



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии»
(ФГУП «ВНИРО»)



I научно-практическая конференция молодых ученых
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ
МИРОВОГО ОКЕАНА»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Материалы

I научно-практической конференции молодых ученых

Москва
издательство ВНИРО
2010

УДК 639.2"313"

С 56 **Современные** проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса. I научно-практической конференции молодых ученых ФГУП «ВНИРО»: Тезисы. - М.: Изд-во ВНИРО, 2010. - 95 с.

ISBN 978-5-85382-405-8

© Издательство ВНИРО, 2010

ОРГКОМИТЕТ

- 1. Макоедов А. Н.** - директор ФГУП «ВНИРО», председатель оргкомитета;
- 2. Пенкин М. А.** - председатель Совета Молодых Ученых
- 3. Колесникова Е. В.**
- 4. Сергеева С. Е.**
- 5. Вафина Л. Х.**

Уважаемые участники

I научно-практической конференции молодых ученых ФГУП «ВНИРО»

"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА"!

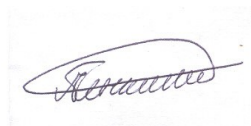
От имени Совета молодых ученых ФГУП «ВНИРО» разрешите приветствовать Вас на I научно-практической конференции молодых ученых ФГУП «ВНИРО» **"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА"!**

Успешное развитие рыбохозяйственной науки возможно только на основе преемственности научного потенциала поколений, что всегда являлось хорошей традицией ученых ВНИРО. Поэтому по инициативе и при непосредственном участии ведущих специалистов и творческой молодежи, совместными усилиями в начале 2010 года был создан Совет молодых ученых.

Нам бы хотелось видеть слаженную и сплоченную работу молодежи института, направленную на своевременное и результативное решение актуальных научных задач в рыбохозяйственной отрасли. Надеюсь, что Первая научно-практическая конференция пройдет на достойном уровне, что она послужит хорошим стимулом для активизации молодежи.

Желаю Вам интересной и плодотворной работы, успехов в Ваших начинаниях!

**Председатель
Совета молодых ученых**



М. А. Пенкин

УДК 597-115:597.562

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ
ТРЕСКИ *GADUS MACROCEPHALUS TILESII* (GADIDAE) ПО 6
МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ**

М. Е. Бурякова, А. М. Орлов¹, К. И. Афанасьев², М. В. Шитова²

¹ФГУП «ВНИРО», Москва

²ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН, Москва

Тихоокеанская треска является одним из важнейших промысловых видов рыб северной части Тихого океана. Литературные данные по морфометрии, мечению, сезонной динамике пространственного распределения биомассы и другие свидетельствуют о существовании локальных популяций трески. Однако генетические исследования с применением современных методов на этом виде не проводились.

Пробы тихоокеанской трески для генетических исследований собирали с 2005 по 2010 годы из уловов донных тралений в Беринговом, Охотском, Японском морях, а также в тихоокеанских водах Курильских островов. Кроме того в исследования была включена одна выборка из канадских вод, предоставленная нам Г.А. МакФарлейном из Тихоокеанской биологической станции [G.A. McFarlane, Pacific Biological Station, Nanaimo, B.C. Canada] (рис. 1.).



Рис. 1. Карта мест сбора выборок трески для генетических исследований

Примечание: 1- канадские воды (Кан); 2- Наваринский район (Нав); 3- Корякский район (Кор); 4- Карагинский залив (Кар); 5- Западная Камчатка (ЗК); 6- Тауйская губа (Маг); 7- Северо-западная часть Охотского моря (СЗО); 8- охотоморские воды Северных Курил (СКО); 9- тихоокеанские воды Северных Курил (СКТ); 10- тихоокеанские воды о. Итуруп (ИТ); 11- Тихоокеанские воды о. Кунашир (КТ); 12- охотоморские воды о. Итуруп (ИО); 13- Юго-Западный Сахалин (Сах); 14- Приморье (Прим).

Методика проведения молекулярно-генетического и статистического анализа была такой же, как описано в наших предыдущих статьях [Строганов и др., 2009; Бурякова и др., 2010]. Тест на принадлежность к популяции [Hansen et al., 2001; Banks et al., 2003] методом Rannala & Mountain [Rannala, Mountain, 1997] проводили в программе GenClass2 [Piry et al., 2004].

В качестве маркёров полиморфизма были выбраны локусы, первоначально сиквенированные на атлантической треске *Gadus morhua* и отработанные на ней: Gmo3, Gmo34, Gmo19, Gmo8 [Miller et. al., 2000], PGmo 32 [Jakobsdottir et al., 2006], а также собственный локус тихоокеанской трески – Gma106 [Canino, 2005].



Рис.2. Консенсусное UPGMA-дерево

В результате проведённых исследований была построена дендрограмма (рис. 2). Вся исследованная треска разделилась на две, достоверно отличающиеся ветви: северную и

южную. В северную ветвь вошли выборки Берингова, Охотского морей, а также канадских вод. Внутри этой ветви обнаружилась достоверная дифференциация выборок из северной части Охотского моря (северо-западная его часть и район Магадана) и выборок из Наваринского района Берингова моря и канадских вод от всех остальных.

Южная ветвь дендрограммы включила в себя выборки Японского моря, тихоокеанских вод Курильских островов и выборку из охотоморских вод о. Итуруп. Между этими выборками также обнаружилось достоверные внутрирегиональные различия. Выборка из Японского моря отделилась от выборки Курильских островов. Кроме того, выборка с охотоморской стороны о. Итуруп отделилась от таковой из вод северных и южных Курильских островов.

На основе матрицы коэффициентов попарного сходства (coancestry identity) оценена степень генетической близости с применением многомерного шкалирования (MDS) в программном пакете STATISTICA 6. Все выборки подразделились на две основные группы, в которых также присутствует внутрирегиональная дифференциация (рис. 3).

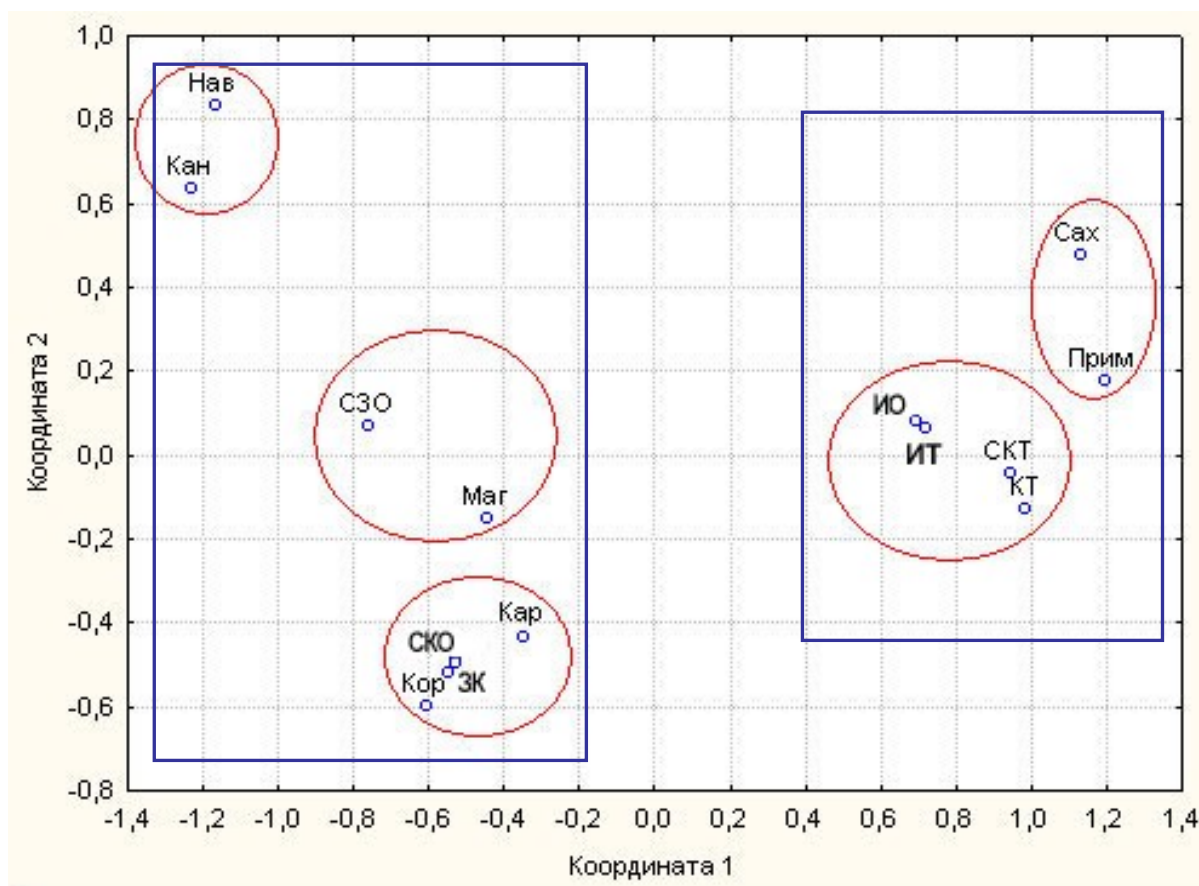


Рис. 3. Расположение выборок в пространстве главных координат

Анализ 14 выборок тихоокеанской трески по 6 микросателлитным локусам показал хорошо выраженную дифференциацию трески, имеющую как межрегиональный, так и внутрирегиональный характер. Выделены районы, достоверно отличающиеся по частотам

аллелей исследованных локусов. Сделаны успешные попытки индивидуальной идентификации трески с возможностью определить принадлежность отдельных особей трески к северной ветви с вероятностью 95% и к южной с вероятностью 90%.

УДК 597-115(261.5)

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕЗОПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ

Н. В. Гордеева

Учреждение Российской академии наук Институт общей генетики
им. Н.И. Вавилова РАН, г. Москва

Морским видам рыб свойственны, как правило, огромные численности, большая варiances репродуктивного успеха и способность к рассеянию в отсутствие явных физических барьеров для миграции. Рассеяние особенно велико на ранних стадиях жизненного цикла, поскольку большинство рыб имеют пассивно мигрирующих пелагических личинок. В подобных условиях формирование генетически дискретных популяций или группировок должно быть затруднено. Действительно, многие виды демонстрируют очень слабую межпопуляционную дифференциацию или её отсутствие даже на огромной географической шкале, включающей целые океаны для видов-космополитов [индексы популяционной дифференциации $F_{ST} < 0.05$, Palumbi, 2003]. Вместе с тем результаты ряда работ противоречат гипотезе о значительной панмиксии морских рыб [Ruzzante et al., 1996; Lundy et al., 1999; Shaw et al., 1999, Stefansson et al., 2009]. Было показано, что даже в пелагиали открытого океана имеются факторы, способствующие изоляции популяций – циркуляции водных масс различного происхождения [Palumbi, 1996]. Для изучения связи внутривидовой генетической подразделённости с океанографическими характеристиками наиболее удобным объектом представляются светящиеся анчоусы (семейство *Mycophidae*). Представители этого семейства достигают огромной численности в Мировом океане, практически повсеместно являясь основной частью мезопелагических ихтиоценов. Подавляющее большинство видов миктофид совершают вертикальные суточные миграции [Беккер, 1983; Gartner et al., 1987], поднимаясь по ночам из глубин к поверхности. Это небольшие рыбы, входящие в состав макропланктона и микронектона; икра и личинки миктофид развиваются в приповерхностных слоях. Такие особенности создают предпосылки для широкого рассеяния и, следовательно, генетической миграции. При этом, несмотря на способность к вертикальным перемещениям, миктофиды не являются активными пловцами;

т.е. популяции этих видов, в большой степени подвергаются воздействию океанических течений, постоянно дрейфуя вместе с перемещающимися водами [Парин, 1988].

Исходя из этого, проблема механизмов изоляции в океанической пелагиали представляет особенный интерес, так как такие механизмы теоретически запускают эволюционные процессы и увеличивают видовое разнообразие, и, очевидно, особенно интенсивно в таких больших семействах, как Mystophidae. Для исследования этой проблемы был проведен популяционно-генетический анализ четырёх видов светящихся анчоусов, широко распространенных в атлантических водах или в тропической зоне всех океанов: *Benthoosema suborbitale*, *Ceratoscopelus warmingii*, *Diogenichthys atlanticus*, *Hygophum macrochir*. Задачи исследования заключались в том, чтобы (1) провести сравнительный анализ популяционно-генетической структуры у четырёх массовых видов миктофид Южной Атлантики в районе Срединно-Атлантического и Китового хребтов, (2) определить степень влияния масштабных и локальных океанических циркуляций, возникающих вокруг подводных поднятий.

Коллекция мезо- и батипелагических рыб была собрана в 2009 г. в 29 рейсе НИС «Академик Иоффе» вдоль центральной и южной части Срединно-Атлантического хребта (далее – САХ), в южной части Китового хребта. Обследовано 58 экз. *Benthoosema suborbitale*, 79 экз. *Ceratoscopelus warmingii*, 246 экз. *Diogenichthys atlanticus* и 161 экз. *Hygophum macrochir*. Генетическую изменчивость оценивали с помощью 3-5 микросателлитных маркёров.

Полученные в настоящей работе глобальные оценки генетической дифференциации F_{ST} варьировали в очень широких пределах, от 0 до рекордно большой величины 0.120, что опровергает исходную гипотезу о генетической гомогенности. При этом контрастные картины отмечены в районе симпатрического обитания исследованных видов, и выборки были взяты в одно время на одних и тех же станциях.

