

Департамент образования и науки города Севастополя
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Центр дополнительного образования
«Малая академия наук»

ОЦЕНКА ВЫХОДА ПРОДУКЦИИ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Работу выполнила:

Талала Маргарита Тарасовна,
учащаяся творческого объединения
«Биология человека» ГБОУ ЦДО
«Малая академия наук», ГБОУ
«Инженерная школа», 10 класс;

Научный руководитель:

Поспелова Н.В., педагог
дополнительного образования
ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»,
к.б.н., вед.н.с. ФИЦ ИнБЮМ

Научный консультант:

Вялова О.Ю., к.б.н., ст.н.с. ФИЦ
ИнБЮМ

г. Севастополь, 2021

Оглавление

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	3
РАЗДЕЛ 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	7
РАЗДЕЛ 2 ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	10
1.1 Характеристика объекта исследований	10
1.2 Материал и методы исследований	11
1.3 Статистическая обработка данных.....	13
РАЗДЕЛ 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	14
3.1 Особенности динамики индексов качества продукции для <i>Mytilus galloprovincialis</i>	14
3.2 Исследования на основе определения гонадного индекса для <i>Mytilus galloprovincialis</i>	17
3.3 Особенности динамики индексов качества продукции для устрицы... <i>Crassostrea gigas</i>	18
ВЫВОДЫ.....	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	23

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ИК – индекс кондиции (на сырой вес)

ИК₂ – индекс кондиции (на сухой вес)

ИС – индекс состояния

К_у – коэффициент упитанности

ГИ – гонадный индекс

ВСТУПЛЕНИЕ

Искусственное разведение мидий и устриц имеет многолетнюю историю и в настоящее время наблюдается тенденция к увеличению объемов их культивирования. В России одно из перспективных мест для культивирования двустворчатых моллюсков – Чёрное море, где мидия является массовым моллюском. Технология выращивания мидии достаточно проста и состоит в полной имитации её роста в природных условиях. В практике марикультуры очень важно определить время сбора выращиваемых мидий, наиболее благоприятные сроки её реализации. Товарного размера (50 мм) они достигают уже через 12-18 месяцев. Однако достижение мидиями товарного размера - это необходимое условие для реализации, но не достаточное [1, 5, 11]. Наряду с санитарно-микробиологическими показателями мидия характеризуется и степенью наполненности раковины мясом [11]. Для её оценки в мидиеводстве используют различные индексы: индекс кондиции (ИК), индекс состояния (ИС), коэффициент упитанности (Ку), «Выход мяса». Все эти индексы максимальны перед нерестом и минимальны после него, т.е. изменения содержания мяса связаны с процессами размножения и зависят от степени зрелости гонад [6, 8, 11]. Показателем зрелости гонад наряду с визуальным изучением гонад под микроскопом может служить гонадный индекс (ГИ) [8, 11].

Сроки сбора двустворчатых моллюсков зависят так же и от их видовой принадлежности. Если говорить о черноморской *M. galloprovincialis*, то у неё выделяют два пика размножения - осенний и весенний. Время наступления и его продолжительность определяются, главным образом, внешними условиями и, в первую очередь, температурой воды. При благоприятных условиях возможна и зимняя вспышка нереста моллюсков [1]. Таким образом, невозможно указать точные сроки нереста *M. galloprovincialis*, т.к. этот процесс зависит как от климатических условий года, так и от кормовой

базы [1, 11]. Для этого необходим регулярный контроль содержания мяса в выращиваемых мидиях.

В настоящее время в Чёрном море можно встретить два вида устриц: местный исчезающий вид: *Ostrea edulis* и акклиматизированный – *Crassostrea gigas*, которую также называют гигантской, либо японской устрицей. В 1994 г. вид *Ostrea edulis* был занесен в Красные Книги России и Украины, как исчезающий вид. Второй вид, как устойчивый к заболеваниям, является более перспективным основным в мировом устрицеводстве объектом культивирования. Продукция *C. gigas* в течение 10-ти лет составляет более 10% валовой мировой годовой продукции марикультуры. Для гигантской устрицы сейчас на Чёрном море используются две технологии выращивания: полуцикличная и полноцикличная. Полуцикличная технология основана на подращивании до коммерческого размера спата, купленного в специальных питомниках. Устричное хозяйство, работающее по полноцикличной технологии, само производит посадочный материал, который выращивает до товарного размера. Как раз в период достижения товарного размера, особенно на недавно организованных марихозяйствах, необходим контроль качества продукции, в том числе содержания мяса в моллюсках.

Цель и задачи исследования: апробировать различные индексы для оценки качества продукции культивируемых в Черном море двустворчатых моллюсков (мидии *Mytilus galloprovincialis* и устрицы *Crassostrea gigas*)

На основании цели были поставлены следующие задачи:

1. На основе литературных данных выбрать индексы, используемые для оценки степени наполненности раковины моллюска мясом.
2. Провести сравнительный анализ используемых индексов на примере культивируемой в Черном море мидии *Mytilus galloprovincialis* и дать рекомендации практикующим фермерам по использованию наиболее удобного индекса оценки качества мидийной продукции.

3. Исследовать динамику изменения размерно-весовых показателей и индексов оценки продукции сеголеток культивируемой устрицы *Crassostrea gigas*.

Объекты исследования – средиземноморская мидия *Mytilus galloprovincialis* Lam., гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Thunberg).

Материал исследования – мягкие ткани и раковины моллюсков.

Методы исследования – морфометрические и гистологические методы, статистический анализ.

Научная новизна полученных результатов. Проведен сравнительный анализ и оценена динамика сезонных изменений различных индексов выхода продукции сеголеток культивируемой устрицы *Crassostrea gigas*.

Теоретическое и практическое значение полученных результатов.

