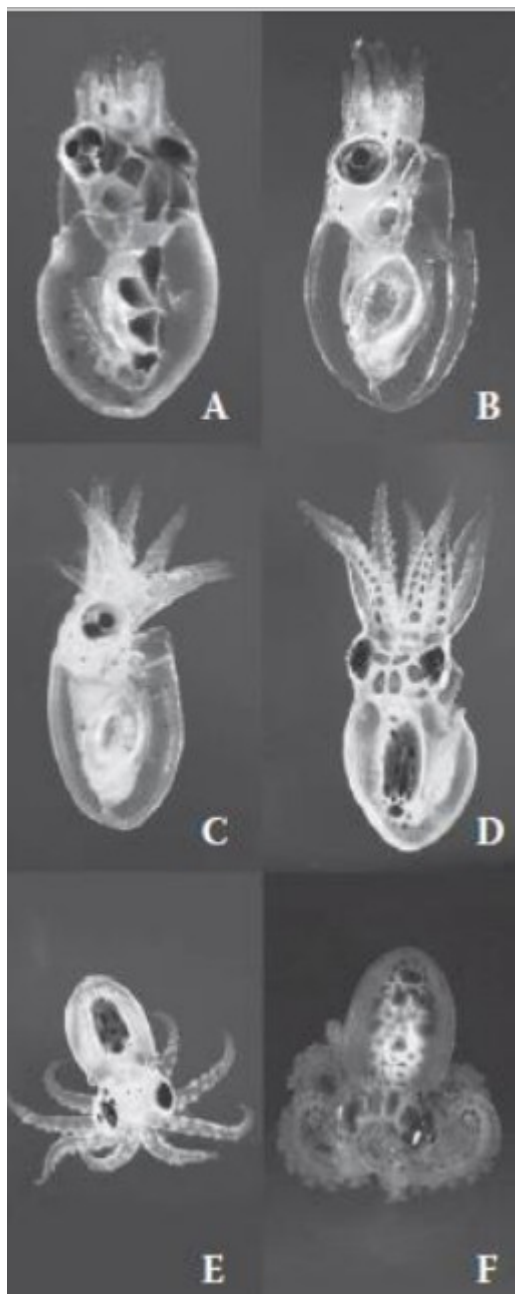


Рисунок 10. Осьминог обыкновенный от вылупления до ювенильной особи. (A) 0 дней, б) 20 дней, в) 30 дней, D) 42 дня, E) 50 дней, F) 47-54 дней. [7]

У большинства головоногих моллюсков образ жизни весьма схож с образом жизни взрослых. *Octopus vulgaris* в начале жизни переносятся потоками, но в толще воды они движутся благодаря активной реактивной тяге, приближаются к потенциальной добыче путем плавания вперед и спасения от хищников с помощью обратной струи (часто в сочетании с чернилами). Взрослея, осьминог «путешествует» уже по всей глубине. Короче говоря, обыкновенный осьминог ведет смешанный (как пелагиальный, так и донный) образ жизни в зависимости от своих биологических ритмов. Такой жизненный цикл называется меробентический. [10]

1.7.3. Ювенильные особи

Когда заканчивается параларвальная фаза, на этапе 47-54 дней можно наблюдать ряд морфологических изменений, таких как: положительный рост аллометрической руки, добавление новых присосок, генезис новых клеточных компонентов, развитие структурных компонентов кожи и горизонтального зрачка. В то же время осьминоги, по-видимому, теряют органы Колликера, которые покрывают поверхность тела, и являются аналогом системы боковых линий. От этих структур у взрослых бентических осьминогов осталось немного. Небольшое морфологическое изменение - потеря оральных зубчиков. Эти трансформации отражаются в изменениях относительных размеров различных долей параларвального и ювенильного мозга осьминога. Подсчитано, что на этапе расселения осьминоги развивают от 17 до 20 присосок на руку. В это же время на дорсальной поверхности мантии образуется плотная сеть хроматофоров, иридофоров и лейкофоров, чтобы помочь осьминогу слиться с типичными образцами взрослых особей. Наконец, параларва преобразуется из шарообразной формы в расширенную горизонтально, эта адаптация позволяет лучше различать объекты присутствующих на морском дне (переходит на бентический образ жизни).

Начиная с этого момента питание молодого осьминога меняется, он начинает питаться моллюсками, крабами, морскими ежами и рыбой. [10]

Для ювенильных особей, которые еще не достигли половой зрелости, характерна внешняя морфометрия, подобная взрослой. Это выражается и в очевидных признаках половой дифференциации, во время которой мужские и женские органы растут от ранних зачатков до начала полового созревания. [7][12]

1.7.4. Взрослая особь

Половая зрелость взрослых особей происходит при формировании и хранении функциональных гамет, при этом все ассоциативные органы (яйцевидные и нидаментальные железы у женщин, сперматофорные железы у мужчин) уже сформированы. Самцы и самки достигают половозрелости в разных размерах, на самом деле, самцы весом около 260 г могут спариваться, в то время как самки достигают половой зрелости около 500 г, после которого происходит оплодотворение и цикл начинается снова.[7]

У пелагических осьминогов нерестящиеся самки всегда следят за своими кладками яиц: либо держат их в своих руках, либо фиксируют группами на кальцифицированных структурах, выделяемых особыми митегументальными железами. Чаще всего у осьминогов отдельные яйца или группы яиц приклеены к твердому субстрату (внутри логова, часто представляемого искусственными предметами, такими как горшки, бутылки или автомобильные шины), что напоминает устройства для переноски яиц.[7]

1.8. Промысел

По оценкам ФАО (2016), общий мировой вылов головоногих составляет около 4,8 млн. тонн в год, но это число неопределенное, так как не все страны сообщают о своих уловах. Из них на обыкновенного осьминога приходится не менее 150 тыс.тонн (рис. 11). *Octopus vulgaris* является важнейшим объектом промысла. [3]

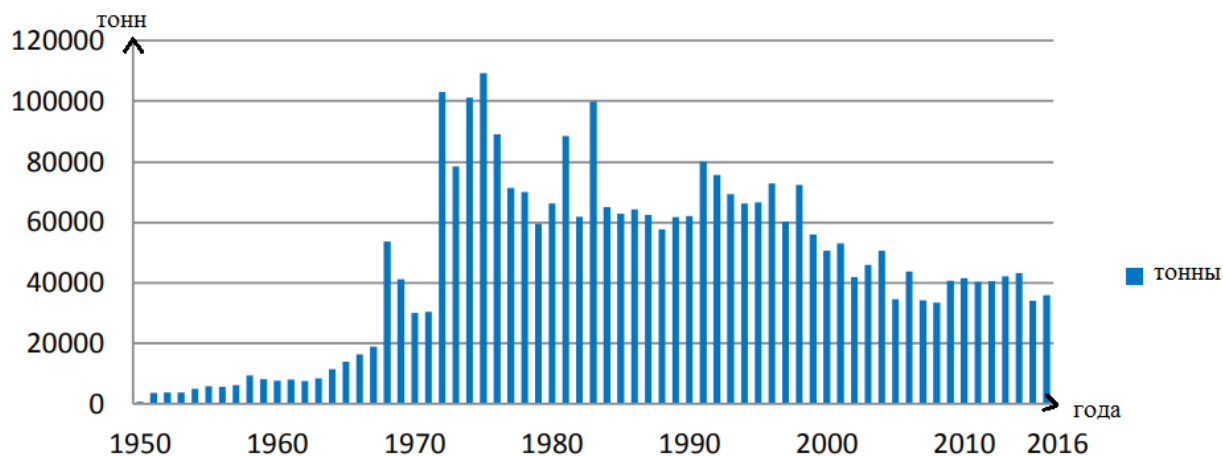


Рисунок 11. Глобальный вылов *Octopus vulgaris* (ФАО FishStat). [7]

Основные районы промысла: Средиземное море, Северо-Западная Африка, Внутреннее море Японии. Отечественным флотом добывается ежегодно 2,5-3 тыс. тонн осьминога у Западной Сахары и Мавритании. В Средиземном море и у Японии ловится преимущественно различными ловушками и крючковыми снастями, в меньшей степени травами, у Западной Африки - преимущественно донными травами.[6]

Несмотря на то, что часть улова используется в качестве приманки для другого промысла. Подавляющее большинство улова используется в качестве пищи для потребления человеком.

1.9. Краткий исторический обзор разведения *Octopus vulgaris* в искусственных условиях

Аквакультура осьминога — коммерческое искусственное выращивание осьминогов. Наиболее перспективным видом для искусственного выращивания по-видимому является обыкновенный осьминог, *Octopus vulgaris*, из-за высокого спроса именно на этот вид в традиционной средиземноморской и восточноазиатской кухне. Обыкновенный осьминог имеет очень высокий коэффициент конверсии корма в массу тела и быстро набирает вес до двух-трёх килограммов, что считается большим для головоногих моллюсков. [3]

Первая потребность в аквакультуре появилась в начале двадцатого века. Головоногие моллюски использовались в качестве экспериментальных моделей в нейробиологии. С этого момента головоногие моллюски стали наиболее релевантной неврологической моделью, не имевшей равных в животном мире, и культура головоногих моллюсков как никогда прежде стала необходимостью, которую нужно было удовлетворить. Возникла необходимость в исследованиях, касающихся знаний биологии видов и разработки технологий, которые позволили бы выращивать головоногих моллюсков.