Минимальные оценки были получены для *Benthoosema suborbitale*, населяющей водные массы в районе Срединно-Атлантическим хребтом между 00° 26 N and 04° 48 S. Полученная картина соответствует панмиксии, возникающей при значительном генном обмене, и действительно может быть результатом перемешивания в системе круговорота экваториальных противотечений. Однако, в тех же водах другой вид, *Hygophum macrochir*, демонстрирует отчётливую дифференциацию выборок. Между выборками другого наиболее многочисленного в уловах вида *Diogenichthys atlanticus* оценки дифференциации были относительно небольшие, хотя и статистически значимые, на очень большой географической шкале (4300 км). При этом эффект изоляции расстоянием отсутствовал, т.е. генетические расстояния не коррелировали с географическими расстояниями между выборками.

Региональная структура была слабо выраженной. Такая картина предполагает отсутствие барьеров для генетической миграции на больших участках ареала, при этом то, что в построенных выборки всё же кластеризуются согласно региональной принадлежности, говорит о соответствии потоков миграций *D. atlanticus* масштабным циркуляциям в Южной Атлантике. Но с другой стороны, исследованный на практически том же участке акватории вид *Ceratoscopelus warmingii* имеет хорошо выраженную популяционную дифференциацию, иерархическую пространственную организацию и отчётливую структуру миграций, соответствующую модели изоляции расстоянием. Это значит, что в данном случае миграция ограничена и обмен генами происходит только между соседними популяциями.

Из изложенного можно заключить, что, несмотря на одинаковое воздействие абиотических факторов среды, картины внутривидовой генетической структуры могут сильно различаться. А это означает, что при значительном сходстве в экологии, поведении и жизненном цикле светящихся анчоусов отдельные свойства видов (биологические, демографические, эволюционные) всё же различаются настолько, чтобы обеспечить существенную разницу в особенностях внутривидовой подразделённости, т.е. в размерах и границах структурных группировок/популяций. Хотя сведения по биологии, особенностям воспроизводства и прочих характеристик отдельных видов миктофид отрывочны, можно попытаться сделать несколько предположений.

Во-первых, у исследованных видов варьируют как максимальные размеры тела, так и особенности стратификации, т.е. диапазон глубин вертикальных миграций взрослых особей [Беккер, 1983]. Очень возможно, что из-за размерных и поведенческих особенностей виды могут в разной степени быть подвержены гидрографическим факторам. Оба признака, размеры тела и диапазон глубин, заметно больше у видов с высокими оценками генетической дифференциации, *Ceratoscopelus warmingii* и *Hygophum macrochir*.

Во-вторых, различия в численности популяций могут также влиять на оценки дифференциации. Огромное значение имеют, кроме того, особенности жизненного цикла (продолжительность жизни, сроки и цикличность размножения) и другие адаптивно значимые признаки.

В этой работе была также отмечена и локальная генетическая дифференциация - заметные различия между выборками, взятыми из разных глубин и разных точек над склонами горы. Поскольку такие различия зарегистрированы одновременно у разных видов, то она вряд ли может быть результатом случайных различий.

Суммируя результаты исследования, можно сказать, что гомогенизирующее влияние крупномасштабных циркуляций может быть ограничено у некоторых видов светящихся анчоусов. В качестве предварительной гипотезы рассматриваются различные адаптивные

стратегии, которые могут предотвращать значительную миграцию. Получены первые свидетельства о возможной дифференцирующей роли локальных циркуляций в зонах подводных поднятий.

Работа проводилась при поддержке гранта Института морских исследований (Institute of Marine Research, Bergen, Norway), проект № 11336-05; мини-гранта CenSeam и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое Разнообразие» (подпрограмма «Генофонды и генетическое разнообразие»).

УДК 581.55(268.45)

ЛИТОРАЛЬНЫЕ ФИТОЦЕНОЗЫ ГУБ И БУХТ ВОСТОЧНОГО МУРМАНА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

С. В. Малавенда

ММБИ КНЦ РАН, Мурманск

На сегодняшний день морская ботаника ставит перед исследователями ряд вопросов связанных с анализом пространственной структуры бентосных сообществ водорослей и их динамикой. Основой для этих работ на Баренцевом море может послужить система биоэкономических типов берега [Блинова, 1966; 2007] и исследования литоральных фитоценозов Мурмана [Блинова, 1965; Гринвальд, 1965; Перестенко, 1965; Шошина, Аверинцева, 1994 и др.]. Данная работа посвящена распределению макрофитов на литорали губ и бухт Восточного Мурмана (определены видовой состав и биомасса видов) и особенностям пространственной структуры фитоценозов. Район исследований охватывает губы Ярнышная, Зеленецкая и Шельпинская, бухту Плохие Чевры Восточного Мурмана Баренцева моря (рис. 1).

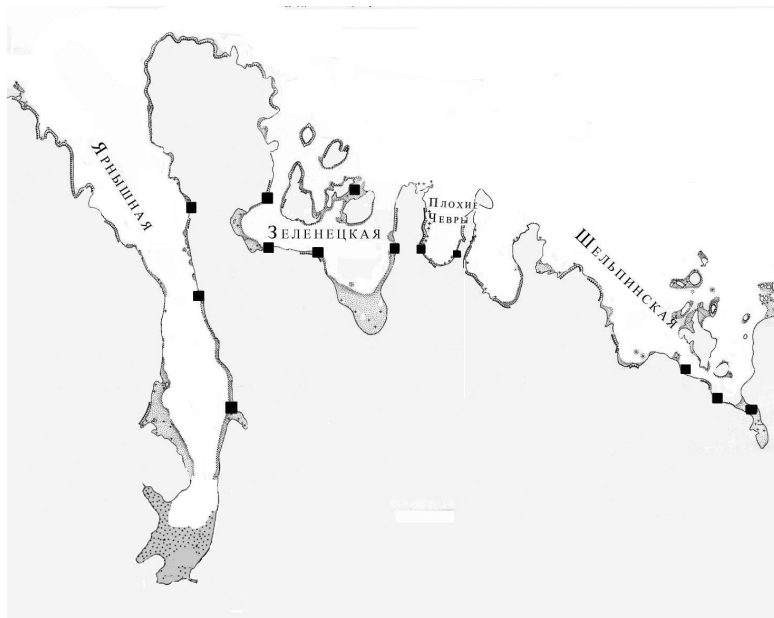


Рис. 1. Район исследования. Обозначены точки отбора проб

Флористический состав рассматриваемых сообществ типичен для Восточного Мурмана. Всего было обнаружено 56 видов. Доминируют фукоиды: *Fucus distichus* (биомасса от 2.5-7.3 кг/м²), *F. vesiculosus* (4.0-12.0 кг/м²), *F. serratus* (2.6-7.3 кг/м²), *Ascophyllum nodosum* (7.1-13.5 кг/м²). На нижнем горизонте литорали в мористых районах заметна роль ламинариевых *Laminaria saccharina* [= *Saccharina latissima*], *Laminaria digitata*, *Alaria esculenta*. На верхнем и среднем горизонтах литорали содоминантами являются *Palmaria palmata*, *Pylaiella* ssp. и *Elachista fucicola*. На нижнем горизонте число видов больше, а их выравненность по обилию выше. В целом преобладают многолетние бореально-арктические и высокобореально-арктические виды, что согласуется с литературными данными [Шошина, Аверинцева, 1994]. по системе биономических типов литорали [Блинова, 2007] в точках отбора проб преобладает третий тип, в кутах губ Шельпинская и Ярнышная – первый.

На исследованном участке литорали выделено пять ассоциаций макрофитов. Ассоциация *F. vesiculosus* распространена повсеместно. На верхнем горизонте литораль состоит практически только из данного вида. Проективное покрытие дна водорослями менее 50%, биомасса макрофитов до 6 кг/м², 1-3 вида. На среднем горизонте к *F. vesiculosus* добавляются эпифиты, главным образом бурые одноклеточные нитчатки *Pylaiella littoralis*, *Ectocarpus confervoides*, *Elachista fucicola*, а также красная *Palmaria palmata*. Эта группа эпифитов характерна и для других видов фукоидов среднего и нижнего горизонтов. В ассоциации *F. vesiculosus* среднего горизонта биомасса до 8 кг/м², покрытие 80-100 %, выявлено 9 видов макрофитов. На верхнем и среднем горизонтах литорали так же встречается ассоциация *A. nodosum*. На среднем горизонте литорали формируется нижний ярус макрофитов, представленный видами с талломами до 10-15 см, например *Euthora*

cristata. При этом суммарная биомасса макрофитов достигает 13-17 кг/м², покрытие 100%, отмечено 12 видов. Данная ассоциация наиболее ярко представлена на пересушке между островами и в средней части губы Зеленецкая, в куту губ Ярнышная и Шельпинская. *F. distichus* распространен повсеместно, но заросли, в которых он доминирует, формируются только на ряде участков, биомасса до 8 кг/м², выявлено 16 видов. Ассоциация *F. serratus* также проходит узкой полосой на нижнем горизонте литорали, местами полностью прерываясь. Данный вид служит субстратом для большого числа эпифитов, в т.ч. *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Ulvaria obscura* и др. Биомасса макрофитов 7 кг/м², выявлено 16 видов. Ассоциация *L. saccharina* расположена на нижнем горизонте литорали, состав содоминантов различен. В средней части губы Шельпинская велика роль *Saccorhyza dermatodea* и *Alaria esculenta*, в губе Ярнышная – *L. digitata*. Биомасса колеблется от 3 до 7 кг/м², выявлено в целом 20 видов. В средней части губы Ярнышная и на западном берегу б. Плохие Чевры выделяются группировки с иным видовым составом, в которых доминируют *Devaleraea ramentacea* и *Acrosiphonia arcta*. Вероятно, пятнистое смешение ассоциаций связано с крупновалунными грунтами.

На основе данных по биомассе отдельных видов были построены графики ранг-биомасса. Кривые рангового обилия достоверно описываются экспоненциальными уравнениями (коэффициент детерминации в среднем 0.96 ± 0.04). Чем «жестче» условия среды, тем больше уклон кривой и роль доминатов и субдоминантов. [Суханов, Жуков, 2003]. Наибольший уклон кривой характерен для зарослей верхнего горизонта и участков с наибольшим влиянием пресного стока.

Для описания выравненности видов по обилию были рассчитаны индексы Симпсона и Шеннона [Суханов, Жуков, 2003; География и мониторинг..., 2002]. Значения индексов для ассоциации *A. nodosum* и *F. distichus* почти вдвое выше, чем для *F. vesiculosus* и *F. serratus*. В структуре литоральных фитоценозов в целом на слабозащищенных участках 1-3 вида образуют высокую биомассу, в то время как доля других видов невелика. В условиях же защищенного берега при незначительном влиянии пресного стока несколько видов относительно равномерно делят пространство. Выравненность растительных сообществ тесно связана со стабильностью среды. На нижней литорали в связи с более стабильными условиями среды выше число видов и их относительное обилие. Среди видов со средними рангами обилия большую часть составляют эпифиты. Корреляционный анализ данных в целом по разрезам выявил высокую степень обратной связи между индексом Симпсона и степенью защищенности биотопа ($r = 0.938$), и прямой связи с распреснением ($r = 0.945$). Индекс Шеннона коррелирует только с распресненностью, но слабо ($r = 0.751$). Корреляционный анализ данных по структуре отдельных ассоциаций не выявил достоверных

связей между измеряемыми показателями.

Таким образом, наиболее сложная пространственная структура формируется на нижнем горизонте литорали, где выражены как два яруса растительности, так и наличие ряда пространственных группировок. Для среднего горизонта характерно развитие слоя эпифитов, нижний ярус выражен меньше. Заросли верхнего горизонта формируются 1-3 видами.

Литература

Блинова Е.И. Водоросли-макрофиты и травы морей европейской части России (флора, распространение, биология, запасы и марикультура). М.: Изд-во ВНИРО, 2007. 114с.

Гринталь А.Р. Состав и распределение сообществ водорослей на литорали губ Ярнышной и Подпахты (Восточный Мурман) водорослей / Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря.- М.-Л.: Наука, 1965. – С.23-40.

География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд. НУМЦ, 2002. 432 с.

Перестенко Л.П. Распределение водорослей на литорали губ Плохие и Большие Чевры (Восточный Мурман) водорослей / Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря.- М.-Л.: Наука, 1965. – С. 13-22.

Суханов В.В., Жуков В.Е. Закономерности в изменчивости видовой структуры прибрежного сообщества водорослей-макрофитов: модельный анализ // Журн.общ. биол. 2003. Т. 64, №3. С. 248-262.

Шошина Е.В., Аверинцева С.Г. Распределение ассоциаций водорослей, видовой состав и биомасса водорослей в губе Ярнышной Баренцева моря / Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России // Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1994. С. 38-61.

УДК 597-1.05

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МЫШЦ И ЛИПИДНОГО МЕШКА АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛЕПТОКЛИНА *LEPTOCLINUS MACULATUS* L. СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА В ЛЕТНИЙ СЕЗОН

С.А. Мурзина, З.А. Нефедова, Н.Н. Немова

Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

Основным компонентом большинства липидов служат жирнокислотные радикалы (остатки). Жирнокислотные радикалы липидных молекул в значительной степени определяют оптимальное функционирование структурных липидов клеточных мембран. Обладая свойством изменять степень ненасыщенности жирнокислотных радикалов, липиды клеточных мембран рыб тем самым обеспечивают поддержание устойчивости и нормального

функционирования биомембран в изменяющихся температурных условиях среды [Лапин, Шатуновский, 1981].