Полученные результаты имеют теоретическое значение, так как вносят вклад в понимание биологии мидий и устриц.

Результаты представляют интерес для практикующих фермеров, поскольку позволяют определить оптимальное время сбора урожая моллюсков, что повышает эффективность морского фермерства. Полученные данные дают возможность выбрать место расположения фермы, прогнозировать и контролировать, как количество, так и качество продукции.

РАЗДЕЛ 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В настоящий период ведется работа по созданию морских хозяйств в Черном море, обеспечивающих рациональное использование его биоресурсов. В первую очередь создаются хозяйства по культивированию мидий. Искусственное разведение мидий имеет многовековую историю и в настоящее время наблюдается тенденция к увеличению объемов их культивирования. В России самое перспективное место для культивирования мидии – Черное море, где она является массовым моллюском. Предпосылками к этому являются: достаточная изученность биологии объекта выращивания (мидии — *Mytilus galloprovincialis*), благоприятные природные условия, наличие в море молоди мидий и достаточная кормовая база. Однако при выборе конкретных акваторий для выращивания мидий возникают вопросы, требующие проведения комплексных исследований (на текущий период — с учетом динамичности морской среды) по определению качества воды, состояния грунта и аборигенных мидий, а главное, определения масштабов выращивания в соответствии с кормовой базой, не наносящих экологического вреда.

Сроки сбора моллюсков зависят так же и от их видовой принадлежности. Если говорить о черноморской *Mytilus galloprovincialis*, то у неё выделяют два пика размножения - осенний и весенний. Время наступления и его продолжительность определяются главным образом внешними условиями и в первую очередь температурой воды. При благоприятных условиях возможна и зимняя вспышка нереста моллюсков [1]. Как мы видим, невозможно указать точные сроки нереста *Mytilus galloprovincialis*, т.к. этот процесс зависит как от климатических условий года, так и от кормовой базы [1, 11]. Поэтому необходим регулярный контроль содержания мяса в выращиваемых мидиях.

Следует отметить, что преимущественно выращивание гидробионтов хозяйствующими субъектами Республики Крым осуществляется в акватории Черного моря, на южном побережье, и в акватории озера Донузлав. Основными производителями продукции марикультуры в Республике Крым являются: ООО «Донузлав Аквакультура» (оз. Донузлав), ООО «Яхонт ЛТД» (п. Кацевели); ООО «Крымские морепродукты» (оз. Донузлав), ООО «Аква Крым» (оз. Донузлав). Рост производства продукции марикультуры в последние годы отмечен также и в городе федерального значения Севастополь. Так, производство товарной устрицы в 2018 году выросло на 33,8 % (87 тонн) по сравнению с 2017 годом (65 тонн). Основным производителем устрицы в г. Севастополе является ООО НИО «Марикультура», которое наряду с товарным выращиванием занимается и научно-исследовательской деятельностью [4].

Если говорить о выращивании мидии, то, не смотря на прирост числа предприятий марикультуры, за последние два года производство товарной мидии в акватории Черного моря резко сократилось. Так, например, в Республике Крым объем выращивания мидий в 2018 году снизился почти на 40 % по сравнению с 2017 годом. Аналогичная картина наблюдается в г. Севастополь.

Одним из факторов, влияющим на объемы производства товарной мидии является истощение репродуктивной базы маточных поколений мидии, численность личинок мидии в планктоне и соответственно интенсивность их оседания на коллекторы мидийно-устричных ферм [2]. Одной из причин истощения репродуктивного стада мидий является то, что в ряде обширных районов черноморского бассейна организации, осуществляющие промышленную добычу мидий ведут промысел скальных мидий в наиболее доступных местах. Естественные банки не успевают восстановиться из-за постоянного изъятия мидии и потери не могут компенсироваться за счет переноса личинок из других районов, которые тоже начинают истощаться. О снижении личинок мидий в планктоне

свидетельствуют исследования, которые проводились на рыбоводных участках, предоставленных в пользование хозяйствующим субъектам для осуществления индустриальной аквакультуры (марикультуры) [3]. Так, например, по данным наблюдений проведенных в 2018 - 2019 гг. на мидийно-устричной ферме ООО НИО «Марикультура» состояние гонад мидий и данные по индексу кондиции свидетельствовали об отсутствии пика нереста.

Технология выращивания мидии достаточно проста и состоит в полной имитации её роста в природных условиях. В практике марикультуры очень важно определить время сбора выращиваемых мидий, наиболее благоприятные сроки её реализации. Товарного размера (50 мм) они достигают уже через 12-18 месяцев. Однако достижение мидиями товарного размера - это необходимое условие для реализации, но не достаточное [1, 5, 11]. Наряду с санитарно-микробиологическими показателями мидия характеризуется и степенью наполненности раковины мясом [5, 7, 11]. Для её оценки в мидиеводстве используют различные индексы: индекс кондиции (ИК), индекс состояния (ИС), коэффициент упитанности (Ку), «выход мяса». Все эти индексы максимальны перед нерестом и минимальны – после него, т.е. изменения содержания мяса связаны с процессами размножения и зависят от степени зрелости гонад [6, 8, 11]. Показателем зрелости гонад наряду с визуальным изучением гонад под микроскопом может служить гонадный индекс (ГИ).

РАЗДЕЛ 2 ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Характеристика объекта исследований

Исследования проводили на двух видах моллюсков, культивируемых в разных районах прибрежной зоны Крыма. (табл. 1).

Таблица 1 Культивируемые моллюски

Внешний рейд б. Севастопольская	Бухта Ласпи
средиземноморская мидия <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.	гигантская устрица <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg)

Биологическая характеристика исследуемых видов приведена ниже.