Пополнение запасов посредством аквакультуры, поддерживаемое государством, исторически было начато в Японии с начала 1960-х годов. В Японии в 1963 году Ассоциация по разведению рыбы из внутреннего моря Сето (SISFFA) разрабатывала технологии для повторного заселения водных видов, начав первые эксперименты по инкубации яиц *Octopus vulgaris*, выловленных из моря. Целенаправленные исследования по обеспечению адекватного питания позволили достичь высокой выживаемости при производстве параларва на этапе схватывания (13,1%) за счет кормления песчанкой и крупными науплиями тибетской артемии. В дополнение для увеличения естественных запасов вдоль прибрежных вод Японии в местах гнездования были установлены искусственные укрытия, чтобы помочь откладывать яйца.

В 1980-х годах были исследованы методы крупномасштабного культивирования, и технологии выращивания головоногих добились значительных успехов. В это время НРКК (Национальный Республиканский Комитет Конгресса) был единственным способным культивировать кальмаров от яйца до взрослой особи в течение нескольких поколений. Кроме того, они были в состоянии обеспечить исследователей каракатицами и осьминогами, а также клетками, тканями и системами органов, не причиняя травм при массовом сборе «урожая» - таким образом, они обеспечивали ученых животными и при этом сохраняли естественные популяции

головоногих в океанах. НРКК провел множество экспериментов по разработке технологии культивирования головоногих с большим количеством видов. В результате технология оказалась применимой в общем смысле для большинства головоногих.

В 1983 году Болецкий и Ханлон рассмотрели содержание лаборатории, выращивание и культуру нескольких видов головоногих. В этой статье рассматривались технологические ограничения, с которыми сталкиваются те, кто выращивает головоногих моллюсков в аквакультуре, а также биологические особенности видов, применимых в аквакультуре.

Фактически, в конце этого десятилетия некоторые авторы (такие как Буку-Каму и Коэльо) идентифицировали европейскую каракатицу (*S. officinalis*) и обыкновенного осьминога (*O. vulgaris*) как наиболее вероятный вид для массового культивирования в Европе.

После установления основных методов культивирования для нескольких видов в 1980-х годах в течение следующего десятилетия были опубликованы методы для новых видов, надежные системы морской воды и общие улучшения технологии выращивания.

Основными улучшениями были:

- внедрение биологической денитрификации,
- использование эрлифтов.

Виллануева смог вывести условия для успешного выращивания параларвы *O. vulgaris*. Испытания проводились в цилиндрических пластиковых резервуарах с очень маленькими объемами (13–33 л) и малым расходом воды (35–90 л/ч). Температуры выращивания для *O. vulgaris* составляли $\approx 21^{\circ}\text{C}$. Последний отчет за 2000 год был опубликован Кагнетта и Сублими и касается продуктивных показателей обыкновенного осьминога, вскармливаемого разными монодиетами (*Carcinus mediterraneus*, *I. coindetii*, *Mugil cephalus* и *Sardina pilchardus*), причем краб достиг наилучших результатов. [7]

2. Биотехника разведения *Octopus vulgaris* в искусственных условиях

Многие донные головоногие моллюски терпимы к искусственным условиям, таким как ограничение пространства или освещение, что, конечно, благоприятствует разведению в аквакультуре. Некоторые из прибрежных видов тоже являются физиологически гибкими и могут адаптироваться к искусственной среде. Они могут жить и расти на неестественной пище, стать половозрелыми и размножаться, даже если низкие темпы роста могут привести к уменьшению взрослого размера. Причины такого снижения темпов роста могут быть связаны с качеством или количеством пищи или стрессом, вызванным общими условиями культивирования (реакция на скопление людей, неподходящий уровень искусственного освещения и температуры, среди прочих). Что касается потребления пищи, социальная иерархия может установить внутри группы существенные изменения в индивидуальном потреблении пищи. Естественно, что наиболее сильные и крупные особи будут обделять более слабых и малых. И, наконец, что не менее важно, так же, как и у взрослых, мелкие животные также подвержены различным болезням. [10]

В Европе действительно существует большой интерес к разработке новых технологий искусственного воспроизводства, как в замкнутом цикле, так и в плавучих садках. Некоторые авторы отмечают, что рацион половозрелых осьминогов основан на натуральных продуктах питания. Кроме того, родительская диета может влиять на качество осадения, поскольку оно обеспечивает необходимые питательные вещества, используемые во время эмбрионального и параларвального развития.[10]

Самые высокие темпы роста наблюдаются в диких условиях, следовательно, идеальными для культивирования будут условия, максимально приближенные к естественным: с разнообразной высококачественной пищей, особенно когда максимальное количество пищи,

потребляемой в день, составляет почти 10% массы тела моллюска. Для ювенильных донных осьминогов - до 30% массы тела. Фактические вложения поглощенной энергии в массу тела меняются с возрастом. В условиях аквакультуры процессы соматического роста можно контролировать на клеточном уровне, при этом мантийная мышца становится толще, с большей долей митохондрий в тканях, а мышечные волокна с меньшими митохондриальными ядрами и меньшим количеством мелких мышечных волокон. [7]

Когда живые родители (или яичные массы с жизнеспособными эмбрионами) недоступны, альтернативным методом для начала культивирования может быть сбор яйцеклетки и сперматозоидов от недавно пойманных, зрелых особей с последующим оплодотворением в пробирке. Существенным условием нормального развития этих зародышей является подготовка слоя яйцевидного желе, в который вводят яйца. Это позволяет хориальной мембране расширяться, обеспечивая тем самым необходимое перивителлиновое пространство для развивающегося эмбриона. [7]

2.1. Отлов, транспортировка и содержание производителей

2.1.1. Отлов потенциальных производителей

Осьминоги вылавливаются традиционным методом ловли вручную или «полпара». Этот полностью бескровный метод включает использование нейлоновой лески диаметром 1 мм, к которой при помощи карабина привязывается полпара с приманкой. Обычно для приманки есть поворотный или защелкивающийся крюк. В качестве приманки используются живые или замороженные крабы, рыба и т.д. К полпаре прикрепляется груз с переменным весом (300–1000 г) в зависимости от глубины промысла и времени года, необходимым для того, чтобы приманка достигла дна. Также к верхней части корпуса полпары с приманкой может привязываться пакет или ткань, чтобы привлечь больше внимания осьминога. Как только осьминог

цепляется за приманку, он не отпускает добычу до самой поверхности. Как только осьминог был извлечен, он отправляется в нейлоновую сетку для временного нахождения в ведре. [12]

2.1.2. Транспортировка осьминога

Осьминоги транспортируются в изолированных резервуарах объемом 300 литров. Каждый осьминог помещается в нейлоновую сеть, чтобы избежать агрессии. Резервуар должен быть снабжен системой аэрации с помощью компрессора для поддержания хорошего уровня оксигенации. Кроме того, требуется больше воды для изменения температуры, остающейся около значений периода отбора (16°C). Транспортная цистерна закрывается крышкой, чтобы держать животных в темноте и избежать утечек воды. [12]

2.1.3. Содержание производителей

Как только особи поступили в лабораторию, их отправляют в емкости временного содержания. Система состоит из двух прямоугольных резервуаров одинакового размера (3×0,62×0,50 м), которые подключены к техническому оборудованию, включающему все нужные компоненты для контроля и очистки воды замкнутого цикла. Общий объем воды при работе составляет 1700 литров. Каждый резервуар подвергается необходимым модификациям и вмешательствам по натурализации для размещения исследуемого вида. В обоих было создано 4 отсека, способных вместить одного осьминога. Разделение происходило через пластиковые решетки, образованные отверстиями, чтобы обеспечить взаимодействие между людьми и в то же время защитить территориальный инстинкт и безопасность животных. Каждому животному было предоставлено пространство в объеме 216 см³ (72x50x60). Так животные оставались в течение 2 недель, после чего, в зависимости от поведения осьминогов в аквариуме, были отобраны наиболее активные, которые можно было использовать для испытаний на репродуктивной установке.[12]

2.2. Отбор производителей: взвешивание и определение пола

Попав в лабораторию, животные подвергаются определению веса и идентификации пола (рис. 12). По общему весу животного и весу гонады можно рассчитать гонадосоматический индекс (IGS) и определить 6 стадий зрелости для обоих полов: незрелый, развивающийся, зрелый, полная зрелость, отложение яиц и последующее производство. [7]



Рисунок 12. Определение пола осьминога: а) определение самца б) определение самки с) часть эктокотилия. [7]