Объектом исследования были мальки широко представленного в североатлантических и полярных водах вида рыбы – атлантического лептоклина *Leptoclinius maculatus* [Fries 1838]. Мальки и взрослые особи лептоклина встречаются в арктических водах Северной Норвегии вплоть до 80° с.ш. при температуре ниже 0° С. Данный вид хорошо приспособлен к жизни в суровых условиях Арктики с сезонной сменой ряда абиотических факторов. Известно, что для разных видов морских птиц и млекопитающих *Leptoclinius maculatus* является основным объектом питания. Он занимает двойную нишу в арктических трофических цепях, выступая одновременно в роли и хищника, и жертвы [Falk-Petersen et al., 2008]. Биология и экология люмпена пятнистого изучены недостаточно. Мальки люмпена пятнистого были собраны с трех биотопов – внутри фиорда Исфиорд (78°18' – 15°08'), внутри фиорда Конгсфиорд (79°67' – 11°66') и вне фиордов, в открытом море, в районе морской станции V10 (78°95' – 08°81'), с помощью пелагического трала на глубине 50 м. Ткани и органы рыб фиксировали в 96% этаноле для дальнейшего биохимического анализа. Липиды экстрагировали по методу Folch et al. [1957]. Выделенные липиды подвергали прямому метанолизу [Цыганов, 1971]. Полученные смеси метиловых эфиров жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии на приборе «Хроматэк Кристалл-5000.1» (Россия). Достоверность различий данных оценивали с помощью непараметрического критерия U Уилкоксона-Манна-Уитни [Гублер, Генкин, 1969]. Различия считались достоверными при $p \leq 0,05$.

Общей характеристикой состава жирных кислот (ЖК) мышц и липидного мешка мальков лептоклин из трех биотопов летнего сезона является преобладание моноеновых ЖК (до 58% и 69% суммы ЖК, соответственно), а полиеновые ЖК составляли до 30% и 23% суммы ЖК, соответственно. Это обусловлено питанием зоопланктоном (*Calanus glacialis*, *Calanus finmarchicus*), который синтезирует мононенасыщенные ЖК (МНЖК) – 20:1 и 22:1 [Lee, 2006; Сушик, 2008]. Накопление специфических кислот такой структуры является одной из главных особенностей рыб Арктического и Антарктического регионов, наряду с другими признаками. Одной из основных причин различий в содержании МНЖК и полиненасыщенных ЖК (ПНЖК) у мальков из разных биотопов в летний сезон является разный видовой состав и соотношение кормовых объектов, о чем свидетельствует более низкое содержание моноеновых кислот у молоди открытого биотопа V10 и Конгсфиорда, которые находятся под большим влиянием атлантических вод. Уровень других моноеновых кислот – 16:1(n-9), 16:1(n-7), 18:1(n-9) в мышцах молоди лептоклина из трех биотопов не различался, однако в липидном мешке рыб из фиордов Исфиорд и Конгсфиорд (особенно из

Исфиорда) был выше, чем у молоди из биотопа V10. Установлено, в арктических водах в составе фитопланктона доминируют диатомовые водоросли и динофлагелляты. В группе первых МНЖК в основном представлены 16:1(n-7) и 20:5(n-3) ЖК, а в группе вторых - 18:4(n-3) и 22:6(n-3), которые являются биомаркерами для этих водорослей [Kattner et al., 1989; Scott et al., 2000; 2002; Lee et al., 2006; Wold et al., 2007; Graeve et al., 2008]. Эти МНЖК по пищевой цепи (фитопланктон – калянус) поступают в организм рыб, которые их накапливают за счет питания зоопланктоном и отчасти фитопланктоном (особенно в Исфиорде) в период его цветения, которое начинается в апреле и продолжается в июле (время сбора проб). Повышенный уровень ПНЖК (20:5(n-3) и 22:6(n-3)) в мышцах мальков из Конгсфиорда и биотопа V10 можно объяснить принадлежностью этих кислот к кормовым объектам морского атлантического происхождения, поступающих с этим типом вод в указанные акватории по сравнению с Исфиордом, где имеет место доминирование арктических вод и частичное распреснение поверхностных шельфовых вод за счет таяния ледников (лето). Уровень суммарных НЖК в мышцах и липидном мешке у мальков из разных биотопов не отличался, однако количество отдельных НЖК - 14:0, 16:0 и 18:0 в липидном мешке было больше у мальков из Исфиорда по сравнению с рыбами из других биотопов. Поскольку эти НЖК участвуют в формировании липидной матрицы биомембран, изменение их уровня в липидном мешке в условиях активного питания мальков, связано с регуляцией процесса поступления и использования липидов жирового мешка. Для морского зоопланктона эссенциальными считаются эйкозапентаеновая (20:5(n-3) и докозагексаеновая 22:6(n-3) кислоты, которые они получают при питании фитопланктоном, и поэтому повышение транспорта энергии (в форме жирных кислот) от первичных продуцентов к консументам (молодь) может быть связано с высоким содержанием 20:5(n-3) в фитопланктоне [Muller-Narvaga, 2000; Møller, 2006]. При этом установлено, что повышенный уровень 20:4(n-6) ЖК коррелирует с более низким - 18:3(n-6) ЖК в мышцах молоди из биотопа V10 в отличие от рыб из других биотопов. Согласно ряду работ [Рабинович, Рипатти, 1994; Рабинович, 2008], одна из основных функций 22:6(n-3) и других цепей ПНЖК состоит в термостабилизации «липидной рубашки» встроенных в мембрану ферментов, способствующей поддержанию условий их оптимального функционирования. В рамках данного предположения можно объяснить более высокий уровень 22:6(n-3) и других ПНЖК у молоди из двух биотопов в связи с повышенной двигательной активностью в результате особенностей гидрологического режима акваторий (течения, глубина). Также показано, что 22:6(n-3) и 20:4(n-6) кислоты играют существенную роль в регуляции активности нервных клеток, в формировании зрительной системы у рыб, при их дефиците наблюдаются аномалии в поведенческих реакциях [Bell et al., 1995; Hwang, 2000]. Поэтому, малькам люмпена

обитающих в поверхностных слоях очень важно быстро реагировать на вероятно приближения хищников, осуществлять поиск пищи, а также ориентировать свое тело в условиях течения и ледового покрова. Уровень 20:4(n-6) ЖК, которая является предшественником простагландинов и лейкотриенов, меняется (увеличивается) в условиях высокой солености [Гершанович и др., 1991; Сергеева, Варфоломеева, 2006]. Подобные изменения спектра (n-3) и (n-6) семейств ПНЖК у молоди можно рассматривать как мобилизацию адаптивных реакций организма [Рабинович, Рипатти, 1994]. Основное свойство ненасыщенных ЖК – это поддержание устойчивости биомембран, поскольку многие жизненные процессы определяются у рыб степенью вязкости клеточных липидов, меняющейся при изменениях температуры и солености [Лапин, Шатуновский, 1981; Гершанович и др., 1991; Lund, Sidell, 1992; Cowart et al., 2009].

В целом, установленные в работе количественные и качественные различия в содержании жирных кислот в мышцах и липидном мешке молоди лептоклина из разных биотопов в значительной степени определяются разнообразием и доступностью пищи, последнее тесно сопряжено с экологическими факторами пелагиали конкретного биотопа – влиянием Арктических и Атлантических течений, флюктуациями температуры, солености воды.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 08-04-01140-а, 08-04-01691-а, 08-04-98843-р_север_а), Программы Президента РФ “Ведущие научные школы” (проект НШ – 306.2008.4 и НШ – 3731.2010.4), а также при поддержке STATOIL, University centre in Svalbard, Norwegian Polar Institute, and the Scottish Association for Marine Science.

УДК 595.383.1(99)

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИИ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ (*EUPHAUSIA SUPERBA DANA*) В АТЛАНТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ АНТАРКТИКИ (РАЙОН 48)

Д.О. Сологуб

ФГУП «ВНИРО», Москва

Современная система управления запасами антарктического криля (*Euphausia superba*) в АНТКОМе базируется в основном на данных акустической съемки 2000 года, а также на различных математических моделях. В настоящее время возможный вылов криля в основном районе промысла (48) ограничен триггерным уровнем в 620 тыс.т. Эта величина распределена пропорционально историческому вылову по подрайонам 48.1 – 48.4. При этом

до сих пор нет четких представлений о структуре популяции криля. Ситуация осложняется отсутствием у криля регистрирующих возраст структур. Нами проведены исследования распределения и биологии антарктического криля в районе Южных Оркнейских островов в 2009 и 2010 гг.

Материалом для настоящей работы послужили данные, собранные в двух рейсах российского судна «Максим Старостин» на промысле антарктического криля. Исследования проводились к северу от Южных Оркнейских островов в январе-марте 2008/09 и 2009/10 гг. Основные промысловые усилия были сосредоточены в квадрате с координатами $60^{\circ} 00.0'S - 60^{\circ} 50.0'S$; $44^{\circ}55.7'W - 48^{\circ}00.0'W$. Кроме того, в 2009 году было проведено несколько тралений в координатах $59^{\circ}35.0'S - 60^{\circ}01.0'S$; $44^{\circ}14.0'W - 45^{\circ}37.6' W$. Лов криля осуществлялся на глубинах от 10 до 200 м коммерческими тралами с размерами ячеи от 14 до 24 мм. Использовались технология непрерывного промысла с откачкой улова из тралового мешка и традиционный лов с подъемом трала на борт или с откачкой улова от кормы. Научное наблюдение на судне велось в соответствии с методическими указаниями АНТКОМ и ВНИРО. Были исследованы распределение, размерный состав, и биологическое состояние криля в уловах. Измерение общей длины особей в миллиметрах проводили от начала роострума до кончика тельсона с точностью 1 мм. Всего было проанализировано 44130 особи криля, из них у 8066 особей определены стадии репродуктивного цикла. Разделение размерных рядов криля по возрастным когортам проводилось с использованием литературных данных.

В уловах были обнаружены два вида эвфаузиид: *E. superba* длиной 29-61 мм и *E. frigida* – 16-26 мм. Доля особей *E. frigida* в сезон 2008/2009 не превышала 0.0008% по массе от всего улова, а в 2009/2010 – 0.002%. Однако это свидетельствует о возможности облова коммерческими тралами эвфаузиид длиной от 16 мм. При этом в уловах совершенно отсутствовали особи *E. superba* с длиной тела от 16 до 29 мм, соответствующие молоди (возраст 1+).

Промысловые сезоны 2008/09 и 2009/10 характеризовались совершенно разным размерным составом и репродуктивным состоянием *E. superba* в уловах (рис.1).

В сезон 2008/09 все размерно-возрастные группы сливались в единый модальный пик (около 50 мм) (рис.1 А). Встречались особи длиной от 32 до 60 мм. Отмечено преобладание особей третьего поколения – 3+ происхождения 2006 года. Они и составляли основной модальный класс. Количество особей последующих поколений (4+ и 5+) было несколько меньшим, что объясняется более длительной их элиминацией. Размерно-возрастная группа 2+ происхождения 2007 года была представлена меньшим числом особей, чем группа 3+. В 2008/09 особи *E. superba* всех встреченных нами размерно-возрастных групп были половозрелыми. Они находились на разных стадиях репродуктивного цикла от 4-й до 7-й. Редко встречалась 3-я стадия. К концу марта большинство особей *E. superba* уже завершили спаривание и нерест (стадии 5-7).

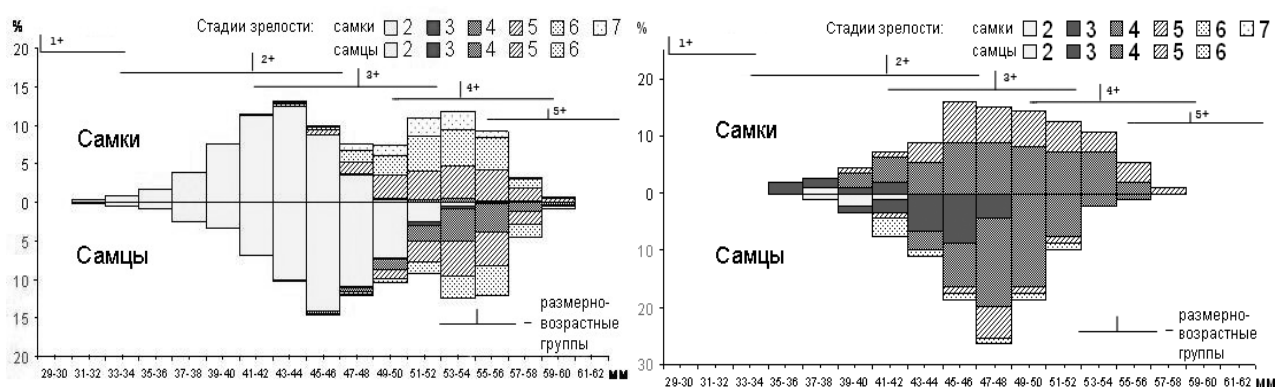


Рис.1. Биологическое состояние размерно-возрастных групп антарктического криля в 2009 (А) и 2010 (Б) гг.

В 2009/10 наблюдалась совершенно иная картина (рис. 1 Б). За все время промысла были встречены особи антарктического криля длиной тела от 29 до 61 мм. Распределение рачков по размерным классам оказалось достаточно сложным, практически во всех уловах - полимодальным как у самцов, так и у самок. Отчетливо выделялись две группы криля. Их модальные размеры в среднем за январь-март соответствовали значениям 43-47 мм для первой группы (возраст 2+, происхождения 2008 года) и 53-55 мм – для второй (возраст 4+, происхождения 2006 года). Частоты встречаемости самок и самцов криля в возрасте 3+ (происхождения 2007 года) с размерными классами 47-49 мм и 50 – 52 мм соответственно всегда оказывались низкими. В 2009/10 году две группы криля, различающиеся по длине тела, характеризовались различным биологическим состоянием. Так, практически все особи первой размерной группы (возраст 2+, поколение 2008 года) на протяжении всего периода наблюдений оставались на II стадии зрелости, то есть пропустили нерест в этом году. Их доля в улове варьировала от 5 до 95 %, возрастая в южных участках района работ и снижаясь в северных. Небольшую часть особей той же размерной группы составляли зрелые и прошедшие размножение особи (4, 5, 6, 7 стадии). Они обнаруживались лишь в самых

северных участках района работ при ТПО порядка 1.5 °С – в январе и 0.8 °С – в марте (рис. 1 Б). Вторая размерная группа криля (возраст 3+, 4+, 5+) состояла целиком из зрелых и прошедших размножение особей.