В Чёрном и Азовском морях мидия заселяет скальный и иловый биотопы: от уреза воды до глубины 80 м. На скалах и камнях мидии образует щетки. На мягком грунте прикрепляется группами к мелким камешкам и мертвым раковинам, образуя друзы. Мидии – это один из основных компонентов в обрастании портовых сооружений и судов. В биоценозе мидиевого ила является доминирующей формой. Распространение вида: Атлантическое побережье Южной Европы (на север до Бискайского залива), Средиземное, Эгейское, Мраморное, Чёрное и Азовское моря [11]. Однако даже при беглом осмотре нескольких мидий одного вида легко заметить, что они различаются окраской. Исследователи, работавшие на Чёрном море ещё в 19-ом веке, обратили внимание на то, что мидии, образующие поселения на прибрежных скалах имеют более тёмный цвет (тёмно-коричневый, тёмно-фиолетовый), чем мидии, обитающие на илистых грунтах больших глубин, где преобладают светло-коричневые моллюски. Было показано, что окраска раковины – это генетически наследуемый признак и разноокрашенные мидии относятся к одному виду. Коричневые мидии лучше приспособлены к жизни на иловых грунтах, в то время как чёрно-фиолетовые лучше выживают в зоне

воздействия волн, то есть на скалах, а также на мидийных фермах [5]. Сроки нереста на Черном море: весенний нерест – март-май, осенний – сентябрь-октябрь, может быть 3-й (зимний) пик нереста - декабрь – январь.

Половой зрелости мидия достигает в возрасте 100—110 суток после оседания на субстрат. Продолжительность жизни 6- 8 лет. Основной пищей являются детрит, протисты, одноклеточные организмы, мелкие беспозвоночные. Мидия является одним из основных объектов культивирования в морях Мирового океана, а *Mytilus galloprovincialis* - единственный из рода *Mytilus* объект выращивания на Черном море.

Гигантская устрица *Crassostrea gigas* распространена во всем мире. Устрицы естественных поселений Черного моря становятся половозрелыми на втором и третьем году жизни. Основной пищей являются детрит, протисты, одноклеточные организмы, мелкие беспозвоночные.

2.2 Материал и методы исследований

Материалом для исследования служили раковины и мягкие ткани мидий и устриц.

Мидий товарного размера ($L_{\text{раковины}} \geq 50$ мм) отбирали ежемесячно с июня 2019 по август 2020 г. на ферме, расположенной на внешнем рейде г. Севастополя (с экспериментального верёвочного коллектора (глубина 6 м).

Устриц-сеголеток отбирали с февраля по октябрь 2021 г. на ферме, расположенной в бухте Ласпи (с садков).

Для проведения расчётов индексов определяли различные параметры исследуемых моллюсков. Длину раковины определяли при помощи штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Моллюсков взвешивали целиком, вскрывали, удаляли межстворчатую жидкость, мягкую ткань отделяли от раковины. Далее мягкую ткань обсушивали фильтровальной бумагой и взвешивали. Сухую массу мягких тканей определяли после высушивания при температуре 105°C. Взвешивание производили на аналитических весах AXIS

ANG200С. Внутренний объем раковины (V) измеряли только для мидий, поскольку у них обе створки практически равнозначны, тогда как у устрицы раковина ассиметрична – верхняя (правая) створка плоская, а нижняя (левая) выпуклая. Для расчёта V створку моллюска заполняли водой, содержимое переливали в мерный цилиндр; полученный результат умножали на 2. Гонадный индекс определяли только у мидий, так как они нерестятся 2-3 раза в год и с течение года масса гонад колеблется в широких пределах. Нерест у устриц происходит 1 раз в год летом, к тому же гонада устриц развивается вокруг пищеварительной железы и отделить ее от остальных тканей довольно сложно. Для расчёта ГИ у мидий вырезали гонады и взвешивали. Для определения стадии зрелости гонад мидий использовали методику визуального изучения мазков гонад под микроскопом Jenaval [11].

Индексы рассчитывали формулам [6, 9, 10, 11]:

$$\text{ИК} = W_{\text{мягк. тк.}} / V * 100\%,$$

где $W_{\text{мягк. тк.}}$ — сырая масса мягких тканей, г., V, мл – внутренний объём раковины.

$$\text{ИК 2} = W_{\text{мягк. тк.}} / V * 100\%,$$

где $W_{\text{мягк. тк.}}$ — сухая масса мягких тканей, г.

$$\text{ИС} = W_{\text{мягк. тк.}} / W_{\text{раков.}} * 100\%,$$

где $W_{\text{мягк. тк.}}$ — сырая масса мягких тканей, г; $W_{\text{раков.}}$ — сырая масса раковины, г.

$$K_u = W_{\text{мягк. тк.}} / L^3 * 100\%,$$

где $W_{\text{мягк. тк.}}$ — сырая масса мягких тканей, г; L — длина моллюска, мм.

$$\text{«Выход мяса»} = W_{\text{мягк. тк.}} / W_{\text{всей мидии}} * 100\%,$$

где $W_{\text{мягк. тк.}}$ — сырая масса мягких тканей, г; $W_{\text{всей мидии}}$ — сырая масса всего моллюска, г.

$$\text{ГИ} = W_{\text{гонады мидии}} / W_{\text{всей мидии}} * 100\%, \text{ (GSI)}$$

где $W_{\text{гонады мидии}}$ — сырая масса гонад, г; $W_{\text{всей мидии}}$ — сырая масса всего моллюска, г.

Всего обработано 180 экз. мидий и 70 экз. устриц.

2.3 Статистическая обработка данных

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакет программ Microsoft Office Excel 2007. Вычисляли среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ). Сравнительный анализ данных осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента.