Гонада незрелого самца очень маленькая и белого цвета, отдельные компоненты комплекса едва различимы. По мере развития яичко приобретает цвет слоновой кости, в то же время увеличивается в размерах, расширяется афферентный проток, семенной пузырь и сумка Нидхэма, приобретая оттенок охры. У самки есть признаки, позволяющие точно определить состояние половой зрелости: размер и строение яйцевидных желез вместе с другими различными частями гонады. Во время фазы незрелости яйцеводы полупрозрачные и тонкие, яйцевидные железы однородные и белые, яичник маленький и белый. На ранней стадии развития яйцеводы расширяются, яйцевидные железы постепенно увеличиваются в размерах и имеют двойной ряд интенсивных белых зубов в передней области. Наконец, в фазе зрелости яйцевидные железы имеют срединную область красноватого цвета, в отличие от основной, которая является перламутровой. В период овуляции яйцеводы приобретают цвет слоновой кости, яйцевидные железы слегка уменьшаются и темнеют, а мембрана яичника становится более вялой.[12]

Субъекты взвешивались по шкале BEL ($\pm 0,1$ г). Вес должен был составлять не менее 1 кг. Определение пола осуществлялось путем наблюдения за верхней частью 3-й правой руки и размера/расположения присосок на обеих первых двух руках. В первом случае наблюдается апикальная часть руки, которая у самки тонкая и заостренная, а у самца она изогнутая и приземистая, принимая название эктокотиль. Эта форма «ложки» обусловлена тем фактом, что во время спаривания самец использует эту руку для переноса сперматофоров в мантию самки. Во втором случае, если все присоски правильные и однородного размера, это образец женского пола. Если же есть присоски неправильной формы и значительно больших размеров, чем окружающие, тогда подтверждается, что это самец. [12]

Также образцы проверяли на предмет облысевших пятен или повреждений на краю мантии, а также возможное присутствие съеденных щупалец.

2.3. Условия для размножения

Питомник, предназначенный для содержания осьминогов в неволе, должен иметь оптимальные технические и гидродинамические характеристики, способствующие их размножению. Резервуар для осаждения должен быть просторным, чтобы образцы могли легко перемещаться и жить. Кроме того, система фильтрации в установке должна быть достаточной для того, чтобы противостоять введенной биомассе при сохранении контроля над азотным компонентом. Проточность – 0,5 л/с. Также поддерживается естественный фотопериод (10-15 часов в день), температура (15-20°C), а также и другие факторы, такие как объем воды и / или глубина, гидродинамические условия, плотность размножения и тип субстрата. [7]

Широко продемонстрировано, что стресс, вызванный частыми манипуляциями для получения гамет, может отрицательно повлиять на производительность родительских особей и привести их к смерти.

2.4. Процесс оплодотворения

Когда поведение особей становится все более активным и агрессивным их перемещают в резервуар для спаривания (камеру осаждения). Животные должны находиться в специальных сетках, чтобы не травмировать и не убить друг друга. Первый сперматофор высвобождается менее чем через минуту после введения руки внутри мантийной полости, при этом высвобождаются и следующие сперматофоры с 30-секундными интервалами. Копуляция может продолжаться более часа. После процесса оплодотворения самцы и самки отправляются в отдельные резервуары, при этом в резервуаре самки обязательно должны быть укрытия для кладок яиц. После отложения яиц самка остается с ними, сохраняя их в чистоте, проветривая их и защищая от хищников. Фаза эмбриона у *Octopus vulgaris* составляет приблизительно 35-40 дней, однако вылупление можно форсировать или замедлить путем увеличения/уменьшения проточности и температуры. Например, при повышении температуры до 24 °C вылупление произойдет через 30 дней.[7]
[10]

2.5. Выдерживание параларв

После вылупления яиц, параларвы отправляются в цилиндрические инкубаторы горизонтального типа. Плотность посадки: 5 параларв/литр. Химико-физические параметры воды: температура $20 \pm 1^\circ\text{C}$, соленость 37 ‰, pH 8,2, природный фотопериод и азотные соединения, поддерживаемые в оптимальных диапазонах для вида. Каждый модуль оснащен механическим фильтром, биологическим фильтром, блоком кондиционирования воды и ультрафиолетовой лампой. Расход воды и скорость тока калибруются клапаном камеры инкубации, чтобы гарантировать расход воды, равный 0,11 л / с. Фон черный. Стенки, оснащенные двумя 5-мм продольными прорезями, облегчают поступление воды в инкубаторы с цилиндрическим дном, снабженным трубкой, расположенной сверху с выходными отверстиями, которые обеспечивают постоянную вращательную циркуляцию воды. Струи,

которые выходят из трубки, толкают воду к сетчатому сити (200×200 мм; 300 мкм сменного диаметра), расположенному на стенке, отделяющей инкубатор от выпускной камеры. Круговой поток, создаваемый в инкубационной камере, позволяет поддерживать чистоту дренажной сетки и удерживать параларвы во взвешенном состоянии, а продольная нагрузка внешней камеры обеспечивает равномерное распределение параларв в объеме воды. Основной проблемой, которая препятствует успеху коммерческого разведения осьминога, является высокая смертность, наблюдаемая в течение первых 2 месяцев развития параларвы, поэтому на этом этапе надо быть особенно внимательными и осторожными на этом этапе выращивания. На этапе 2-ого дня отрождения будущего осьминога уже надо подкармливать. Рекомендуется использовать артемию и науплии ракообразных.[7]

2.6. Выращивание от ювильной особи до взрослой

После 65-75 дней после вылупления при температуре 20°C параларвы изменяют свое поведение с пелагического на бентическое, то есть опускаются на дно. Наконец, параларва преобразуется из шарообразной формы в расширенную горизонтально. Для проведения откорма используются резервуары по 90 л (72x50x60) с естественным фоном синих или черных цветов. В аквариуме в качестве укрытий для особей должны быть предусмотрены укрытия (например, трубы из ПВХ, камни и проч.).

Естественно, поддерживаются условия: проточность – 0,5 л/с, естественный фотопериод (10-15 часов в день), температура (15-20°C), pH=7,9-8,2, а также и другие факторы, такие как объем воды и/или глубина, гидродинамические условия, аммиачный показатель, плотность размножения и тип субстрата.

Пища должна состоять на 90% из ракообразных (предпочтительно артемии) и на 10% из рыб/креветок/науплиев ракообразных и т. д. Кормление

два раза в день. Питательность рациона должна быть около 30% от массы тела осьминога для максимального привеса.

Приблизительно через 80 дней особь прибавляет до 2 кг и становится полностью половозрелой. [9] Взрослая особь поддерживается в тех же условиях и при том же питании (30% от массы тела, рацион преимущественно из ракообразных). Когда поведение становится агрессивным, цикл начинается снова (рис. 13). [10]