В результате проведенных исследований было установлено, что на изменчивость размерного состава и репродуктивного состояния криля в районе Южных Оркнейских островов основное влияние оказывает гидрометеорологический режим района. Аномально низкие, отрицательные значения ТПО являются лимитирующим фактором для *E. superba* и могут приводить к задержке нереста, вплоть до его полного отсутствия у всех или части особей. Такая ситуация наблюдалась нами в холодный сезон 2009/2010. По-видимому, именно отсутствием нереста за 1 год до попадания в подрайон 48.2 и объясняется наблюдаемое нами отсутствие особей первого поколения антарктического криля (1+) в районе Южных Оркнейских островов.

Факт отсутствия молоди *E. superba* в подрайоне 48.2 является важным звеном в понимании популяционной структуры вида. В частности из этого следует, что высокая биомасса криля в Атлантическом секторе Антарктики создается за счет успешного размножения рачков в море Лазарева и Беллинсгаузена. При этом, большой круг дрейфа криля в районе 48 может замыкаться за 4-5 лет. Следовательно, при таких темпах переноса криля, его оцененная биомасса может многократно возрасти, а триггерный вылов в размере 620 тыс.т. утратить свое предохранительное значение.

Для установления более точной картины распределения размерно-возрастных групп криля в статистическом подрайоне 48.2 необходимо проведение мезомасштабной съемки по всему подрайону. Наибольшее внимание должно быть уделено поиску особей первого поколения (1+).

УДК 591.524.12:591.524.11

ЗООПЛАНКТОН И ЗООБЕНТОС ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЙ РЕКИ ЯКОТЬ

М. Ф. Вундцеттель, И. А. Кузьмина, С. С. Ханыгина

Дмитровский филиал ФГОУ ВПО АГТУ, пос. Рыбное, Московская обл.

Река Якость - левый приток реки Дубна, типичная равнинная малая река, протекающая по территории Дмитровского и Талдомского районов. Общая протяженность реки - 35 км (около 32 км находится в Дмитровском районе и около 3 км в Талдомском районе). Свое начало берет из болота Большое Кусковское у деревни Буславль, устье находится в поселке

Вербилки. Питание смешанное — дождевое, снеговое, грунтовое. Снеговое питание составляет 60%, что свидетельствует о том, что питание реки Якоть снеговое. Площадь водосбора реки составляет 170 000 км².

Морфология реки преобразована человеком в верховье в меньшей, а в среднем течении в значительной степени. В истоке поставлена дренажная труба (станция 1), ниже по течению река минует вырубку и еще одну трубу под дорожной насыпью. Здесь расположены две заводы по обе стороны от насыпи антропогенного происхождения, образованные в результате сооружения дороги (станция 2). Затем река проходит под пологом леса в неизменном состоянии. После лесного массива река протекает через поля и минует село Якоть (станция 3). После села заходит в небольшую лесную зону и на выходе из нее разливается перед Скреплевской плотиной (станция 4). Здесь располагается широкая пойма, заросшая хвощем. В среднем течении река претерпела колоссальные изменения - здесь она зарегулирована двумя плотинами (Скреплевской и Жестылевской), образуя так называемое Жестылевское водохранилище. После водохранилища создан рыболовный пруд. Затем река Якоть течет мимо рыбхоза, где принимает воды с рыбохозяйственных прудов (станция 5). После прудов в реку Якоть впадают воды с очистных сооружений (станция 6).

Сложность исследования рек, в отличие от стоячих водоемов, заключается в постоянно изменяющихся морфологических, гидрологических и гидрохимических условиях в пространстве и во времени. В силу постоянно изменяющихся условий среды разным участкам реки Якоть присущ свой состав фауны. Так же нельзя не упомянуть об антропогенном изменении морфологии реки Якоть, описанной выше, которое, несомненно, повлияло на состав фауны.

Исследования фауны реки Якоть проводились на шести участках реки (3 в верхнем течении и 3 в среднем течении) в октябре 2008 года и в весенне-осенний период 2009 года. Для исследования состава зоопланктона и зообентоса вышеуказанных участков применялись общепринятые методики, проводилась качественная и количественная обработка проб. До наших исследований изучение фауны реки Якоть не проводилось.

По результатам исследования было установлено, что зоопланктон реки Якоть представлен 26 видами, не смотря на то, что малые реки, как правило, бедны планктонными организмами. Такое обилие видов объясняется рядом условий: в верховьях реки Якоть течение фактически отсутствует, что способствует развитию зоопланктона, а среднее течение пополняется зоопланктоном из Жестылевского водохранилища и рыбохозяйственных прудов. Видовой состав зоопланктона распределился по группам следующим образом: коловратки - 26% от общего числа видов, ветвистоусые - 48%, веслоногие - 22%, насекомые - 4%. Из коловраток были встречены: *Asplanchna girodi*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella quadrata*,

Keratella hiemalis, *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Platylas quadricornis*. Представителями ветвистоусых рачков являются: *Alona quadrangularis*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Polyphemus pediculus*, *Simocephalus vetulus*, *Sida crystallina*, *Scapholeberis mucronata*. Веслоногие представлены *Acanthodiptomus denticornis*, *Acanthocyclops bicuspidatus*, *Acanthocyclops languidoides*, *Cyclops strenuus*, *Cyclops insignis*, *Mesocyclops crassus*. В верховье реки встретился представитель зоопланктона из класса Насекомые *Chaoborus plumicornis*. Из зоопланктона присутствовали виды, которые встречались на протяжении всего исследуемого участка реки, такие как *Chydorus sphaericus*.

Численность зоопланктона реки Яכותь определяется в большей степени сезонностью, погодными условиями, морфологией реки (наличие заводей, извилистость русла, соединение реки со стоячими водоемами и т.д.), а так же антропогенным влиянием (внесение биогенных соединений).

Таблица 1.

Численность зоопланктона реки Яכותь, экз./м³

Станция отбора Месяц	1	2	3	4	5	6
Июнь 2009	14100	37000	2600	91700	9560	91000
Июль 2009	9200	10000	19800	25300	4150	4650
Август 2009	8130	5750	10400	16700	2170	382000
Октябрь 2009	-	1200	100	1700	1400	500
Октябрь 2008	5100	3200	15100	-	18500	1300

Максимум численности зоопланктона на протяжении большей части исследуемого участка реки наблюдается в июле (табл. 1). Минимум численности наблюдается в октябре 2009 года. Наибольшей интерес в динамике численности вызывает шестая станция – максимум численности здесь наблюдается в августе и достигает 382000 экз./м³. Это можно объяснить антропогенным влиянием, так как неподалеку от данной станции в реку Яכותь впадают сбросные воды с очистных сооружений и рыбоводных прудов, богатые биогенами. Так же вызывает интерес значительное различие в численности зоопланктона в октябре 2008 и октябре 2009 года. Это объясняется различными погодными условиями в осенние периоды 2008 и 2009 года.

Кроме сезонной динамики численности так же наблюдается пространственная динамика. На 1 и 2 участке наблюдается довольно высокая численность, на 3 участке она значительно спадает, а затем повышается на 4, 5 и 6 участках. Такие колебания численности определяются преимущественно морфологией реки.

Состав зообентоса реки Якоть определяется характером грунта и содержанием в воде кислорода. На истоке донные отложения слагаются из опада и растительных остатков, ниже по течению из песка и гравия, а затем сменяются илисто-песчаными. Зообентос реки Якоть по приуроченности к грунту делится на 4 группы: эвритопные, фитореофилы, литореофилы и пелориофилы. К литореофилам относятся такие виды как *Limnephilus stigma*, *Isoperla difformis*. К фитореофилам относятся такие встреченные виды как *Siphonurus lacustris*, *Stenophylax sp.*, *Culiseta morsitans*, *Hydrachna geographica*. Пелореофилы: *Tubifex tubifex*, *Cloeon dipterum*, *Chironomus plumosus*. Так же встречаются эвритопные виды, например, *Palpomyia lineata*, *Nemoura cinerea*, *Eryobdella octoculata*. Всего было встречено 14 видов зообентоса.

Численность зообентоса реки Якоть в летний период незначительна – не превышает 100 экз./м², это объясняется в первую очередь массовым вылетом имаго в летний период. Максимум численности наблюдается в июне, минимум в августе (табл. 2).

Таблица 2.

Численность зообентоса реки Якоть, экз./м²

Станция отбора	1	2	3	4	5	6
Месяц						
Июнь 2009	19	34	73	44	30	46
Июль 2009	13	24	41	53	22	15
Август 2009	12	12	18	28	12	18

Согласно проведенному исследованию, можно заключить, что р. Якоть – типичная равнинная река Подмосковья - с хорошо развитыми зоопланктонным и зообентическим сообществами. Численность этих сообществ хорошо прослеживается как в пространственной, так и во временной динамике. Отмечено антропогенное влияние на численность зоопланктона – создание заводов (местообитания) и внесение биогенных веществ (питание).

Учреждение Российской Академии Наук Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск.

КОРРЕЛЯЦИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С РАЗМЕРАМИ СИГОВ *Coregonus Lavaretus* L. ИЗ ОЗ. КАМЕННОЕ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

М. В. Чурова, О. В. Мещерякова, Н.Н. Немова

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского
научного центра РАН, г. Петрозаводск

Рост рыб представляет собой сложный многофакторный процесс, определяющийся взаимодействием организма с абиотическими и биотическими факторами среды в процессе онтогенеза. В отличие от млекопитающих, рыбы растут в течение всей жизни. Особи одной популяции, одной когорты, могут отличаться темпами роста в зависимости от различных факторов (физиологического статуса, наследственности, условий среды), что приводит к формированию вариаций размеров в группе рыб одного поколения и популяции в целом. Рыбы разные по размерам отличаются между собой и по уровню метаболизма вследствие различных энергетических затрат на рост, развитие и другие процессы жизнедеятельности. Одним из актуальных вопросов является изучение взаимосвязи количественных характеристик роста рыб (длины и массы тела) с биохимическими показателями, в частности с активностью ферментов энергетического и углеводного обмена, которые являются непосредственными показателями эффективности конвертирования пищи в энергию роста и развития. При этом не маловажным вопросом является исследование механизмов регуляции концентрации ферментов во взаимосвязи с размерами тела. Изучение закономерностей и механизмов формирования изменчивости и дифференциации рыб по размерам имеет важное значение для разработки точных, удобных физиолого-биохимических индикаторов роста рыб.

Целью нашего исследования была оценка взаимосвязи активности и уровня экспрессии генов ферментов энергетического и углеводного метаболизма с размерами сигов (*Coregonus lavaretus* L.) возрастных групп (2+ и 3+) сигов, обитающих в озере Каменное (республика Карелия). Данные по линейно-весовым характеристикам сигов представлены в табл. 1. Также для оценки ростовых процессов в белых мышцах рыб определяли уровень экспрессии тяжелой цепи миозина и показатель РНК/ДНК.

Исследовали ферменты, которые являются показателями интенсивности и направления основных путей энергетического и углеводного метаболизма: цитохром с оксидаза (ЦО), ключевой фермент дыхательной цепи; лактатдегидрогеназа (ЛДГ) индикатор

уровня анаэробного метаболизма и анаэробного синтеза АТФ; малатдегидрогеназа (МДГ), фермент цикла трикарбонных кислот, вовлеченный в аэробный метаболизм, глюконеогенез и липогенез; глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа (Г-6-ФДГ), индикатор пентозо-фосфатного пути; альдолаза, фермент гликолиза и глюконеогенеза; α -глицерофосфатдегидрогеназа (1-ГФДГ), фермент челночного механизма, участвует во взаимосвязи липидного и углеводного обмена на уровне глицерофосфата. Активность ферментов в белых мышцах и печени рыб, концентрацию нуклеиновых кислот в мышцах определяли спектрофотометрически по общепринятым методикам. Уровень экспрессии генов цитохромоксидазы (мРНК *CCO*), лактатдегидрогеназы субъединицы А (мРНК *LDH-A*) и тяжелой цепи миозина (мРНК *MyHC*) исследовали методом полимеразной цепной реакции в реальном времени.

Таблица 1.

Линейно-весовые характеристики сигов из озера Каменное.

		2+	3+
АС, см	M \pm m	18.96 \pm 0.27	20.5 \pm 0.28
	min-max	17,6 - 19,7	19,6 - 21,4
масса, г	M \pm m	56.86 \pm 2.38	84.71 \pm 4.9
	min-max	50,00 - 67,00	73 - 110
Количество особей		9	9

В табл. 2 и 3 приведены наиболее значимые результаты исследования. Согласно нашим данным, в белых мышцах наблюдалась положительная взаимосвязь активностей ЦО, МДГ, ЛДГ, концентрации мРНК *CCO*, мРНК *LDH-A* с размерами сигов как в возрасте 2+, так и 3+ (табл.2). Данные результаты свидетельствуют об увеличении энергетических затрат у рыб с большим размером. Кроме того наблюдалась положительная взаимосвязь активностей ЦО, ЛДГ с уровнем экспрессии этих генов (в возрасте 2+ $r=0.91$, $p<0.01$, $r=0.81$, $p<0.01$; в возрасте 3+ $r=0.84$, $p<0.01$, $r=0.58$, $p<0.05$, для ЦО и ЛДГ соответственно). Таким образом, можно говорить о регуляции активностей ферментов на уровне транскрипции, связанной с размерно-весовой дифференциацией рыб.

Таблица 2.