РАЗДЕЛ 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Особенности динамики индексов качества продукции для *Mytilus galloprovincialis*

В результате сравнительного анализа различных индексов, рассчитанных для культивируемой *Mytilus galloprovincialis* показано, что результаты идентичны по K_p (коэффициент упитанности), «Выходу мяса» и ИС (индекс состояния) и максимальных значений достигали в сентябре 2019 (рис. 1-5). С мая по август отмечено незначительное снижение этих индексов с минимальными значениями в декабре и августе. ИК и ИК 2 показали аналогичные значения за весь период исследования (рис. 2 и 3), поэтому в дальнейшем мы будем характеризовать их, как ИК.

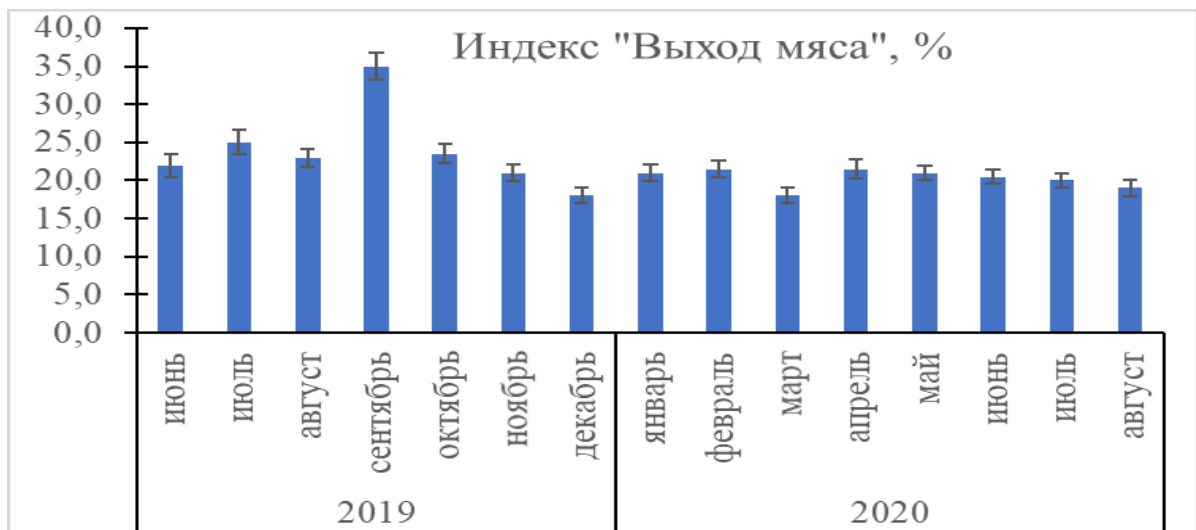


Рис. 1 Динамика индекса «Выход мяса» у мидий

Изменение всех индексов тесно связано с физиологией мидии, а именно с репродуктивным циклом, что в свою очередь связано с условиями их обитания, прежде всего с температурой и кормовой базой. Известно [1], что весенний нерест начинается при прогреве воды более 8°C, который может быть растянут до трёх месяцев, а осенний начинается при снижении температуры ниже 20°C и сроки его более сжаты. Максимальные значения индексов K_p , «Выход мяса» и ИС в мае связан с нахождением моллюсков на

3-й стадии (активный гаметогенез), когда они имели максимальный вес, что показывает ГИ (рис. 6).