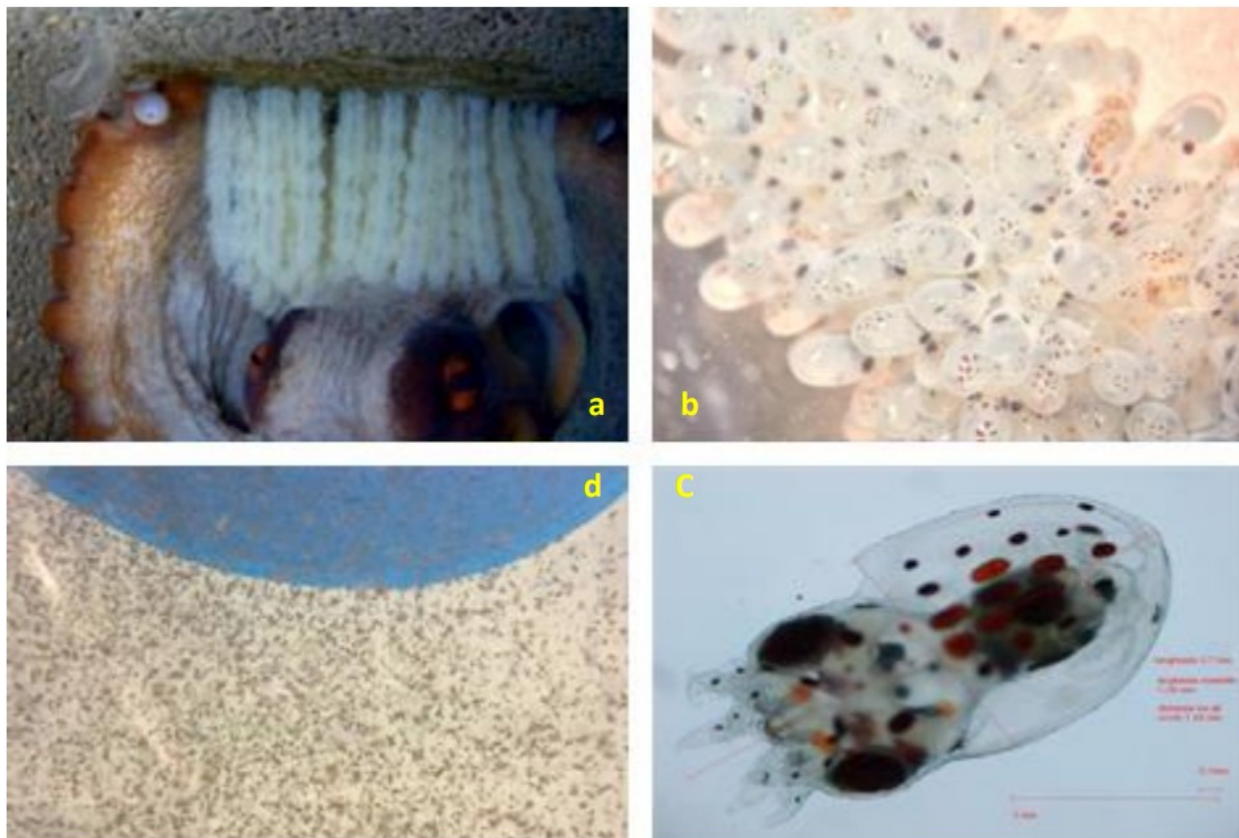


Рисунок 13. Кладки яиц(а); Эмбриональное развитие (b); Параларва только что вылупилась (с) и в инкубатории (d). [10]

2.7. Кормление осьминога

Головоногие моллюски - быстрорастущие животные, активные пловцы и агрессивные хищники, которым требуется значительное количество пищи. Из-за плотоядного рациона, скорость метаболизма у них высокая, преобладает аминокислотный обмен.

В целом, мало что известно об их потребностях в питании, особенно на ранних стадиях, очень подверженных высокой смертности в условиях культуры. Но, несомненно, питание является ключевым фактором для правильного роста и выживания в неволе и массовой культуре. При выборе корма нужно учитывать такие факторы, как ферменты, географическая адаптация и стресс. [10]

Тело осьминога состоит из большого количества белка. Белки являются наиболее распространенным макроэлементом у головоногих моллюсков, а большое содержание белка и аминокислот в рационе необходимо для поддержания роста и, в конечном итоге, для удовлетворения потребностей в энергии. Головоногие моллюски эффективно поглощают, переваривают и усваивают пищевые белки, которые в дальнейшем используются для передвижения, структурной поддержки, источника энергии, транспорта кислорода и осморегуляции. У головоногих моллюсков наблюдаются высокие скорости синтеза белка, а также низкие показатели деградации белка. Рост головоногих моллюсков - это, прежде всего, увеличение мышечной массы тела за счет синтеза и увеличения белка, и у некоторых наблюдаются очень высокие темпы роста (особенно на стадиях паралларва и вылупления), что означает, что у них высокая пищевая потребность в аминокислотах. Среди аминокислот глутамат и аспартат - наиболее распространенные незаменимые аминокислоты у параларв *O. vulgaris*, причем лизин, лейцин и аргинин составляют почти половину незаменимых аминокислот. Также широко распространен на планктонных стадиях обыкновенного осьминога - таурин, где он может играть роль в осморегуляции. Таурин является аминокислотным аналогом, который не включен в белок, но хорошо известен своими многочисленными функциями, которые включают инотропию кальция, модулятор возбудимости нейронов, устойчивость к аноксии и гипоксии, синтез желчных солей и моделирование гликолиза и гликогенеза.[10]

Жиры присутствуют в мантии взрослых и ювенильных особей в довольно малых количествах. Однако специфические аспекты, такие как богатая липидами нервная система параларв *O. vulgaris*, представляющих приблизительно одну четверть свежего веса животного, предполагают важность липидов для необходимого роста в течение планктонной жизни. Нарушение баланса питательных веществ, в частности, недостаток липидов и жирных кислот в пище может быть причиной высокой смертности. Несмотря на низкое количественное содержание, липиды необходимы для питания головоногих. При этом длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты играют ключевую роль, поскольку ферментативно-механический механизм, представленный в молекулярных исследованиях, указывает на их неспособность синтезировать эти важные питательные вещества. Полиненасыщенные жирные кислоты в питании головоногих, в частности с догогексаеновая и эйкозапентаеновая кислота, могут играть важную роль в развитии головного мозга и зрительной системы головоногих моллюсков.

В частности, *O. vulgaris* необходимо потреблять корм с небольшим содержанием липидов, богатый полярными липидами, длинноцепочечными полиненасыщенными жирными кислотами и, возможно, холестерином. Это очень похоже на состав «естественной» пищи, основанной на личинках ракообразных и других морских планктонных организмов (например, веслоногие), но все еще далеко от типичного состава обогащенных видов *Artemia spp.* в любой из его форм. [7]

Для головоногих также требуется адекватное обеспечение антиоксидантами, такими как провитамин А и каротиноиды, поскольку важность витаминов в фоторецепции, росте и развитии должна учитываться. Выявлена специфика витаминов А и Е (α - и γ -токоферолы) у обыкновенного осьминога *O. vulgaris*, как у лабораторных особей, так и у дикой молодежи. Содержание витамина А на ранних стадиях головоногих моллюсков не сильно отличалось от такового у других морских моллюсков и личинок рыб. Кроме того, относительно высокое содержание витамина Е наблюдалось у

детенышей и молоди. Вероятно, это связано с высокой склонностью к окислению полиненасыщенных жирных кислот, которая присуща параларвам и ювенильным особям. [7]

Виды *Artemia* на ранних стадиях головоногих моллюсков либо непосредственно удовлетворяют свои потребности в витаминах, либо обеспечивают каротиноидами, которые могут быть преобразованы в витамины. Интересно, что параларвы *O. vulgaris*, по-видимому, способны откладывать часть кантаксантина, присутствующего в *Artemia spp.* и метаболизировать этот каротиноид до астаксантина.(рис. 14).

Головоногие моллюски не предъявляют особых требований к углеводам в рационе, но они способны быстро катаболизировать углеводы в энергию в экстренных случаях, таких как захват добычи и бегство от хищников.



Рисунок 14. Установка для кормления осьминога.[7]

Также интересно, что прямое поглощение минералов из морской воды происходит через механизм ионного баланса, регулируемый придатками пищеварительной железы. После ряда исследований, S, Na, K, P и Mg были определены как наиболее распространенные элементы в *O. vulgaris*. Осьминоги, которые питались кормами на основе ракообразных, содержали повышенные уровни меди (Cu) по сравнению с рыбными осьминогами и поэтому выдвигали гипотезу, чтобы частично объяснить высокий уровень каннибализма. Важность Cu также высока у осьминога, особенно во время созревания гемоцианина. Сера (S) также рассматривается как важный элемент для обыкновенного осьминога, который должен содержаться в

рационе в больших количествах для поддержания мышечной массы. Другие элементы, такие как стронций (Sr) и кобальт (Co), по-видимому, усваиваются обыкновенным осьминогом непосредственно из морской воды. Было продемонстрировано, что Sr имеет решающее значение для адекватного развития статолита и, следовательно, для нормального плавания и выживания недавно вылупившегося осьминога среди других головоногих. Кобальт (Co) также был отмечен как важный для развития аденохрома, пигмента, обнаруженного в жаберном сердце, и, следовательно, с потенциальной ролью в экскреции.[10]

Хотя в последние годы выживаемость на планктонной стадии значительно возросла, достичь бентической стадии очень трудно. Отсутствие подходящих и стандартизированных условий и отсутствие подходящих источников пищи, которые отвечают потребностям в питании, были определены как два возможных фактора, ответственных за эту смертность. [10]

Общепринято, что артемия является привлекательной добычей и хорошо воспринимается для параларв обыкновенного осьминога. Артемия больших размеров ($1,4 \pm 0,4$ мм) предпочтительнее, чем артемия меньших размеров ($0,8 \pm 0,1$ мм), в качестве первой пищи (рис. 15).[10]

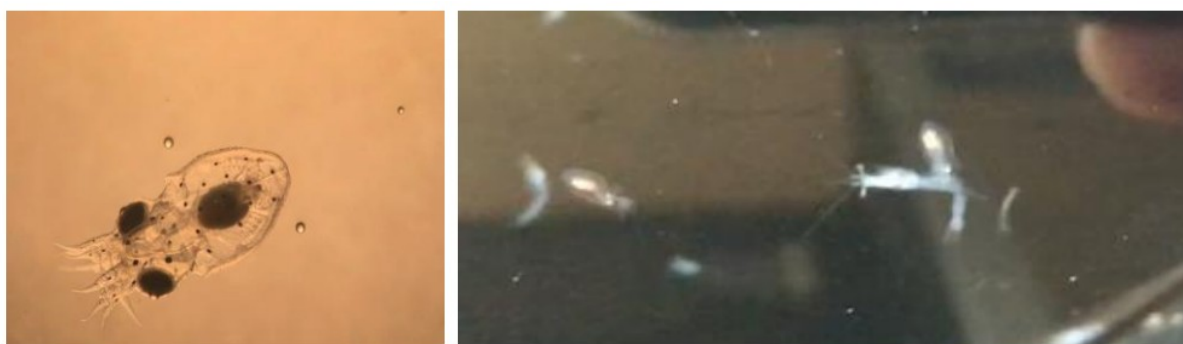


Рисунок 15. Параларва в 45 DPH и фазы кормления ракообразными.[7]