Регрессионные уравнения зависимости исследуемых показателей в белых мышцах сегов 2+ и 3+ озера Каменное от массы и длины тела

Показатель	Возраст x	2+			3+		
		уравнение	R ²	r	уравнение	R ²	r
ЦО	длина	$y = -13.797 + 0.815x$	0.73	0.85*	$y = -2.549 + 0.184x$	0.51	0.71*
	масса	$y = -3.243 + 0.086x$	0.59	0.77*	$y = -0.061 + 0.015x$	0.85	0.92*
ЛДГ	длина	$y = -3935.24 + 238.38x$	0.64	0.80*	$y = -1197.29 + 73.165x$	0.58	0.76*
	масса	$y = -1022.19 + 28.162x$	0.66	0.81*	$y = -3.571 + 3.734x$	0.39	0.62*
МДГ	длина	$y = -5.538 + 0.470x$	0.55	0.74*	$y = -15.332 + 0.889x$	0.71	0.84*
	масса	$y = 0.625 + 0.048x$	0.42	0.65*	$y = -0.254 + 0.038x$	0.34	0.58*
мРНК ССО	длина	$y = -5.967 + 0.377x$	0.53	0.73*	$y = -1.817 + 0.129x$	0.20	0.44
	масса	$y = -1.109 + 0.040x$	0.44	0.66*	$y = -0.127 + 0.012x$	0.44	0.67*
мРНК LDH-A	длина	$y = -14.303 + 0.808x$	0.62	0.79*	$y = -14.0034 + 0.806x$	0.26	0.51
	масса	$y = -5.098 + 0.107x$	0.80	0.89*	$y = -4.956 + 0.089x$	0.81	0.90*
мРНК MyHC	длина	$y = -0.349 + 0.030x$	0.34	0.58*	$y = -3.876 + 0.216x$	0.81	0.90*
	масса	$y = -0.091 + 0.005x$	0.68	0.82*	$y = -0.701 + 0.015x$	0.84	0.92*
РНК/ДНК	длина	$y = 4.481 - 0.195x$	0.49	-0,70	$y = -2.160 + 0.158x$	0.66	0.82*
	масса	$y = 1.870 - 0.019x$	0.55	-0,74	$y = 0.526 + 0.007x$	0.35	0.58*

- - уравнения регрессии и коэффициенты корреляции достоверны при $p < 0,05$

Отношение концентраций нуклеиновых кислот РНК/ДНК отражает уровень синтеза белка, и используется как показатель скорости роста пресноводных и морских рыб в зависимости от влияния различных условий и возраста. Согласно исследованиям последних лет уровень экспрессии тяжелой цепи миозина коррелирует с темпами роста некоторых видов рыб и может быть использован как показатель, отражающий закономерности прироста мышечной массы. В нашем исследовании значение коэффициента корреляции показателя РНК/ДНК с размерами особей варьировало между возрастными группами. Положительная корреляция показателя с массой тела наблюдалась только в возрасте 3+, в возрасте 2+ значение показателя было отрицательное (табл.2). Наши результаты показывают, что значение уровня экспрессии гена миозина, в отличие от показателя РНК/ДНК, является более надежным биохимическим маркером для роста сегов. Значения концентрации мРНК *MyHC* положительно коррелировали с массой и длиной тела сегов из озера Каменное не зависимо от их возраста (табл.2). При этом значение коэффициентов корреляции с возрастом увеличивалось. Данные результаты указывают, на то, что более большие особи отличаются большим темпом прироста мышечной массы. Вероятно, что у четырёхлеток сегов прирост скелетной мускулатуры и массонакопление происходят более интенсивно, чем у трёхлеток.

Таблица 3.

Регрессионные уравнения зависимости активностей ферментов Г-6-ФДГ и 1-ГФДГ в печени сига 2+ и 3+ озера Каменное от массы и длины тела

Показатель	Возраст	2+			3+		
	х	уравнение	R ²	r	уравнение	R ²	r
Г-6-ФДГ	длина	$y = -29.489 + 1.833x$	0.33	0.58	$y = -35.957 + 1.979x$	0.77	0.88*
	масса	$y = -9.211 + 0.253x$	0.43	0.66*	$y = -5.494 + 0.121x$	0.69	0.83*
1-ГФДГ	длина	$y = -11.885 + 0.721x$	0.68	0.82*	$y = -50.156 + 2.594x$	0.64	0.80*
	масса	$y = -3.354 + 0.090x$	0.72	0.85*	$y = -11.069 + 0.170x$	0.76	0.87*

* - уравнения регрессии и коэффициенты корреляции достоверны при $p < 0,05$

Для ферментов 1-ГФДГ и Г-6-ФДГ в печени сига из озера Каменное отмечены высокие значения положительной корреляции с размерами рыб (табл.3). Роль фермента 1-ГФДГ в печени связана, главным образом, с процессом синтеза глицерофосфата из углеводов, который используется для синтеза структурных и запасных липидов. Фермент Г-6-ФДГ участвует в функционировании пентозофосфатного пути, посредством которого генерируется восстановитель в форме НАДФН, использующийся в реакциях биосинтеза стероидов и жирных кислот. Согласно нашим результатам высокий уровень активности этих ферментов обуславливает увеличение массы тела рыб, предположительно за счет повышения содержания структурных и запасных липидов.

Таким образом, установленные взаимосвязи биохимических и молекулярно-генетических показателей с размерами рыб позволяют судить о некоторых закономерностях энергетических и пластических процессов при формировании размерно-весовой разнокачественности у сига в раннем возрасте.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ «Ведущие научные школы России» НШ-3731.2010.4; гранта РФФИ 08-04-01140, программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России на 2009-2011 гг.», программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие на 2009-2011 гг.».

УДК 597-113.4:597.553.2

**ТЕМП РОСТА МУКСУНА (*COREGONUS MUKSUN*)
ОБСКОЙ ГУБЫ**

А. В. Вылежинский

ФГУП «Госрыбцентр», Тюмень

Вопросы изучения роста и возраста рыб имеют первостепенное значение для познания их биологии и динамики численности. Кроме того, точное знание возрастной структуры популяции и скорости роста рыб крайне важно для рационального использования запасов и прогнозирования уловов.

Сбор материала осуществлялся в Обской губе в ноябре – декабре (р-не пос. Яптик-Сале) в период зимовальной нагульной миграции. Для этого использовались ставные жаберные сети с шагом ячеи 36, 40, 50, 60, 70 мм.

Рост рыб идет крайне неравномерно. Рыбы, принадлежащие к одному и тому же поколению, сильно различаются своими размерами. Чем рыба старше, тем больше это расхождение. Так, среди десятигодовиков можно встретить экземпляры длиной от 43,5 до 50,4 см и массой от 1310,0 до 2220,0 г (табл. 1).

Таблица 1.

Изменение промысловой длины и массы муксуна за ряд лет

Год	Промысловая длина, см				Масса, г				п, экз.
	min-max	$x_{ср.}$	m_x	CV	min-max	$x_{ср.}$	m_x	CV	
2007	43,5-49,9	46,2	0,52	0,05	1310,0-1952,0	1560,8	58,63	0,15	32
2008	44,9-50,4	48,3	0,34	0,02	1438,0-2220,0	1785,6	47,17	0,00	17
2009	44,7-49,3	47,6	0,34	0,03	1302,0-1928,0	1622,2	45	0,09	21

Наиболее значимым природным фактором, влияющим на рост, развитие и размножение рыб, является гидрологический режим Обь-Иртышского бассейна. Более всего к различной водности муксун чувствителен в первые годы жизни и для его молоди лучшие условия для роста складываются в годы высокой водности.

По результатам исследования зависимости массы от длины в 2008 г. у муксуна величина коэффициента “b” в степенном уравнении максимальна, т.е. на единицу длины приходится максимальная масса, в 2007 г. это соотношение несколько ниже, что говорит о меньшем весовом росте обусловленным, вероятнее всего, предшествующими годами низкой водности. В 2009 г. отмечено наименьшее значение, также связанное с низким уровнем воды

и непродолжительным залитием поймы. Во всех случаях наблюдался близкий к изометрическому рост рыб (рис. 1).

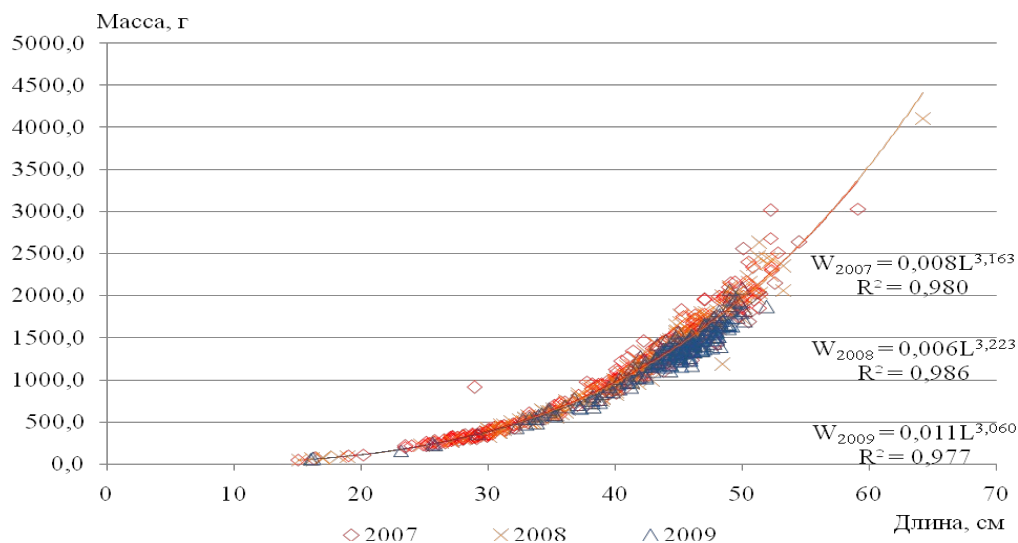


Рис. 1. Зависимость массы муксуна от промысловой длины за различные годы

В течение жизни удельная скорость роста изменяется. Это связано с тем, что в младшевозрастных группах идет процесс соматического роста и практически отсутствует генеративный, который требует значительных энергетических затрат. В старших возрастных группах темп роста замедляется, что связано с наступлением массового полового созревания, также она снижается в старости.

Это хорошо прослеживается при анализе удельной скорости роста исследованного муксуна (рис. 2, рис. 3). Максимальные приросты наблюдались в 3-4 летнем возрасте (2008, 2009 гг.) и в 2007 г. – в возрасте 5-6 лет. Снижение удельной скорости линейного и весового роста происходит после 6 лет жизни. К возрасту 12-13 лет наблюдается отрицательный удельный темп роста, из-за селективности орудий лова.

Скорость весового роста также как и линейного наиболее высока в первые годы жизни муксуна до 7-летнего возраста, т.е. до начала полового созревания.

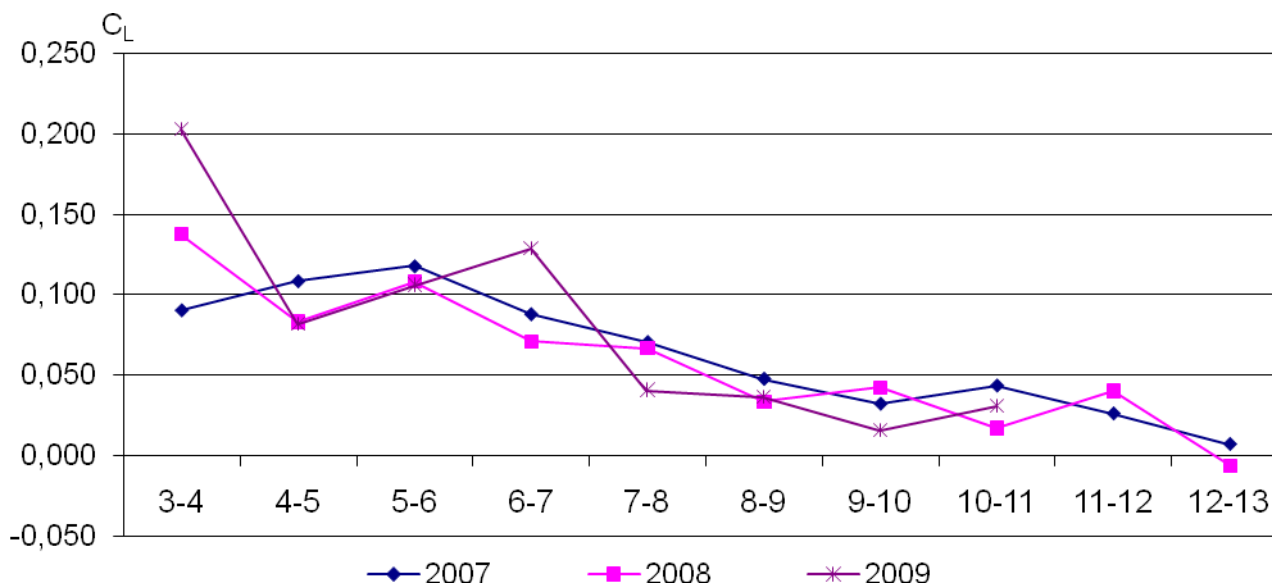


Рис. 3. Удельная скорость линейного роста муксуна по годам

Зигзагообразный характер удельной скорости роста после полового созревания можно объяснить неежегодным нерестом муксуна, поэтому в промежутке между нерестами, составляющим 2-3 года, происходит увеличение удельной скорости роста.