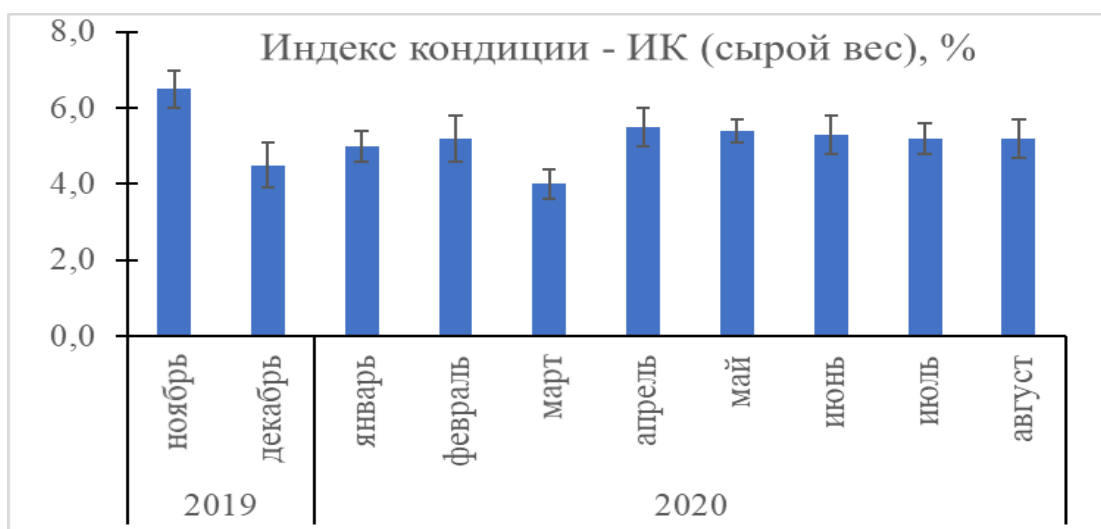


Рис. 2 Динамика индекса кондиции (на сырой вес) у мидий

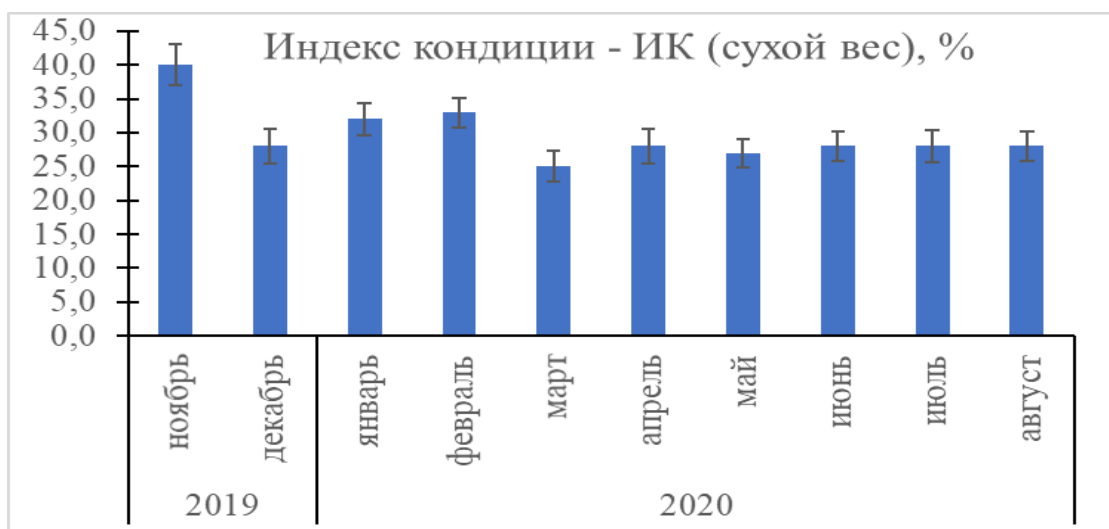


Рис. 3 Динамика индекса кондиции (на сухой вес) у мидий

Весенний нерест моллюсков в 2020 г. отмечен в марте-апреле при температуре воды 9 - 12°C (данные сотрудников аквакультуры и морской фармакологии ИнБЮМ). С марта по май в районе фермы отмечено массовое развитие фитопланктона с доминированием мелкоклеточных видов микроводорослей, доступных для питания мидий. В мае у мидий уже вновь

начался рост соматической и генеративной ткани на фоне хорошей кормовой базы.

Динамика индекса состояния и коэффициента упитанности (рис. 4 и 5) близки к динамике индекса «выход мяса». Максимальные значения показаны в сентябре 2019 в период подготовки к осеннему нересту. Минимальны показатели индекса состояния в ноябре, а коэффициента упитанности – в декабре 2019, марте и августе 2020.



Рис. 4 Динамика индекса состояния (ИС) у мидий

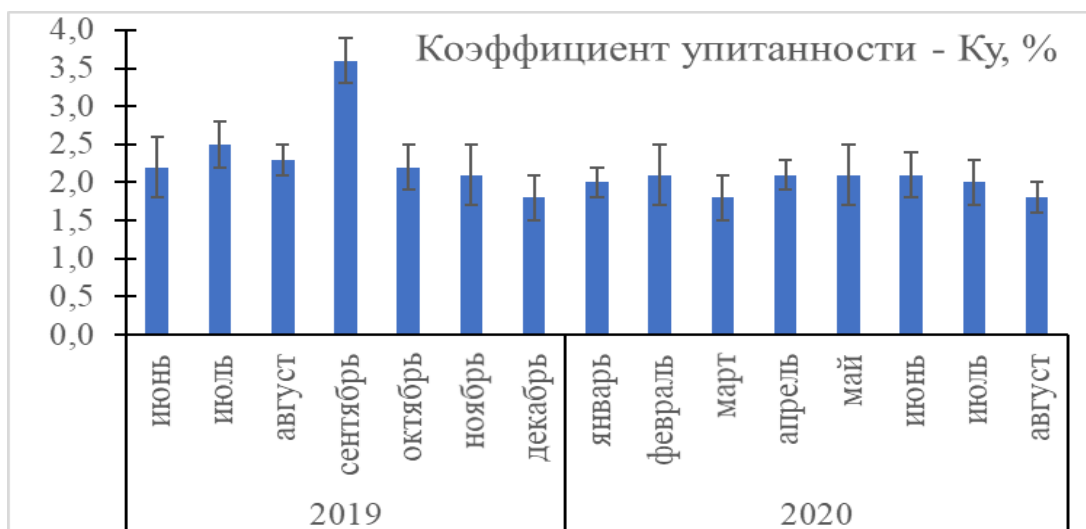


Рис. 5 Динамика коэффициента упитанности (Ку) у мидий

По данным сотрудников аквакультуры и морской фармакологии ИнБЮМ летний период 2020 г. характеризовался достаточной численностью и

биомассой кормового фитопланктона (доминировали динофитовые водоросли), что благоприятно отразилось на общем весе мягкой ткани мидий. Исключение составил август, когда моллюски испытывали недостаток корма (желудки были практически пустые, а фекалии представляли собой светлые ленты, что характерно для голодных мидий). Численность фитопланктона в августе значительно снизилась и достигла минимальных значений, при этом доминировали колониальные диатомовые водоросли, которые не входят в пищевой спектр моллюсков. В связи с этим наполненность желудков мидий была низкой, пищеварительная железа имела светло-бежевый цвет, что также свидетельствует о недостатке корма в этот период. Это и привело к незначительному снижению всех индексов к августу, несмотря на рост генеративной ткани (мидии находились на 3-4 стадиях зрелости). Все тестируемые индексы продемонстрировали сходные тенденции, и их можно использовать в качестве индикаторов качества производства мидий. Однако, необходимы дальнейшие исследования, чтобы проследить динамику изменения всех параметров в течение всего года, особенно в периоды нереста.

На данном этапе работы из всех апробированных индексов мы можем рекомендовать индекс «выход мяса» и индекс состояния, которые легче всего определяются, являются достаточно наглядными.