К сожалению, если ракообразное использовать в качестве единственного корма, это дает плохие результаты развития в долгосрочной перспективе. Артемия имеет неадекватный липидный состав, особенно низкое количество докозагексаеновой кислоты (DHA) и эйкозапентаеновой

кислоты (ЕРА), что может быть одной из основных причин плохого роста и выживания параларв *O. vulgaris*. В последние годы были проведены исследования по улучшению питательного профиля артемии, чтобы способствовать большему росту и выживанию параларв осьминога. Использование новых видов микроводорослей для обогащения артемии улучшило их общий состав в жирных кислотах, таких как ЕРА и DHA, но, тем не менее, оно явно не улучшило рост и выживание капюшонов.[7]

Многочисленные штаммы морской зоопланктоники привели к лучшему питанию, чем артемия, благодаря более высокому содержанию ЕРА, DHA и АРА (арахидоновой кислоты). Природный зоопланктон также обычно включает фосфолипиды, а также более высокие концентрации свободных аминокислот, которые легко всасываются. Поэтому в течение последних двух десятилетий стало общепринятой практикой смешивать артемию с другими живыми жертвами для улучшения роста и выживания осьминога *paralarvae*, использовавшая артемию и зоэа из *Liocarcinus depuratus* и *Pagurus prideaux* в качестве пищи, выжила на 34,6% при 30 ДАН. [7]

Используя 2 мм смесь артемии и крабов-пауков (*Maja brachydactyla*) в качестве пищи, они достигли 8,3% выживаемости через 1 месяц и 0,2% через 56 дней. Не случайно в нашем эксперименте диета основана на *Artemia nauplii* и *Palaemon sp.* он был лучшим (конечная выживаемость $8,1 \pm 1,06\%$ при 45 ДАН - рис. 4.8), даже если он не приводил к бентическим формам *O. vulgaris*. [7]

В настоящее время лучшая выживаемость и скорость роста обыкновенного осьминога *paralarvae* в условиях фермы была достигнута с использованием только ракообразных и / или в смесях. [7]

Гидролизат креветок представляет собой порошкообразный продукт, полученный с помощью процесса гидролиза из побочных продуктов креветок, выращенных в аквакультуре. В частности, гидролизат креветок содержит омега-3 жирные кислоты, каротиноиды, хитин, хитозан и астаксантин и является богатым источником белка с адекватным балансом

аминокислот и биоактивных пептидов, обычно с низким молекулярным весом. Последние два компонента действуют непосредственно как иммуномодуляторы, противомикробные препараты и влияют на выработку гормона роста. Другим важным свойством гидролизата креветок является стимуляция иммунной системы. Исследования в области аквакультуры показали, что аминокислоты и пептиды, присутствующие в гидролизате раков, ответственны за улучшение роста, потребления пищи и выживания ооби благодаря легкости ее усвоения.

Правильный компромисс был достигнут при перемешивании гидролизата креветок с водой и затем только введение в резервуар. Таким образом, было возможно получить правильный размер гидролизата, который оставался бы в суспензии в течение времени, необходимого для воздействия на параларву. В целом, введение сухой диеты в качестве первого кормления для осьминога с параларвой не подходит.[7]

3. Проектирование завода по разведению

Octopus vulgaris

Местом для проектируемого завода будет Корсаков - портовый город в России, административный центр Корсаковского городского округа Сахалинской области. Город расположен на берегу бухты Лососей залива Анива, в 42 км от Южно-Сахалинска. Этот город был выбран для завода в связи с его удачным расположением на берегу залива Анива, где в свою очередь обитает обыкновенный осьминог (рис. 16). [4]

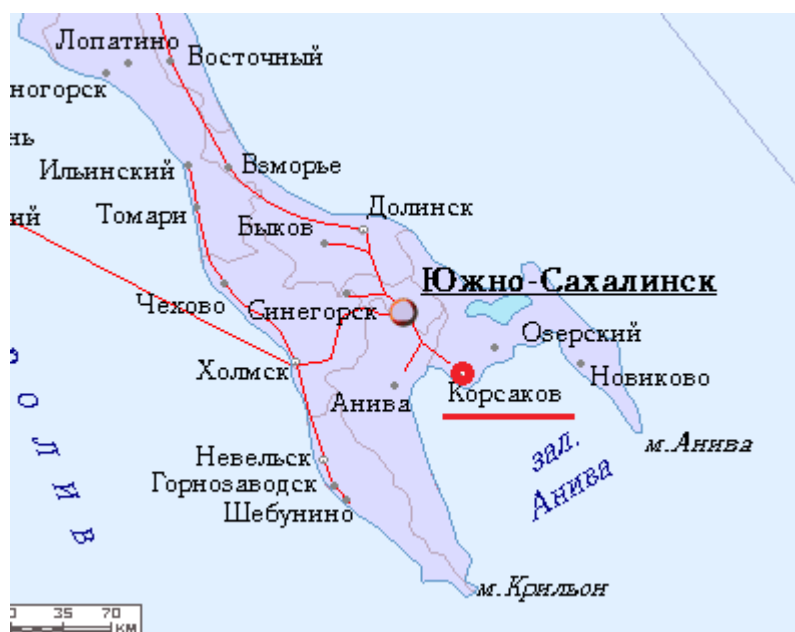


Рисунок 16. Географическое положение г. Корсаков.[4]

3.1. Гидрологическая характеристика водного объекта, на котором располагается проектируемый завод

Анива — залив Охотского моря, у южного берега острова Сахалин, между полуостровами Крильонский (мыс Крильон) и Тонино-Анивский (мыс Анива). С юга широко открыт в пролив Лаперуза. На берегу залива расположены города Анива и Корсаков. Береговая полоса у города Анива, Анивский пляж, место отдыха сахалинцев.

Залив Анива расположен на стыке двух морей – Охотского и Японского. Он образован путем проникновения моря в понижения между передовыми горными цепями. Площадь залива составляет более 5000 км².

Общая протяженность береговой линии залива – более 230 км. Общая площадь прибрежной зоны, ограниченной 50-метровой изобатой, равна 1157,5 км² (около 20% от общей площади залива Анива). В структуре залива Анива выделяют кутовую часть, горло и воронку.

В соответствии с такой структурой распределены осадки, чем ближе к берегу, тем крупнее фракции грунта. Так как сила волнового воздействия с глубиной ослабевает, фракция крупного грунта уменьшается. Глубже изобаты 10 м практически на всей акватории залива Анив преобладают мягкие грунты. Максимальная глубина залива – 93 м. Побережья залива лежат в разных климатических районах. Полуостров Крильон находится под влиянием ветви теплого Цусимского течения, в результате в этом районе самая многоснежная зима и теплое лето. Долинное положение Южно-Сахалинской низменности определяет усиление климата континентального характера, приводящего к наиболее холодной зиме в пределах южной части острова. Тонино-Анивский полуостров в большей мере находится под влиянием холодных вод Охотского моря, поэтому здесь прохладнее лето, но теплее зима. Режим формируется взаимодействием двух течений: холодного Восточно-Сахалинского и теплого течения Соя, часть струй которого подходит с юга.

Особенности географического положения и океанологические условия оказывают значительное влияние на формирование морской ихтиофауны, более богатой по сравнению с северными участками шельфовой зоны Сахалина. В юго-западной части залива давно известен выход холодных вод промежуточного слоя на поверхность (апвеллинг), названный «холодным пятном Макарова». Кроме апвеллинга, динамика вод характеризуется процессами смещения вод субтропической и субарктической структур в проливе Лаперуза, антициклоническим (по часовой стрелке) вращением вод в заливе Анива. Зоны такого вращения вызываются конвергенцией (схождением) течений. Указанные особенности течений способствуют продолжительному цветению фитопланктона и высокой концентрации

зоопланктона, что является основой формирования в районе обилия запасов нектона и бентоса.[5]

3.2. Описание системы разведения

Система разведения имеет конфигурацию вертикального типа (рис. 17) состоит из двух идентичных резервуаров 1 и 2 ($0,47 \text{ м}^3/\text{бак}$; объем воды $0,43 \text{ м}^3/\text{бак}$), которые связаны с оборудованием для замкнутого цикла, состоящего из:

- электрическая панель управления;
- механический фильтр;
- биофильтр;
- циркуляционный насос;
- скиммер;
- генератор озона/стерилизатор UV-лучами;
- система терморегуляции
- оксигенатор.