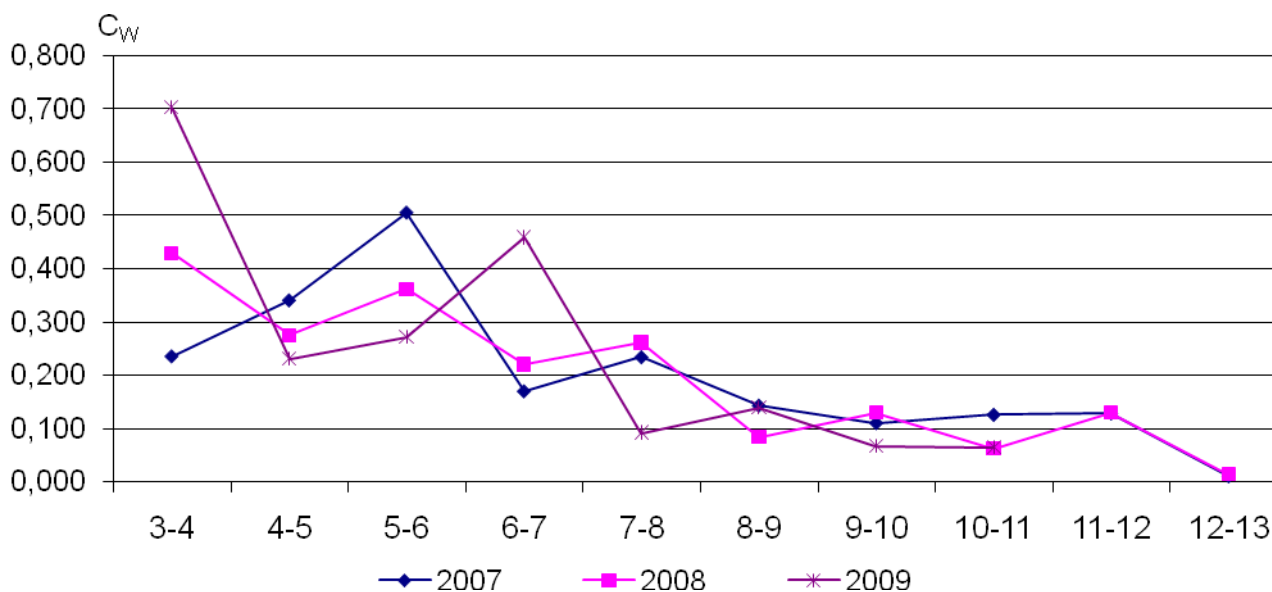


Рис. 3. Удельная скорость весового роста муксуна по годам

В целом динамика темпа роста в рассматриваемом периоде характеризуется тем, что на ранних этапах развития, в возрасте от 3 до 8 лет, удельная скорость роста высока. Затем происходит закономерное уменьшение темпов прироста после наступления массовой половой зрелости в возрасте 7+-8+леток.

Литература

1. **Дементьева Т. Ф.** Рост рыб в связи с проблемой динамики численности // Зоол. Журн. 1952. Т. 31. Вып. 4. С. 634-637.
2. **Исаков П. В., Селюков А. Г.** Состояние яичников и особенности овариальных циклов муксуна *Coregonus muksun* (Coregonidae, Salmoniformes) в период его зимовки в Обской губе. / Вопросы ихтиологии, т. 45, № 2. 2005. – С. 242-250.
3. **Монастырский Г. Н.** К методике определения темпа роста по измерениям чешуи // Сб. Методика изучения возраста и роста рыб. Красноярск. 1926. С. 53-68.
4. **Мина М. В., Клевезаль Г. А.** Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 291 с.
5. **Никольский Г. В.** Экология рыб. М.: Высшая школа, 1975. – 368 с.
6. **Чугунова Н. И.** Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Сов. Наука, 1959. – 164 с.

УДК 664.955.2

ИКРА РЫБ

Е.А. Ахмерова

ФГУП «ВНИРО», Москва

Икра многих видов рыб является ценным пищевым сырьём, содержащим большое количество легкоусвояемых белков и жиров.

Икра как готовый продукт — это не только изысканный деликатес, но также диетический пищевой продукт, ценный своими натуральными свойствами и чрезвычайно полезный для здоровья. В зависимости от вида рыбы она содержит от 14 до 31% белка с полным набором незаменимых и заменимых аминокислот, от 0,3 до 15% жира, 1,5 – 2,0% минеральных веществ. Икра богата полиненасыщенными жирными кислотами, жирорастворимыми витаминами А, Д, Е и К, а также биологически активными веществами, необходимыми для нормального обмена веществ.

Наиболее известна икра осетровых и лососевых рыб, которую относят к лучшим деликатесным рыбным продуктам по вкусовым свойствам и пищевой ценности.

Из ястыков осетровых рыб издавна изготавливали зернистую икру, зернистую пастеризованную, паюсную, ястычную, ранее выпускали бочковую икру. В настоящее время в связи с запретом на вылов осетровых икру указанных наименований практически не изготавливают. В легальной торговле в основном представлена икра, полученная от рыб, выращенных в условиях аквакультуры.

Из ястыков лососевых рыб изготавливают зернистую икру баночную и бочковую, а также замороженную, или ястычную соленую или несоленую замороженную

Икру остальных рыб готовят зернистой, «пробойной» или в ястыках. Пробойная икра получила своё название в результате первичной обработки ястыков: пробивки их через сита-грохоты для отделения икры от соединительной ткани. Этим способом готовят икру всех видов рыб: осетровых, лососевых, частиковых, но в последствии пробойной икрой стали называть лишь икру частиковых, карповых, сельдевых, тресковых, скумбриевых и др.

Помимо икры из осетровых и лососевых существует широкий ассортимент икорной продукции.

Мороженая икра – несолёный полуфабрикат, выпускаемый в виде мороженых ястыков или пробойной икры. Для сохранения качества и предотвращения окисления замороженную

икру глазируют или упаковывают под вакуумом в полимерные пакеты или парафинированные коробки с последующей укладкой в ящики.

Мировой рынок мороженой икры представлен в основном икрой тихоокеанской сельди, мойвы, минтая и др. Важнейшим импортёром этой продукции является Япония.

Ястычную икру – мойвы, щуки, минтая, сазана, леща, сома, судака, скумбрии и других рыб изготавливают в виде полуфабриката - несоленой замороженной или соленой замороженной. Мороженые соленые и несоленые ястыки используют для получения зернистой икры.

Издавна и до XX столетия в ястыках в основном преобладала икра частиковых рыб - «тарамы» - из воблы, «галаган» - из судака. Такая икра имела низкие вкусовые качества и не в полной мере отвечала требованиям потребителя.

Пастеризованную икру готовят из зернистой соленой икры всех видов рыб, подвергая её термической обработке в потребительской таре при температуре не выше 65С° – пастеризации, что позволяет сохранить вкусовые и питательные свойства готовой продукции.

Икру соленую деликатесную готовят из икры с добавлением масла растительного, пряностей или других вкусовых добавок (лука репчатого, уксуса и пр.).

Солено-вяленая икра представляет собой весьма ценный в пищевом отношении продукт с большим содержанием белков и жира, недостатком её является высокое содержание соли – около 10%.

Копчено-соленую икру готовят из ястыков рыб семейства тресковых. Ястыки солят сухим посолом и коптят холодным способом.

В Швеции популярна копченая икра атлантической трески. После созревания в сахарно-солевом растворе её коптят холодным способом. Икра трески очень популярна и в Греции, ее чаще всего используют как основной ингредиент блюда под названием «тарамасалата» или просто «тарамы»– греческого паштета из тресковой икры, хлеба, растительного масла, чеснока и специй.

Есть и другие способы обработки икры, которые трудно отнести к перечисленным вариантам, так например «Мосаго» – исландская икра корюшковых рыб, которая очень популярна при приготовлении суси (роллы) и сасими (композиция из морепродуктов) благодаря яркому цвету и нежному вкусу. Икра сельди – «казуноко» – используется в основном в качестве суси. Благодаря специальной обработке придаёт рису приятный аромат. Наиболее редкой икрой считается икра морских ежей. Свежей её используют для приготовления закусок, и является необычной приправой к некоторым моллюскам.

В последнее время на мировом икорном рынке особое место стала занимать икра летучих рыб – «Тобико», которая является специфическим продуктом японской кухни.

Икра является традиционным компонентом суши (роллы из риса, рыбы, икры и других компонентов, завернутые в листы из водорослей) и используется для приготовления закусок. Природный цвет у этой мелкой, хрустящей икры буроватый, её подкрашивают в разные цвета как натуральными, так и искусственными красителями производственным способом. При её приготовлении используют специальные соусы - маринады, которые придают ей необычный вкус, аромат и цвет. Технология приготовления возникла более 500 лет назад в Японии, её секрет передавался из поколения в поколение вплоть до наших дней.

Икру летучих рыб собирают с поверхности воды и перерабатывают: сушат или замораживают. До настоящего времени икру летучих рыб в основном импортировали в Россию в мороженом виде. Однако в последнее время поставщики проявляют интерес к технологии её восстановления из сушеной икры и изготовления готовой продукции.

В связи с этим в настоящее время нами проводятся исследования по изучению свойств икры летучих рыб для дальнейшей разработки и обоснования её технологии, обеспечивающей качество и безопасность готовой продукции.

Результаты проведенных исследований показали, что белки икры летучих рыб по аминокислотному составу сопоставимы с белками пробойной икры рыб и даже с белками икры осетра. Фракционный состав липидов икры летучих рыб аналогичен с липидами икры других видов рыб, исключение составляют стеринны, содержание которых в два раза выше, чем в липидах икры других рыб, воска отсутствуют. Содержание полиненасыщенных жирных кислот достаточно велико.

По показателям безопасности икра летучих рыб соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

Целью наших дальнейших исследований является обоснование технологических режимов восстановления икры летучих рыб сушеной для обеспечения качества и безопасности готовой икорной продукции, которая может реализовываться на отечественном рынке.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБНОГО СЫРЬЯ

Л. Ф. Бедина, Е. Н. Харенко

ФГУП «ВНИРО», Москва

В настоящее время приоритетными направлениями развития современного производства пищевых продуктов является разработка наукоемких технологий, направленных на изыскание принципиально новых, эффективных способов обработки сырья в различных технологических процессах, позволяющих повысить качество и продлить сроки хранения готовой продукции. В рыбной промышленности согласно Постановлению Правительства РФ № 589 от 02 августа 2010 г. контроль за качеством рыбы и морепродуктов «до причала» возложен на Росрыболовство. В соответствии с данной государственной задачей требуется разработка новых подходов в области первичной обработки сырья с использованием интенсивных, безопасных и экономически выгодных способов воздействия на рыбное сырье.

Повышение качества рыбопродукции возможно за счет снижения микрофлоры рыбного сырья и интенсификации технологических процессов при его обработке. Известно, что рыба не обладает высокой стойкостью при хранении. Одной из главных причин является ее высокая микробиальная обсемененность. Начальный состав микрофлоры выловленной рыбы близок к микрофлоре среды обитания и зависит от района и способа лова. Основной объем рыбы вылавливается с помощью тралов, которые позволяют добывать рыбу с различных по площади и глубине участков промысла. Однако при тралении, попавшая в траловый мешок рыба, подвергается механическому воздействию (сжатию), степень которого зависит от наполнения трала. В свою очередь, это может приводить к резкому ухудшению качественных показателей рыбы-сырца: ослаблению консистенции, деформации, срыву кожи и другим механическим повреждениям. Сырец с такими дефектами в большей степени подвержен микробиологической порче и нередко отбраковывается как некондиционный. Поэтому сохранение качества рыбы-сырца, направляемого на первичную обработку (мойка, охлаждение и замораживание) является одной из актуальных проблем рыбоперерабатывающей промышленности.

В последние годы с целью снижения микрофлоры рыбного сырья и улучшения качественных характеристик применяют различные пищевые добавки, в том числе консерванты, которые являются антимикробными препаратами химической природы.

Однако известно, что при использовании антимикробных препаратов в процессе производства пищевой продукции имеется ряд существенных ограничений. Большинство препаратов способны накапливаться в организме человека, и при достижении их высоких концентраций являются опасными. Необходимо отметить, что они отрицательно влияют на органолептические показатели продукции. В связи с вступлением России в ВТО отечественные гигиенические нормативы по применению пищевых добавок пересматриваются с учетом международных требований ЕС.

Исходя из этого, перспективным является создание высокоэффективных технологий с использованием акустических, физико-химических и электрофизических способов обработки сырья.

Практически во всех технологических процессах обработки рыбного сырья используется вода. От ее качественных характеристик во многом зависит качество готового продукта. Получить бактерицидную воду возможно за счет активации. Наиболее известными физическими способами активации воды и растворов, приготовленных на ее основе, являются кавитационная дезинтеграция (ультразвук), электрохимическая обработка, а также омагничивание.

На сегодняшний день ультразвуковая обработка воды и ее растворов является одним из перспективных направлений. Сдерживание темпов внедрения и использования акустически активированной воды в технологии рыбных продуктов связано с недостаточными сведениями о механизмах ее влияния на формирование требуемых свойств сырья и готовой продукции, а также с недостатком научно-практических разработок в области использования активированной воды и как следствие, отсутствие технической документации, учитывающей особенности применения ультразвуковых технологий в условиях малых производств.

Использование воды, обработанной ультразвуком в технологических целях для мойки, охлаждения и замораживания (при глазировании) рыбного сырья открывает широкие возможности для совершенствования существующих технологических процессов, а также позволяет полностью или частично исключить применение консервантов, что особенно важно для повышения уровня безвредности и безопасности продуктов питания.

Кроме того, преимуществом использования воды и водных растворов активированных ультразвуком, при обработке рыбного сырья является не только высокая бактерицидность, но и их повышенный энергетический уровень и аномальная реакционная способность, позволяющие интенсифицировать технологические процессы. В частности, эти уникальные свойства особенно важны при посоле рыбного сырья. Именно от скорости этого процесса будет зависеть качество соленого полуфабриката и в дальнейшем готовой продукции.