3.2 Исследования на основе определения гонадного индекса для *Mytilus galloprovincialis*

Параллельно с исследованиями наполненности раковины «мясом» проводили расчёты ГИ, который даёт нам представление о степени зрелости гонад (рис. 6).

Максимальный вес мидия имеет на 4 стадии – преднерестовой, гонадный индекс при этом составил 10,7. На 3-й стадии – активного гаметогенеза, ГИ = 8,5. К 5-ой – нерестовой стадии, гонада находится в

состоянии частичного нереста и вес мягких тканей уменьшается за счёт снижения веса гонад. Однако ГИ в начале нереста остаётся высоким (9,8). После окончания нереста гонада становится тонкой и прозрачной, поэтому минимальный вес мягких тканей отмечен на 2-ой стадии – начало гаметогенеза.

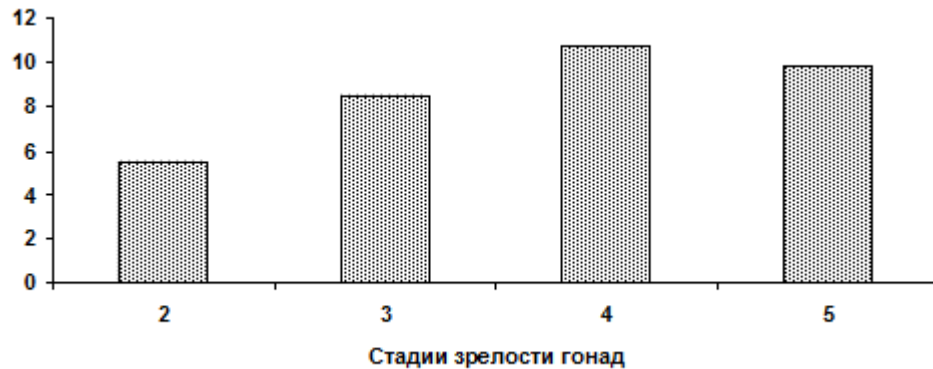


Рис. 6 Изменение гонадного индекса в зависимости от стадии зрелости гонад

ГИ чаще всего используется для оценки репродуктивных характеристик моллюсков [14, 15, 16], и некоторые авторы предлагают использовать его для оценки качества культивируемого двустворчатого производства [11]. Мы считаем, что использование гонадного индекса для оценки качества продукции мидий неудобно, поскольку довольно сложно отделить гонады от мягких тканей, и для точного расчета ГИ требуется много образцов моллюсков. Однако, если этот показатель используется для оценки времени сбора мидии, необходимо учитывать, что *M. galloprovincialis* достигает коммерческого качества при $ГИ > 8.5$.

3.3 Особенности динамики индексов качества продукции для устрицы *Crassostrea gigas*

Исследования проведены на сеголетках устриц – спат высажен в садки на ферму осенью 2020 г. В феврале 2021 г. предположительный возраст моллюсков 8-9 мес. Мы получили возможность наблюдать за ростом и

набором веса моллюсков одного возраста, выращиваемых в одинаковых условиях. Морфометрические показатели устриц представлены на рисунке 7.