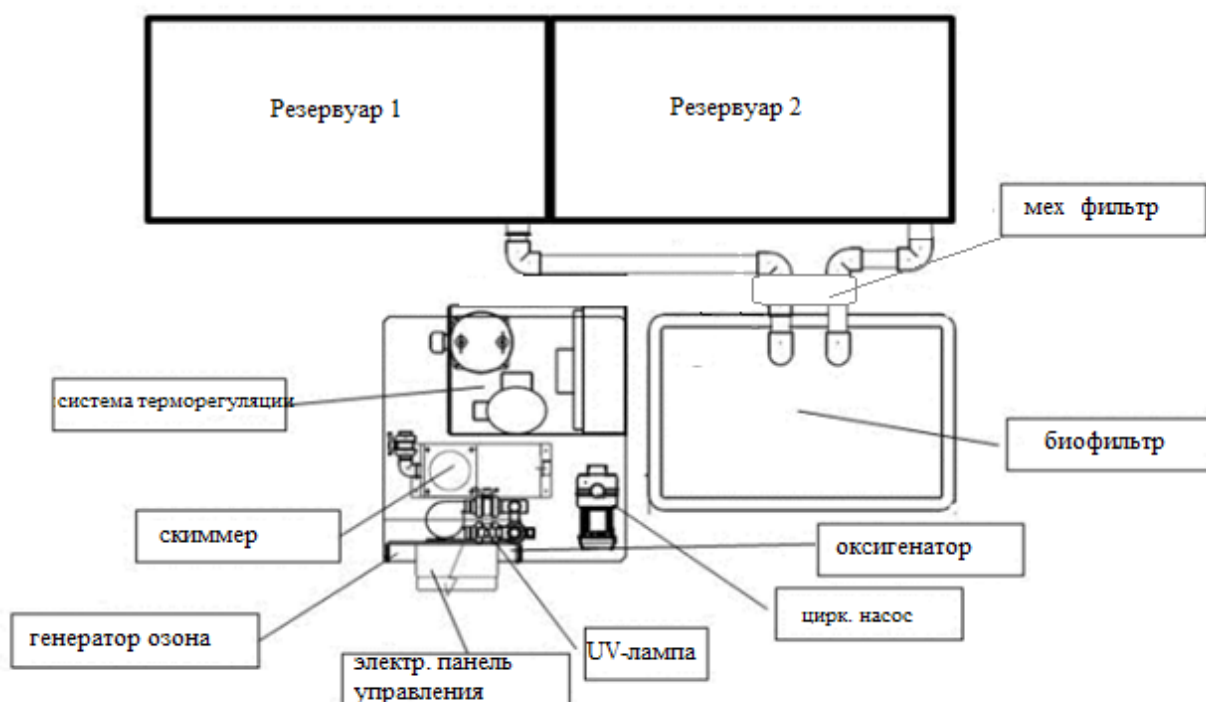


Рисунок 17. Компоненты системы разведения.

Количество воды, перемещаемой в этой системе (1,12 м³), вводится в систему через циркуляционный насос (1,1 кВт; максимальный водообмен 16.000 л/ч) и продолжает свой путь внутри биофильтра и скиммера через капельную систему. Внутренняя часть биофильтра фактически заполнена мешками, содержащими инертный материал (пористые пластиковые шарики и известняковый песок), которые представляют собой подходящий субстрат для размножения нитроксидактивных бактерий (*Nitrosomonas* и *Nitrobacter*); также есть губка, которая покрывает внутреннюю поверхность фильтра, который действует как механический фильтр. Скиммер (0,15 м³) позволяет физически извлекать частицы органического белка из воды благодаря действию силы поверхностного натяжения и улавливать их в пену. Генератор озона (250 мг О₃/ч) позволяет стерилизовать воду путем окисления органических и неорганических загрязнений. Система терморегуляции (1,4 кВт) представляет собой систему контроля температуры, подключенную непосредственно к системе, которая позволяет поддерживать температуру в предварительно заданном диапазоне. Если датчик воспринимает температуру, отличную от установленного диапазона, система активирует доведение воды до желаемой температуры. Система стерилизации ультрафиолетовыми лучами (36 Вт) является дополнительным компонентом для стерилизации воды, в которой используются ультрафиолетовые лучи с бактерицидной функцией. Наконец, аэратор позволяет поддерживать в воде достаточный уровень кислорода, чтобы животные не испытывали гипоксию.

Центр системы - воспроизводственный резервуар, который состоит из четырех компонентов (рис. 18).

- камера осаждения (1) (240 л);
- переходная зона (2) (80 л);
- инкубаторы (3) (52 л / каждая);
- выпускная камера (4) (90 л). (рис.)

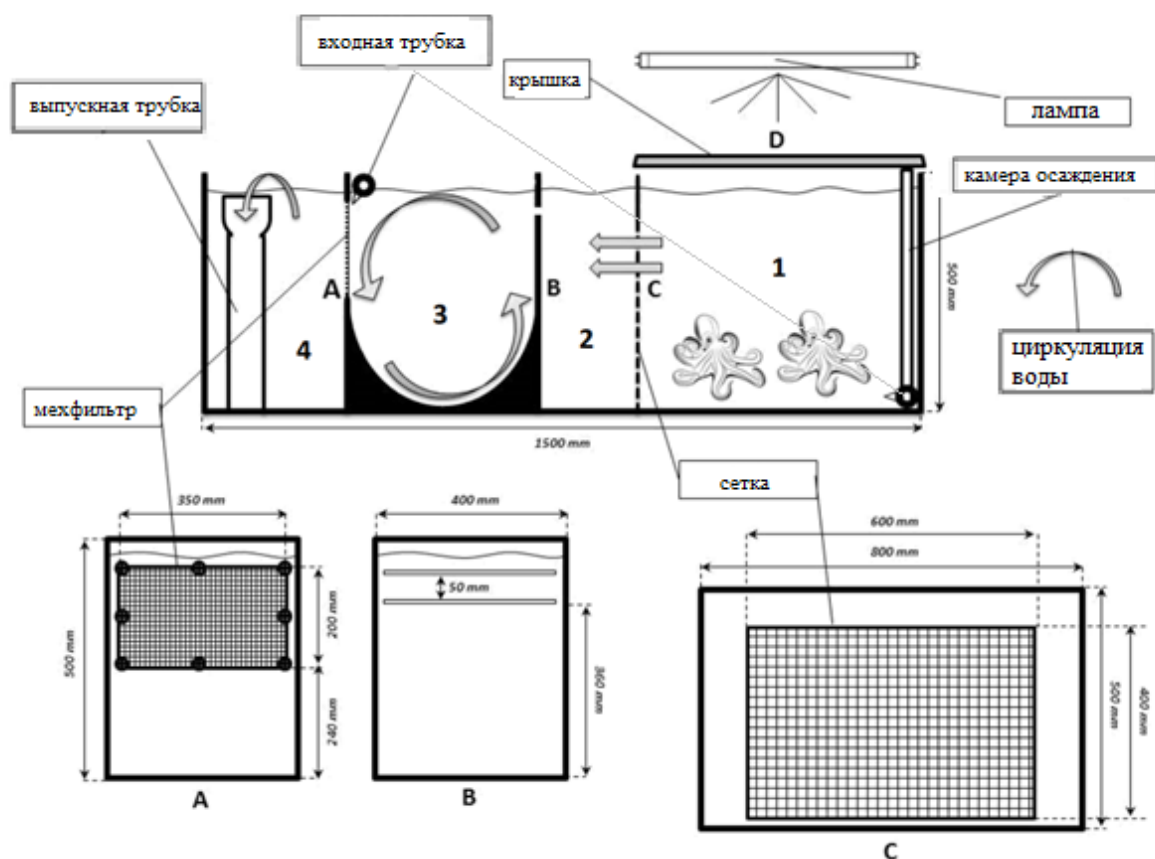


Рисунок 18. Компоненты системы разведения: 1 – камера осаждения, 2 – переходная зона, 3 – инкубатор, 4 – выпускная камера, А – сетка, отделяющая инкубатор от выпускной камеры, В – панель с продольными прорезями для доступа воды в инкубаторе, С – перфорированная перегородка, отделяющая камеру осаждения и переходную зону, D - крышка для регулирования освещения.[7]

Камера осаждения (1) снабжена трубкой (входными трубками 1), расположенной на более короткой стороне, которая гарантирует водообмен. Тангенциальный поток воды позволяет перемещать параларв в следующий отсек. Перфорированная перегородка (С) (20 × 20 мм) отделяет камеру осаждения от переходной зоны, в которой накапливается органический материал. Некоторые панели, оснащенные двумя 5-мм продольными прорезями (В), облегчают поступление воды в инкубационные камеры (3) с цилиндрическим основанием, снабженным трубкой, расположенной сверху (входная трубка 2) с выходными отверстиями, которые обеспечивают постоянную вращательную циркуляцию воды. Струи, которые выходят из трубки, толкают воду к сетчатому сити (200 × 200 мм; 300 мкм сменного

диаметра), расположенному на панели (А), которая отделяет инкубационную камеру от выпускной камеры (4). Расход воды и скорость тока калибруются клапаном камеры осаждения (клапан 1) и клапаном камеры инкубации (клапан 2), чтобы гарантировать расход воды, равный 0,5 л / с для первого и 0,11 л / с для второго (рис. 18). Общий уровень воды в резервуаре зависит от высоты, на которой расположена выпускная труба. Искусственный источник света (лампа), расположенный над резервуаром для осаждения, облегчает манипуляции во время чистки и кормления. Крыша, покрывающая камеру осаждения, имеет два окна из прозрачного стекла, которые можно открывать, чтобы пропустить естественный и искусственный свет (D) (рис. 17). Съемные решетки (20 × 20 мм) были расположены внутри нерестового резервуара, которые должны были способствовать контакту животных только путем вытягивания рук (E). Эти сетки были удалены после того, как наблюдались первые этапы ухаживания. Наконец, в каждом резервуаре было сделано отверстие, состоящее из трубы из ПВХ (F) (рис. 19).