Расширение знаний и практического опыта по применению активации воды ультразвуком с целью снижения микрофлоры сырья и интенсификации технологических процессов безреагентным способом позволит существенно расширить возможности их применения в области технологии рыбных продуктов.

УДК 664.86

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ БИОАКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ (ФПП).

Л. Х. Вафина, А. В. Подкорытова

ФГУП «ВНИРО», Москва

Конец 20-го века поставил мир перед экологической катастрофой, вызванной развитием цивилизации, когда больше всех страдает сам человек. И необыкновенные морские растения - водоросли - готовы прийти на помощь при лечении и профилактике ряда «болезней цивилизации». Бурые водоросли – один из объектов, который позволяет осуществить мечту Гиппократов: «Чтобы наша пища была лекарством, а лекарства пищей». Морские водоросли уникальны по химическому составу, свойствам и применяются для приготовления как самостоятельных пищевых продуктов (салаты, консервы, супы, вторые блюда, закуски и т.д.), так и их производные используются в качестве структурообразующих и загущающих компонентов, всегда придающих продуктам лечебно-профилактические свойства. В настоящее время, когда стали известны фармакологические свойства многих биоконпонентов водорослей, ученые уделяют повышенное внимание разработке технологий получения функциональных пищевых продуктов (ФПП) из водорослей и их БАВ. Но, к сожалению, до сих пор на рынке редко встречаются продукты данной категории, в основном это биологически активные добавки, которые рекомендовано вводить в традиционные продукты питания. Наиболее перспективными для создания ФПП являются пищевые бурые водоросли. При этом важным фактором спроса является их схожесть с традиционными для жителей России продуктами питания. Бурые водоросли ламинарии и фукусы содержат альгинаты, фукоиданы, маннит, ламинаран, микро-, макроэлементы и жизненно необходимый для организма йод. Фукоидан обладает антиопухолевым и антикоагулянтным действием, ингибирует рост ряда микроорганизмов [Chida, Yamamoto, 1987; Itoh et al., 1993; Ponce et al., 2003]. Альгинаты, в составе водорослей и в выделенном состоянии, оказывают регенерирующее действие на слизистые, обладают свойствами пищевых волокон и

энтеросорбентов - выводят из организма тяжелые металлы, радионуклиды и др. токсины [Подкорытова и др., 1998; 2005; Подкорытова, Талабаева, 2002]. Растворимые альгинаты - это высокоэффективные загустители и структурообразователи и в настоящее время относятся к важным пищевым добавкам, применяемые для улучшения реологические свойства пищевых продуктов. Бурые водоросли являются полноценным источником биогенных минеральных элементов, а также минеральных и органических форм йода, недостаток которого приводит к нарушению нормальной деятельности щитовидной железы и других функций организма человека [Подкорытова, Вишневская, 2003].

Таким образом, использование ламинариевых и фукусковых водорослей – это перспективное направление в технологии ФПП.

Значительная часть биоактивных веществ, содержащихся в исследованных нами водорослях, находится в растворимом в воде состоянии. Поэтому на предварительной стадии обработки водорослей (из *A.nodosum*, *F.vesiculosus*, *L.japonica* и *L.saccharina*) нами получены экстракты, представляющие собой жидкости от соломенного до темно-бежевого цвета, в зависимости от вида водоросли, сладковато-солончатого вкуса и карамельно-грибного запаха. Из экстрактов методом лиофильной сушки изготовлены сублимированные порошки. Выход их составил: из *A.nodosum* – 12,5 %; *F.vesiculosus* – 9,3 %; *L.japonica* – 21,7 %; *L.saccharina* – 10,4 %. Сухие экстракты из фукусковых водорослей в значительном количестве содержат фукоидан (5,6-5,7%), ламинаран (6,0-8,1%), альгинат (2,1-4,1%), растворимые в воде протеины (до 6%), а также минеральные элементы и маннит, вследствие чего экстракты обладают сладковато-солончатым вкусом. Содержание йода колеблется от 0,01 до 0,02 % в расчете на сухое вещество. Экстракты из ламинариевых водорослей содержат заметно меньше фукоидана (1,9-2,1%), но больше маннита и, более остальных экстрактов, содержат йода (0,43%). Экстракт из *L.saccharina* отличаются высоким содержанием ламинарана (17,7%). Сублимированные экстракты из фукусов содержат такие моносахариды, как фукоза, ксилоза, манноза, глюкоза и галактоза. Экстракт из *L. japonica* содержит фукозу и маннозу, а из *L. saccharina* – фукозу, маннозу, глюкозу и галактозу.

На основе жидких фукусковых и ламинариевых экстрактов разработаны рецептуры, и способы приготовления напитков серии чай морской «Фитомарин» с добавлением экстрактов наземных трав (мята и Melissa), Чай содержит БАВ водорослей и является источником фукоидана, ламинарана, комплекса минеральных биогенных элементов, йода, моносахаридов, аминокислот и альгинатов. После водного экстрагирования остается большое количество сырья, главным компонентом которого являются альгинаты, а также некоторое количество других биоактивных элементов. Целесообразно использовать остаток водорослей для приготовления пищевой продукции пастообразного, гелеобразного и

эмульсионного типа. Для этого остаток водорослей (фукусовых или ламинариевых) обрабатывали при определенных условиях растворами хлористых солей одновалентных катионов или в слабокислой среде. В связи с тем, что фукусовые водоросли имеют более жесткую структуру, условия для их обработки подбирались серией опытов, отличных от условий для обработки ламинариевых. Установлены режимы предобработки, термообработки и гомогенизации фукусов до получения однородных гелей.

В процессе модификации альгинатов, находящихся в тканях водорослей, образуется значительное количество растворимого альгината, обладающего вязкостными и структурообразующими свойствами. Водорослевые гели, получаемые таким образом, использованы для приготовления продуктов эмульсионного и пастообразного типа. На основе полученных гелей из фукусов и ламинарий разработаны рецептуры и способы получения десертной и желейной продукции: это десерты и конфеты желейные серий «Фукус» (с черносливом) и «Ламинария» (с ароматом яблока или с черной смородиной). На основе ламинариевых гелей разработаны рецептуры и способы приготовления паштетов для завтрака с рыбными фаршами хека, форели и трески, названные "Algfish". Для сохранения природного цвета фарша таких рыб, как форель и треска, в продукт добавляли 1% альгината натрия, изолированного из водорослевого геля. Паштеты рыбные к завтраку содержат биоактивные компоненты водорослей, рыбные белки, обладают выраженным вкусом соответствующего рыбного фарша. По составу и содержанию биологически активных веществ (норма от 10 до 50% суточной потребности) важных для нормальной деятельности организма паштеты относятся к продуктам функционального питания.

Исследования по показателям безопасности водорослевого сырья, экстрактов, напитков и продуктов на основе водорослевых гелей показали их безопасность и стабильность в хранении в течение не менее 4 месяцев. Содержание тяжелых металлов (Cd и Pb) было значительно меньше предельно допустимых концентраций (СанПиН 2.3.2.1078-01). Данные дегустационной оценки позволили рекомендовать к использованию экстракты в качестве пищевой добавки для обогащения пищевых продуктов биокомпонентами водорослей и для приготовления напитков любого типа.

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема комплексной переработки фукусовых и ламинариевых водорослей, применение которой позволяет увеличить ассортимент не только функциональных пищевых продуктов, но, и включением бурых водорослей порядка *Fucales* в список пищевых водорослей, расширить перечень водорослевого сырья, используемого в качестве источника полифункциональных БАД.

ОБОСНОВАНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ ФИЛЕ ГОРБУШИ

А.Б. Волкова

ФГУП «ВНИРО», Москва

Срок хранения филе горбуши по ГОСТ 3948-90 «Филе рыбное мороженое. Технические условия» составляет шесть месяцев. Результаты многолетних исследований, проводимых в испытательной лаборатории «ВНИРО-ТЕСТ», свидетельствуют о том, что филе горбуши, изготовленное из свежевывловленной рыбы, замороженное блоками при «шоковой» температуре, может сохранять свое качество не менее 12 месяцев.

В связи с этим нами были проведены исследования по обоснованию сроков годности горбуши мороженой. На предприятии ООО «Компания «Тунайча» были заготовлены 3 партии филе горбуши от 3-х дат выработки. Филе замораживали блоками и укладывали в короба из парафинированного картона. Образцы хранили при температуре минус 18⁰С.

Испытания проводили в следующие сроки хранения: 1, 5, 7, 9, 11, 12 и 14 месяцев.

Показатели безопасности определяли в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» и МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения продуктов».

Для выявления изменений, происходящих в образцах, а также для определения стабильности пищевой ценности исследовали аминокислотный состав белков и жирнокислотный состав липидов.

В результате проведенных исследований установлено следующее:

Общая микробная обсемененность филе горбуши не превышала нормируемых значений 1×10^5 КОЕ в 1 г. В процессе хранения не были обнаружены: БГКП в 0,01, 0,001 и 0,0001г, *S. aureus* в 0,1, 0,01 и 0,001г, *Salmonella* в 25г, *L. Monocytogenes* в 25 г, *V. parahaemolyticus*, КОЕ в 1,0 г.

Содержание регламентируемых токсичных элементов, хлорорганических пестицидов, полихлорированных бифенилов, гистамина в филе горбуши в процессе хранения не превышало нормируемых значений.

Содержание белка в рыбе составляло в среднем 21%. Массовая доля небелкового азота

за период испытаний увеличилось с 0,13 до 0,20%. Аминокислотный состав белков, представленный незаменимыми и заменимыми аминокислотами, оставался стабильным в процессе хранения. Содержание жира в филе горбуши составляло около 4%. В процессе хранения наблюдалось увеличение кислотного числа от 17,7 мг КОН/г жира до 55,2 мг КОН/г жира. Жирнокислотный состав липидов представлен насыщенными - около 30%, мононенасыщенными – около 50% и полиненасыщенными жирными кислотами – около 20%. Массовая доля эссенциальных кислот - линолевой, линоленовой и арахидоновой не превышала 3%. В процессе длительного хранения не было обнаружено достоверных изменений в жирнокислотном составе липидов.

Органолептические показатели: внешний вид, консистенция мяса до и после размораживания, цвет, запах после размораживания филе горбуши мороженого соответствовали требованиям ГОСТ 3948-90 «Филе рыбное мороженое. Технические условия» на протяжении всего срока испытаний.

Таким образом, филе горбуши, замороженное блоками в коробах из парафинированного картона, изготовленное из свежевывловленной рыбы, соответствовало на протяжении 12 месяцев требованиям ГОСТ 3948-90 «Филе рыбное мороженое. Технические условия» и СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

На основании результатов исследований Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека было выдано Санитарно-эпидемиологическое заключение, позволяющее ООО «Компания «Тунайча» изготавливать филе горбуши, замороженное блоками в коробках из парафинированного картона, по ГОСТ 3948-90 «Филе рыбное мороженое. Технические условия» со сроком годности продукции при температуре минус 18⁰С – 12 месяцев.

В настоящее время нами проводятся исследования по изучению влияния массовой доли глазури на качество мороженой горбуши при хранении.

ФОРМОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ ИЗ МОЛЛЮСКОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Е. В. Глазунова

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

Исследования, проведенные в разных странах мира, показали, что включение в рацион питания блюд из беспозвоночных оказывает терапевтическое действие при атеросклерозе, заболеваниях желез внутренней секреции, гипертонии и ряде других болезней, что связано с содержанием в этих видах сырья целого ряда биологически активных веществ [Родина, Борк, Новикова 2008].

Основная масса добываемых во всём мире моллюсков реализуется в охлаждённом, мороженом виде или перерабатывается на стерилизованные консервы и в небольшом количестве, преимущественно из кальмара (82,7 доля кальмаров в общей массе этой продукции), производится солёная, сушёная, копчёная и ферментированная продукция. [Борисочкина, 1995 а, 1995 б, 1999; Мухин и др., 2002]

Около половины добываемых в Приморье двустворчатых моллюсков экспортируется в зарубежные страны, остальная часть используется в технологии изготовления мороженой продукции для реализации на внутреннем рынке. Наличие в мышечной ткани этих моллюсков полноценных белков, витаминов, углеводов, макро- и микроэлементов, биологически активных веществ определяет перспективность их использования для получения продукции с высокой пищевой и биологической ценностью, в т.ч. лечебно-профилактического назначения.

Мороженые моллюски имеют ограниченный круг технологического применения. В основном они используются для приготовления в домашних условиях холодных закусок и вторых блюд.

В этой связи расширение ассортимента пищевых продуктов из мороженых моллюсков является актуальной задачей.

Некоторые виды моллюсков имеют высокую стоимость, и недоступны для большинства населения Приморского края, что существенно снижает их спрос на потребительском рынке. Для того, чтобы выпускать доступные по стоимости и ценные в пищевом отношении продукты питания из таких моллюсков, целесообразно, мясо моллюсков с высокой стоимостью комбинировать с мясом более доступных моллюсков.

Как показывает опыт производства комбинированных продуктов из рыбы, мышечную

ткань лучше использовать в измельченном виде. Однако вопросами измельчения моллюсков и исследованием функционально-технологических свойств их фаршей никто не занимался.

Целью данной работы являлось исследование технологических свойств фаршей из мяса анадара, спизулы и кальмара.

Объектами исследований являлись свежемороженые анадара, кальмар и спизула. Двустворчатые моллюски — анадара (*Anadara broughtoni*) и спизула (*Spisula sachalinensis*) — отличаются высоким содержанием биологически активных соединений: таурина, глицина, карнозина, макро- и микро-элементов, витаминов. [Гришин А.С., Давлетшина Т.А., Леваньков С.В., Шульгина Л.В. 2004]

Кальмар (Teuthoidea) - подотряд головоногих моллюсков отряда десятиногих. Пищевую ценность имеют туловище и щупальца. Питательная ценность мяса кальмара, судя по аминокислотному составу, довольно высока. Мясо кальмара богато экстрактивными веществами, а также витаминами В₆ (0,061-0,130 мг·%) и РР (1,277-3,150 мг·%). В теле кальмара на 1 кг сухого вещества приходится 175-240 мкг витамина В₂ и 7500-11 000 мкг витамина В₂ [Лагунов и Рехина, 1967].