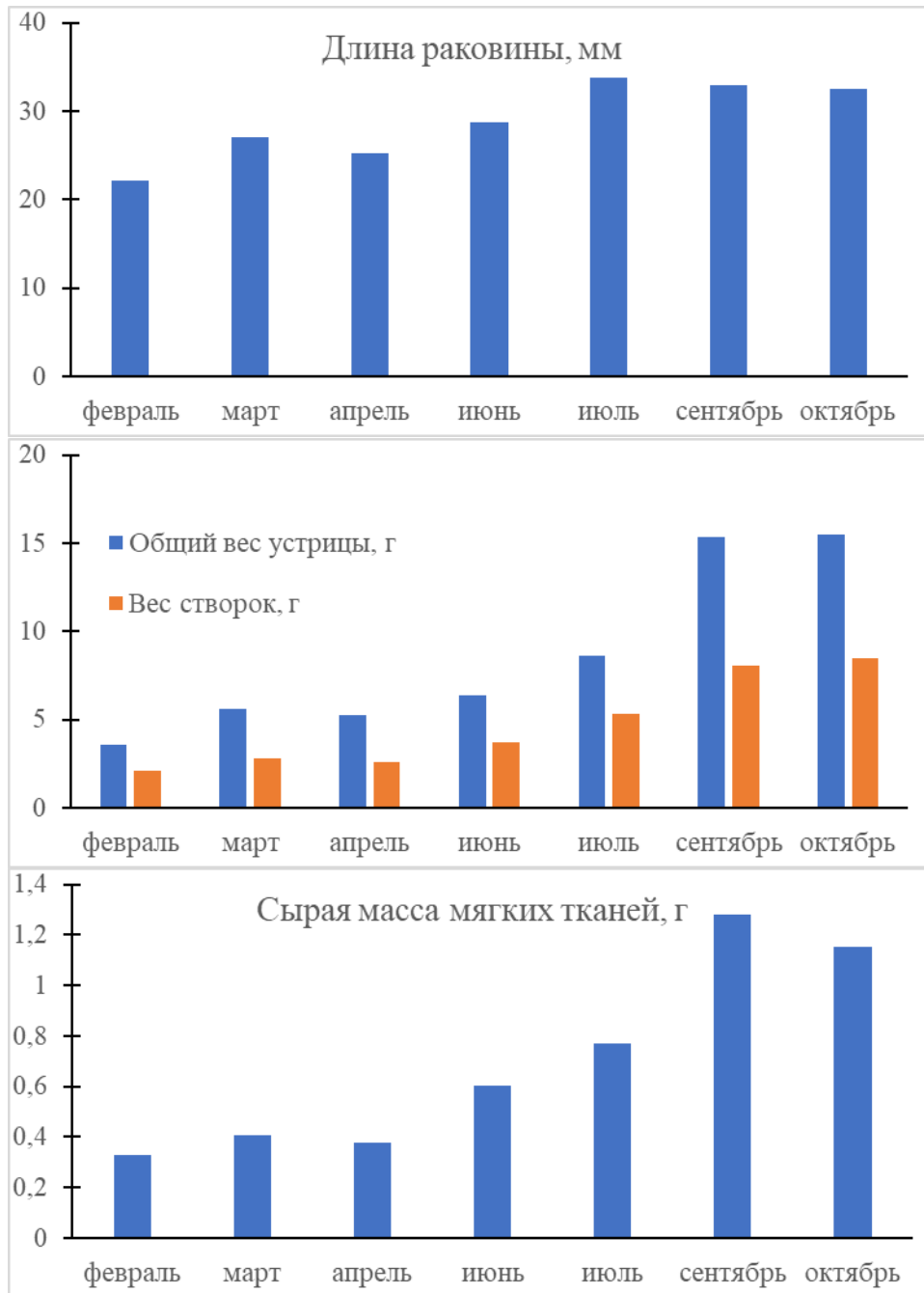


Рис. 7 Динамика морфометрических показателей устрицы *Crassostrea gigas*, выращиваемой на ферме в б. Ласпи

За 8 мес. выращивания длина раковины увеличилась на 32% (в 1,5 раза), замедление роста раковины в длину отмечено с июля по октябрь. При этом общий вес и вес раковины устриц увеличились на 75% (в 4-4,3 раза), а

вес мягких тканей – на 72% (в 3,5 раза). Следует отметить, что наиболее интенсивный увеличение массы раковины и массы мягких тканей отмечено с июня по сентябрь. Вероятно, в этот период основная энергия моллюсков направлена на увеличение массы мягких тканей, а рост раковины и увеличение ее веса происходит за счет увеличения ее ширины и толщины.

Рассчитаны индекс состояния, коэффициент упитанности и индекс «Выход мяса» для устриц (рис. 8).

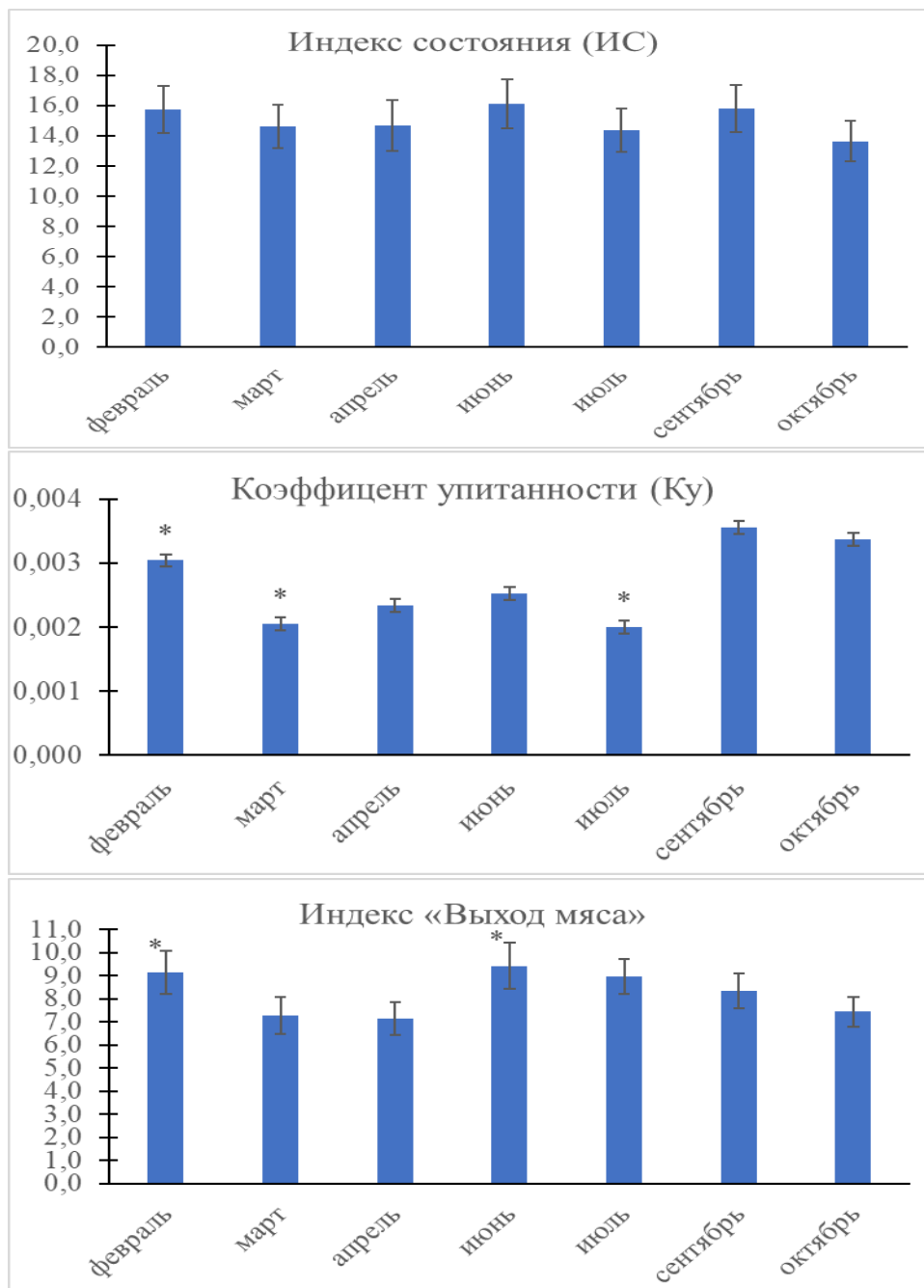


Рис. 8 Индексы качества продукции устрицы *Crassostrea gigas*, выращиваемой на ферме в б. Ласпи