[7]

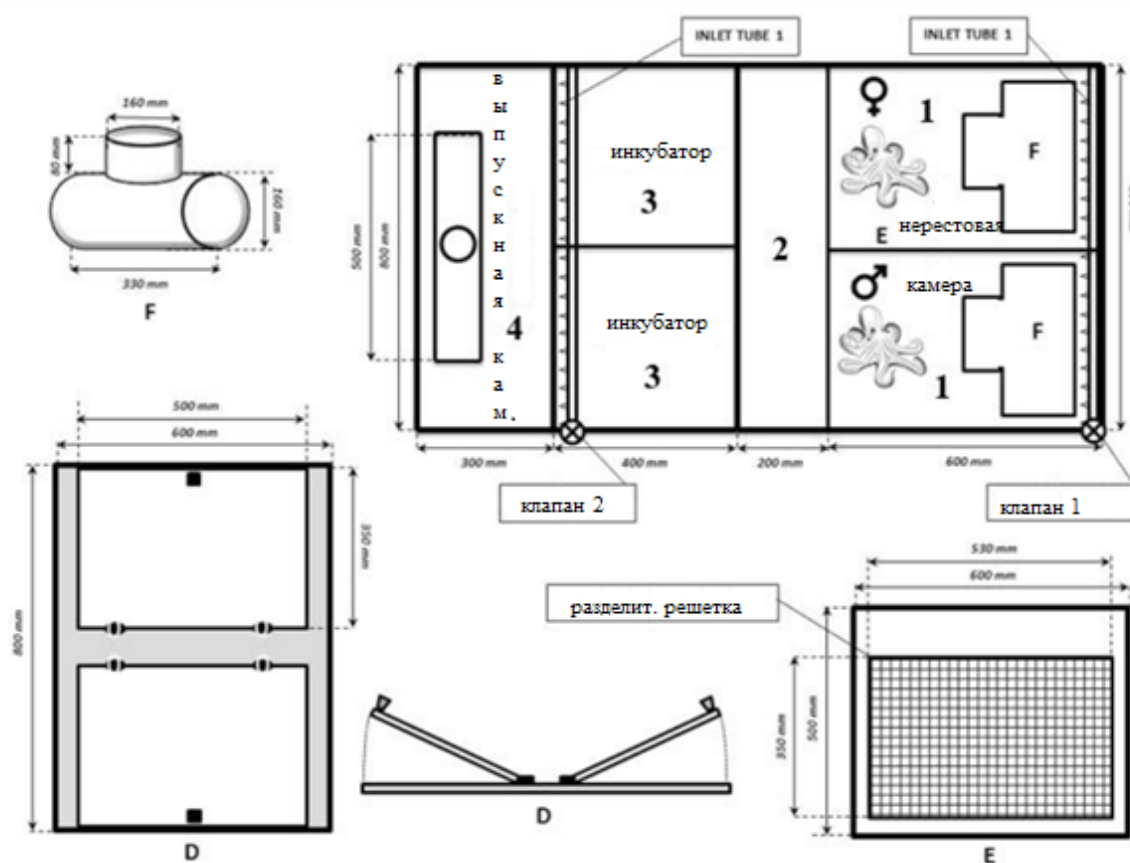


Рисунок 19. Система разведения (вид сверху): 1 – камера осаждения, 2 – переходная зона, 3 – инкубатор, 4 – выпускная камера, D – крышка для регулирования освещения, E – съемная решетка для контроля контактов животных, F – трубка из ПВХ.[7]

В каждом резервуаре для осаждения создаются благоприятные условия для осьминогов:

- изменение цвета стен на серый;
- помещение грунта (размер зерна 4 мм);
- обеспечение укрытий, таких как трубы, камни и раковины.[12]

3.3. Расчет по разведению осьминога

Расчет выполнен на основании статистики итальянского экспериментального завода по выращиванию осьминога. [7]

На заводе планируется вырастить 10 000 шт. осьминога. 10 000 шт= 0,01 млн. шт.

Выживаемость на этапах выращивания:

- Инкубация – 99,4%
- Выдерживание парларв – 0,39%
- Выращивание ювенильных особей – 29%
- Выращивание взрослых особей – 90%

Количество яиц для получения необходимого количества осьминогов:

$$N_{\text{яиц}} = 0,01 \left(\frac{1000000 \cdot 100^4}{99,4 \cdot 0,39 \cdot 29 \cdot 90} \right) \approx 9\,883\,448 \text{ шт. яиц.}$$

Средняя плодовитость самки осьминога 200000 шт. икринок. Общая масса самок осьминога, необходимая для получения количества посадочного материала:

$$M_{\text{самок}} = 9883448 : 200000 = 49,4 \text{ кг.}$$

Средняя масса самок-производителей: 2,5 кг $\rightarrow N_{\text{самок}} = 49,4 : 2,5 \approx 20$ шт.

Нерест происходит в пропорции полов 1:1 $\rightarrow N_{\text{самцов}} = 20$ шт.

Средняя масса самцов 2,2 кг. Общая масса самцов, подлежащих вылову:

$$M_{\text{самцов}} = 20 \cdot 2,2 = 44 \text{ кг.}$$

Общее количество особей, подлежащих вылову:

$$N_{\text{экземпляров}} = 20 + 20 = 40 \text{ шт.}$$

Общая масса особей, подлежащих вылову:

$$M_{\text{экземпляров}} = 49,4 + 44 = 93,4 \text{ кг.}$$

3.4. Расчет оборудования для завода по разведению осьминога

Преднерестовые камеры составляют 90 л, они разделяются отсеками. Плотность посадки 1 осьминог/30 л → в одной камере 3 осьминога. В связи с тем, что общее количество особей составляет 40 штук, понадобится 14 преднерестовых камер. Камеры осаждения имеют объем 240 л. Для 40 штук производителей, нам понадобится 20 резервуаров, так как на нерест отправляются самцы и самки в пропорции 1:1.

Инкубация яиц осьминога осуществляется естественным путем самкой в тех же камерах осаждения после извлечения самца. Средняя плодовитость самки составляет около 200 тыс. яиц при расходе воды 0,5 л/с. Как правило, при отложении 200 тыс. яиц делается около 250 кладок. То есть надо предусмотреть необходимое количество укрытий: труб из ПВХ либо камней. После вылупления яиц, параларвы отправляются в инкубационный аппарат. Один аппарат имеет объем 52 л. Плотность посадки составляет 5 параларв/1 л. Тогда на 38 211 параларв понадобится 140 инкубаторов.

Для откорма ювенильной особи используются резервуары с отсеками объемом по 90 л. Для осьминога в этой стадии требуется пространство 10 л. На 11 112 ювенильных осьминогов (с учетом смертности) потребуется 1 235 резервуаров. Для содержания взрослых особей используются также резервуары по 90 л, плотность посадки 1 осьминог/ 30 л. На 10 000 штук взрослых осьминогов потребуется 3 333 резервуара.

Соленость поддерживается на уровне $35 \pm 2 \text{ ‰}$; измерения были сняты с помощью рефрактометра Милуоки (чувствительность 0,1 ‰). Параметр

проверялся ежедневно и корректировался по необходимости с добавлением соли или пресной воды. [12]

РН еженедельно контролировали, чтобы убедиться, что значения оставались в диапазоне 7,9-8,2, оптимального для *O. vulgaris*. Эти значения были измерены с помощью рН-метров (чувствительность 0,01). Так как морская вода сама по себе щелочная, то, как правило, рН нужно понижать. Высокая карбонатная жесткость уменьшает возможности по снижению уровня рН, стоит начинать с очищения воды через фильтр обратного осмоса, чтобы снизить содержание минералов. Далее добавляют в воду кислоты, снижающие рН, например, рН Down от API. Затем восстанавливают жесткость, добавив в воду минеральные добавки.[7]

Значения аммиака и нитрита проверяется каждые три дня с использованием спектрофотометра NOVA 60 (рис. 20). Нитрит следует поддерживать в пределах допустимых значений для вида < 10 мг/л. Для этого стоит продолжать замену воды и использовать биофильтры. [7]



Рисунок 20. Рефрактометр, рН-метр и спектрофотометр для проверки параметров воды

3.5. Водоснабжение завода и расход воды

Расход воды на 500 тыс. яиц и взрослую самку 0,5 л/с, следовательно, расход воды в двух резервуарах на 9 883 448 шт, равен 10 л/с. Расход воды на 38 211 параларву при выдерживании $0,11 \times 140 = 15$ л/с.

Расход воды на выращивание как 9 ювенильных, так и 3 взрослых особей равен 0,5 л/с. Для 11 112 шт. ювенилов расход воды будет равен 617

л/с. Для 1000 взрослых особей 167 л/с. Всего расход воды на заводе будет составлять 809 л/с.

Тип водоснабжения на проектируемом заводе – УЗВ.

Заключение

В результате сделанной работы были сделаны следующие выводы:

1. Проанализировав особенности биологии обыкновенного осьминога, был сделан вывод, что осьминоги – отшельники и яро охраняют свое «личное» пространство, в аквакультуре с ними необходимо обращаться осторожно и постоянно контролировать условия, иначе неправильное обращение может привести к таким последствиям, как: стресс, каннибализм, отказ размножаться, отказ от еды, драки с особями своего вида и смерть.
2. Жизненный цикл обыкновенного осьминога составляет около 2 лет. Благодаря короткому жизненному циклу и высокой конверсии пищи в массу тела (до 30 г в сутки), осьминог – становится очень перспективным объектом для искусственного выращивания.
3. Ознакомившись с историей искусственного разведения вида, был сделан вывод, что в выращивании осьминога есть множество тонкостей. Опыт предыдущих исследований показал, что огромную роль в культивировании осьминога играет правильный корм, особенно на ранних этапах выращивания. Неправильная пища может привести к высочайшим показателям смертности.
4. В содержании осьминога есть свои правила, они включают: одиночное поселение в камеры, размножение в сетках, плотность посадки при инкубации не превышает 5 параларв/1 литр воды, корма должны содержать 90% ракообразных, необходимо наличие биофильтра и механического фильтра в системе.
5. Для описания биотехники разведения осьминога, был спроектирован завод в городе Корсаков, расположенном близ ареала обитания обыкновенного осьминога – на берегу залива Анива. На основе опыта итальянского завода, был подробно разобран процесс разведения *Octopus vulgaris*. Был сделан вывод, что

культивирование осьминога во многом схоже с разведением рыб. Однако условия выращивания и корма для осьминога имеют свои особенности.

Таким образом, выращивание обыкновенного осьминога от рождения до взрослой жизни в условиях аквакультуры очень похоже уже известный нам процесс разведения рыб. Однако здесь есть несколько нюансов в виде четкого выполнения правил по содержанию вида. После изучения особенностей биологии и кормления осьминога технология становится очень логичной и понятной. В результате разведения - вкусное и полезное мясо с большим содержанием белка и макроэлементов. Вкусовые качества обыкновенного осьминога высоко оценены на гастрономическом рынке. Помимо того, выращивание осьминога в условиях аквакультуры может быть одним из способов удовлетворения возросшего спроса без разрушения дикой популяции осьминога.

Список литературы:

1. Богатова Дарья. Японцы осуществили полный цикл выращивания осьминогов.[электронный ресурс]: 2018. – режим доступа: <http://aquavitro.org/>
2. Гурьева С.Ю. Осьминог обыкновенный, или спрут (*Octopus vulgaris*). [электронный ресурс] – режим доступа: <https://zooclub.ru/>
3. Карта слов. Аквакультура осьминога. [электронный ресурс]: 2018. – режим доступа: <https://kartaslov.ru/>
4. Корсаков (город) [электронный ресурс] – режим доступа: wikipedia.org/
5. . Рыбохозяйственная характеристика залива Анива. [электронный ресурс] – режим доступа: smakeev.com
6. Филиппова Ю.А., Алексеев Д.О., Бизиков В.А., Хромов Д.Н. Справочник-определитель промысловых и массовых головоногих моллюсков Мирового океана.- М.: Изд-во ВНИРО, 1997.- 272 с.
7. Antonio Casalini, Oliviero Mordenti. Riproduzione Artificiale e Svezamento Larvale Del Polpo (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) in Ambiente Controllato, Italia, 2019. - 158 с.
8. CUVIER, G.L. 1797. Tableau élémentaire de l'Histoire Naturelle des Animaux. Paris pp. XVI.. -710 с.
9. Jake Naughton. Inside the Race to Build the World's First Commercial Octopus Farm. [электронный ресурс]: 2019. – режим доступа: <https://time.com/>
10. José Iglesias, Lidia Fuentes, Roger Villanueva. Cephalopod Culture. Springer Science & Business Media, . 2014 г. - 494 с.
11. Ole G. Mouritsen, Klavs Styrbæk. Cephalopod Gastronomy. —A Promise for the Future.[электронный ресурс]: 2018. – режим доступа: <https://www.sciencedaily.com/>
12. Jacumar S. Plan nacional del pulpo. Planes Nacionales de cultivos marinos. Cultivo del pulpo, España, 2001-2004 – 170 с.

Приложение

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Боковые кармашки - небольшие кожные складки по бокам от фовеолы.

Булава - расширенный конец щупалец, несущий присоски и крючья.

Буккальная мембрана - кожно-мускульная оторочка, окружающая ротовое отверстие.

Гектокотилизация - процесс видоизменения руки (рук) созревающих самцов головоногих моллюсков, заключающийся в изменении размеров или исчезновении присосок, а также в некоторых случаях в образовании различных выростов и расширении защитных мембран.

Гектокотиль - видоизмененная рука (руки), имеющаяся у взрослых самцов большинства головоногих. Предназначается для переноса сперматофоров самца на семяприемники самки.

Дистальный - расположенный ближе к концу.

Защитная мембрана - тонкая кожистая складка, окаймляющая поверхность рук и булавы щупалец, несущую присоски.

Зона исчерченности - часть брюшной поверхности фрагмокона, имеющая слоистость.

Иридирующий - отливающий металлическим блеском.

Карпальный участок булавы (карпус) - участок булавы между ладонной частью, несущей присоски и крючья, и стеблем щупальца.

Ладонный участок булавы - наиболее расширенная средняя часть булавы, несущая самые крупные присоски или крючья.

Лигула - конец гектокотилизированной руки осьминога, лишенный присосок.

Мантийная полость - полость внутри мантии, в которой находятся все жизненно важные органы моллюска.

Мантия - мускулистый мешок ("тело" моллюска), окружающий внутренние органы.

Мантийно-вороночные запираательные хрящи - запираательный аппарат, состоящий из пары хрящей округлой, треугольной или продольно вытянутой формы, расположенных в основании воронки, и соответствующей им пары хрящей, расположенной на внутренней поверхности передней части мантии.

Папилла - мясистый вырост, конический или уплощенный, обычно образуется видоизмененными стебельками присосок.

Плавательная мембрана - продольный кожно-мускульный гребень на внешней стороне рук или щупалец.

Присоски - присасывательные органы головоногих, расположены на руках и щупальцах. У осьминогов присоски сидячие (без стебельков) и лишены роговых колец.

Роговые кольца присосок - твердые гладкие или зубчатые кольца, расположенные по краю чашечек присосок.

Рожки - мясистые конические выросты над глазами у осьминогов.

Руки - конечности головоногих моллюсков (за исключением щупалец), вооруженные по всей длине одним, двумя или больше рядами присосок (или крючьев). Счет рук ведется от спинной к брюшной паре: первая пара - спинная, вторая и третья - боковые, четвертая – брюшная.

Стебель щупальца - суженный участок щупальца, лишённый присосок или несущий очень редко сидящие мелкие присоски.

Умбрелла - кожная перепонка, соединяющая руки моллюска.

Фиксаторный аппарат щупалец - группа присосок и бугорков у основания булавы. При соединении щупалец фиксирующие присоски одной булавы точно совпадают с бугорками другой, что способствует прочному сцеплению щупалец.

Фотофоры - светящиеся сложно устроенные органы. Могут располагаться на поверхности мантии, головы, рук и щупалец, на глазах и

внутри мантийной полости. Имеют вид белесых, черных, синих, красных и жемчужных капсул, точек, пятен или зерен.

Хроматофоры - органы, содержащие пигмент. У большинства головоногих способны сокращаться и расширяться, благодаря чему изменяется окраска тела.

Чернильный мешок - орган, вырабатывающий чернила. Расположен в передней части мантийной полости. У некоторых головоногих редуцирован или погружен в ткани печени.

Щупальца - парные ловчие конечности и головоногих.