Индекс состояния (ИС) не показал значимых изменений за период исследования. Коэффициент упитанности показал минимальные значения с марта по июль. Снижение показателя с февраля к марту и увеличение с июля по сентябрь были достоверно значимыми ($p \geq 0,05$). Индекс «Выход мяса» изменялся не значительно, статистически значимые различия показаны в феврале и июне, когда этот показатель достигал максимальных значений. Исследуемые нами устрицы еще не достигли промыслового размера, которого они в условиях Черного моря достигают через 2-3 года. На данном этапе мы не можем выбрать наиболее удобные индексы для оценки качества продукции, поскольку наблюдается интенсивный рост моллюсков и много энергии тратится не только на рост соматической и генеративной ткани, но на рост раковины.

ВЫВОДЫ

1. Все тестируемые для *Mytilus galloprovincialis* индексы (индексы кондиции (ИК, ИК2), индекс состояния (ИС), коэффициент упитанности (Ку), индекс Выход мяса) продемонстрировали сходные тенденции, и их можно использовать в качестве индикаторов качества продукции мидий.
2. Наибольшие показатели выхода мяса для мидий зарегистрированы в преднерестовый период (на основании гонадного индекса).
3. Для контроля содержания мяса в выращиваемых двустворчатых моллюсках выбраны и предложены наиболее удобные индексы (Выход мяса и Индекс состояния).
4. Вес раковины и мягких тканей сеголетов устриц *Crassostrea gigas* за 9 месяцев выращивания увеличился в 3,5-4,3 раза (на 72-75%), рост раковины в длину составил 32%.
5. Индекс состояния, коэффициент упитанности и индекс «Выход мяса» применимы для устриц, однако для адекватной оценки качества продукции необходимо провести дополнительные исследования на устрицах промыслового размера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биология культивируемых мидий. / [В. Н. Иванов, В. И. Холодов, М. И. Сеничева и др.] – К.: Наук. думка, 1989. – 100 с.
2. Лисицкая Е.В. Сезонная динамика меропланктона в акватории экспериментального мидийного хозяйства (Севастополь, Чёрное море) // Экология моря. 2001 Вып. 55 - С. 83–86.
3. Лисицкая Е.В. Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона в районе мидийно-устричной фермы (Севастополь, Черное море) // Морской биологический журнал, 2017, том 2, № 4, с. 38-49.
4. Киянова Е.В., Игнатенко М.А., Татко С.М. Марикультура азово-черноморского рыбохозяйственного бассейна // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы IV национальной научно-практической конференции, Калининград – 8-10 октября 2019 г./ под ред. А.А. Васильева; Саратовский ГАУ. – Саратов: Амирит, 2019. – С. 122-127.
5. Марикультура мидий на Чёрном море / Ред. В. Н. Иванов // НАН Украины, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007. – 314 с.
6. Петров А. Н. Исследование экологии моллюсков с применением некоторых индексов (на примере черноморских двустворок) : автореф. дис. на соискание учёной степени канд. биол. наук: спец.: 03.00.18. – Севастополь, 1990. – 24 с.
7. Пиркова А. В., Столбова Н. Г., Ладыгина Л. В. Сезонная динамика нереста мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. в иловых поселениях разных районов Черного моря // Гидробиологический журнал. – 1994. – Т. 30, № 2. – С. 22–27.
8. Пиркова А.В., Холодов В.И., Ладыгина Л.В. Оптимизация некоторых этапов биотехники культивирования личинок мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Гидробиологический журнал. – 1998. – 34, № 1. – С. 57–61.

9. Супрунович А.В., Макаров Ю.Н. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки / отв. ред. В. Н. Золотарев. Киев: Наук. думка, 1990. – 264 с.
10. Топтиков В. А., Тоцкий В. Н., Алексеева Т.Г., Ковтун О. А. Сравнительный анализ адаптивного потенциала особей рапаны (*Rapana venosa* Lenciennes, 1846) и мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lamark, 1819) из одного биотопа // Вісник ОНУ. Сер.: Біологія. 2014. т. 19, вип. 2(35) . – С. – 61-75.
11. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море. – Воронеж : ООО «Издат-принт», 2017. - 508 с.
12. Чухчин В. Д. Формирование фекалий черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* в связи с процессами пищеварения и антропогенным воздействием // Экология моря. – 1990. – Вып. 35. – С. – 35-39.
13. Шепель Н. А. Временная инструкция по биотехнологии культивирования съедобной мидии. – Владивосток: ТИНРО, 1983. – 36 с.
14. Norman Mercado-Silva. Condition index of the eastern oyster, *Grassostrea Virginica* (Gmelin, 1791) in Sapelo island Georgia—effects of, site, position on bed and pea crab parasitism // Journal of Shellfish Research. – 2005.— Vol. 24, No. 1. – P. 121-126,
15. Toro, J.E., Thompson, R.J., Innes, D.J. Reproductive isolation and reproductive output in two sympatric mussel species (*Mytilus edulis*, *M. trossulus*) and their hybrids from Newfoundland // Marine Biology. – 2002. – 141. – P. 897–909.
16. Zardi, G.I., McQuaid, C.D., Nicastro, K.R. Balancing survival and reproduction: seasonality of wave action, attachment strength and reproductive output in indigenous *Perna perna* and invasive *Mytilus galloprovincialis* mussels // Marine ecology progress series. – 2007. – 334. – P. 155–163.