В ходе исследований нами разрабатывались опытные образцы фаршевых систем, в состав которых входят измельченное мясо анадара, спизулы, тушек и щупалец кальмара.

Исследовались органолептические характеристики формованных изделий и определялись потери при их термической обработки.

Фарши готовили путем измельчения на волчке с диаметром решетки 3 мм. Из полученных фаршей формовали котлеты овальной формы массой 50 грамм. После формования изделия подвергались термической обработке острым паром до достижения полной кулинарной готовности (10-12 минут).

Органолептическую оценку образцов проводили в лаборатории на рабочих дегустациях [Сафронова Т.М. и др. 2008]. В таблице 1 представлены результаты органолептической оценки опытных образцов по следующим показателям: внешний вид, консистенция, цвет, запах, вкус. Изделия оценивались по пятибалльной системе.

Органолептические показатели качества термически обработанных образцов фаршей

Образец	Внешний вид	Вкус	Запах	Цвет	Консистенция	Средний бал
Анадара	3	3	4	3	3	3,2
Спизула	3	3	4	3	4	3,4
Тушки кальмара	4	4	4	3	4	3,8
Щупальца кальмара	4	4	4	4	3	3,8

Как видно из табл. 1 все опытные образцы формованных изделий получили невысокий средний балл, особенно образцы из мяса двухстворчатых. Это связано с тем, что у образцов из анадары и спизулы отмечен малопривлекательный внешний вид, что обусловлено характерными вкраплениями оранжевого и бордового цвета, соответственно. По показателю вкуса они тоже уступают образцам из кальмара.

Выход после термической обработки формованных продуктов из моллюсков представлен на рис. 1.

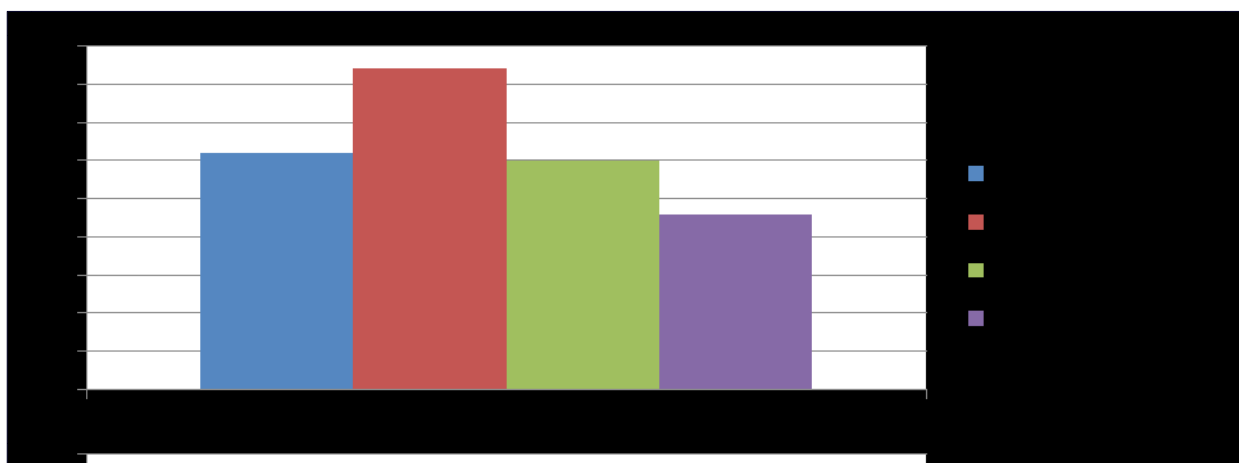


Рис. 1. Выход готового продукта, %

Из рис. 1 видно, что наименьшие потери имеет образец из мяса спизулы его выход составляет 84%, наибольшими потерями характеризуется образец из щупалец кальмара, его выход – 46%. Промежуточные значения у образцов из анадары и тушек кальмара, выход этих образцов составляет 62% и 60% соответственно.

Таким образом, свойства фаршей из мяса анадары, спизулы и кальмара невысоки, в частности, фарши из анадары и спизулы характеризуются неудовлетворительными органолептическими признаками, а образцы из мяса кальмара – высокими потерями при термообработке. В этой связи в дальнейших исследованиях необходимо использовать комбинированные фаршевые системы из измельченного мяса анадары, спизулы, тушек и щупалец кальмара.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ПЕРЕВОДНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НА ПРОДУКЦИЮ ИЗ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

А. В. Гриценко, Е. Н. Харенко

ФГУП «ВНИРО», Москва

Регулирование промысла водных биологических ресурсов, среди которых огромное значение имеют тихоокеанские лососи, является важной государственной задачей. От оперативности данного регулирования зависит сохранение ВБР РФ и величина бюджетных поступлений от промысла. Оптимизация учёта вылова и выхода готовой продукции составляют неотъемлемую часть в решении данной задачи и невозможна без принятия во внимание популяционно-временных критериев, определяющих адаптивные процессы, протекающие в популяциях отдельных видов лососей.

Для учёта данных критериев совершенно необходимым является разработка дифференцированных переводных коэффициентов на продукцию из тихоокеанских лососей, которые послужат связью между биологическими характеристиками лососевых рыб, изменяющимися во времени, и расходом сырья при производстве продукции.

С этой целью нами была проведена научно-исследовательская работа в Карагинской подзоне Берингова моря летом 2010 года. Исследуемыми видами тихоокеанских лососей являлись нерка, кета, горбуша и чавыча. Вследствие малой изученности лососей данного района промысла, работа представляла интерес как в общенаучном и производственном плане, так и в плане расширения сырьевой базы.

Было проведено 208 опытно-контрольных работ (ОКР) по определению коэффициентов расхода сырья при производстве продукции из тихоокеанских лососей. Также были изучены размерно-массовые и теххимические характеристики тихоокеанских лососей в т.ч. выход икры в ястыках, в зависимости от сезона и района промысла; проанализирована работа производственных мощностей конкретного рыбоперерабатывающего завода для определения рациональности использования сырья; проведена апробация «Комплекса программ для обработки результатов ОКР при производстве продукции из лососевых рыб (для рыбы-сырца)» и сделано заключение о возможности его использования в условиях промысла.

Сравнительный анализ результатов ОКР 2010 года (норм и коэффициентов)

показывает, что полученные данные превышают прошлогодние показатели ОКР по выходу ястыков лососевых рыб в среднем на 1,0%. Это связано с тем, что в 2010 году в районе промысла наблюдалась поздняя весна, за счёт которой рыба подошла к нерестовому периоду с более продолжительной стадией нагула, после которой наступило резкое потепление и аномально жаркое лето, что обеспечило резкий переход экстрактивных веществ из тела рыбы в половые продукты, зрелость и большую массу гонад. Кроме того, все полученные коэффициенты по выходу ястыков и зернистой соленой икры превышают бассейновые нормы установленные для предприятий Дальневосточного бассейна на 1,9% и 4,4% соответственно. Выход мороженой рыбной продукции из горбуши и чавычи в 2010 г. ниже бассейновых значений в среднем на 3,75%. Данное снижение можно связать с большим, по сравнению с нормами, выходом ястыков у данных видов рыб. Разница выхода кеты и нерки и бассейновых значений минимальна. В первом случае полученные данные ниже бассейновых норм на 0,8%, а во втором превышают их на 0,9%. Это связано с тем, что нормы представленные в бассейновом сборнике, являются усреднёнными для всей Восточной Камчатки и Западно-Беринговоморской подзоны и не отражают существующей ситуации в отдельно взятом Олюторском районе.

Результаты проведённых работ подтверждают необходимость установления дифференцированных переводных коэффициентов на продукцию из тихоокеанских лососей для каждого района промысла с учётом пуляционно-временного аспекта. При планировании таких работ должны учитываться популяционные параметры вида и их динамика в пространстве и времени. Уточнение данных параметров является одной из основных задач дальнейших исследований.

УДК 664.959

НОВЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ИЗ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ДЛЯ КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. А. Дмитриева, М. В. Сытова, Е. Н. Харенко

ФГУП «ВНИРО», Москва

В области аквакультуры осетровых рыб одним из современных направлений является прижизненное получение икры-сырца V стадии зрелости от живых особей, которая используется как для рыбоводных целей, так и для получения пищевой продукции. Побочным продуктом производства, или отходом этого производства, является овариальная

жидкость. Нами было предложено товарное название данному сырью – "икорный золь". По нашим данным его образуется от 10 до 40% от массы икры-сырца, или 5 до 10% от массы рыбы.

В связи с интенсивным развитием аквакультуры осетровых рыб у нас в стране перспективы получения икорного золя таковы: в 2010 году – 8,0 тонн, к 2015 году – 16 тонн. В настоящее время на всех рыбоводных хозяйствах как у нас в России, так и за рубежом икорный золь не используется.

Проведенные во ФГУП «ВНИРО» физико-химические, биохимические и биологические исследования показали, что икорный золь осетровых рыб в нативном и высушенном виде представляет интерес для использования в косметической промышленности.

Была проведена серия поисковых экспериментов по сушке икорного золя осетровых рыб. В результате для косметической промышленности была выбрана сублимационная сушка, обеспечивающая наиболее высокое качество высушиваемого продукта.

Нами установлено, что при содержании сухих веществ в икорном золе-сырце около 2% содержание белка составляет 35,1-63,3% (в пересчете на сухое вещество). В отличие от икры осетровых рыб в нативном икорном золе незначительное содержание жира (до 0,1%), его плотность по нашим данным составляет не более 1,01 г/см³. Соленость икорного золя-сырца различных видов осетровых рыб колеблется от 9 до 16‰. Кинематическая вязкость икорного золя ленского осетра составила 1,24 сСт, что на 14,8% выше, чем у воды (1,08 сСт). Определения pH икорного золя - сырца показали слабощелочную реакцию (pH от 7,7 до 8,9).

Данные по витаминно-минеральному составу икорного золя свидетельствуют о высоком содержании водорастворимых витаминов С и группы В, а также широком спектре макро- и микроэлементов.

Определение аминокислотного состава в икорном золе показало присутствие более 25 аминокислот, из них 9 незаменимых, суммарное содержание незаменимых аминокислот в икорном золе-сырце и сухом порошке составляет около 45%. Отмечено высокое содержание лизина, треонина, лейцина и тирозина. Из заменимых аминокислот доминирующими являются глицин, аспарагиновая кислота, аланин, серин, пролин.

Представляется важным сделать анализ по возможным токсикантам, определяемым в рыбном сырье в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078 на пищевую рыбную продукцию, поскольку на производство косметических средств направляется в основном пищевая икра осетровых и лососевых рыб. Проведенными исследованиями по содержанию токсикантов установлено, что икорный золь осетровых рыб по показателям безопасности, таким как содержание токсичных элементов, пестицидов, полихлорированных бифенилов,

радионуклидов соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078 на икорную продукцию, а также требованиям СанПиН 1.2.681 на косметическую продукцию.

Установлено, что содержание КМАФАнМ в икорном золь не превышает норматив, принятый для пищевой икорной продукции (5×10^4 КОЕ/г). Условно-патогенные (*S. aureus*) и патогенные микроорганизмы (сальмонеллы и *L. monocytogenes*) не обнаружены ни в одном из образцов икорного золь.

В Испытательном Центре НИИ медицины труда РАМН проведены исследования токсичности и степени опасности икорного золь осетровых рыб с целью оценки возможности его использования в качестве полезной сырьевой добавки в косметических средствах.

НИИ медицины труда даны следующие заключения по результатам исследований:

- токсикологическая оценка на животных показала, что изучаемый продукт по степени острой токсичности $DL_{50} > 5$ г/кг массы животных, относится к 4 классу мало токсичных и мало опасных соединений согласно ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»;

- икорный золь не обладает кожно-раздражающим действием при однократном и повторном нанесении на кожные покровы морских свинок; не вызывает сенсibilизации животных; не оказывает повреждающего действия на слизистые оболочки глаз кроликов; не проникает через кожные покровы в количествах, способных оказать неблагоприятное воздействие на организм животных;

- икорный золь осетровых рыб является безопасным в концентрации 0,5 % сухого концентрата и может быть рекомендован в качестве ингредиента к использованию в составе косметических средств.

Во ФГУП «ВНИРО» определялась биологическая активность икорного золь и его сухих концентратов по относительному приросту общей численности инфузорий стилонихия митилус *Stylonichia mytilus* за сутки. Эталонная среда для инфузорий – суспензия пекарских дрожжей. По результатам исследований было установлено, что икорный золь-сырец и лиофилизат характеризуются высокой биологической активностью, почти вдвое превышающей эталон.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что икорный золь из осетровых рыб, выращенных в аквакультуре, является ценным биологически активным сырьем и может быть рекомендован к использованию в качестве ингредиента в косметической промышленности.

На базе лаборатории контроля качества ЗАО «МИРРА-М» проведена работа по обоснованию процента ввода икорного золь в косметические средства. Испытывались три товарные формы: замороженный икорный золь, пастеризованный икорный золь и

лиофилизат икорного золь на предмет совместимости с гелевой и эмульсионными основами. Оценивалась коллоидная стабильность и термостабильность в зависимости от процента ввода.

По результатам научно-исследовательских работ по определению оптимального процента ввода икорного золь в косметические средства при подготовке технической документации к сертификации на основании проведенных НИИ медицины труда исследований, а также с учетом практического апробирования можно рекомендовать следующие оптимальные количества икорного золь осетровых рыб в конечном косметическом изделии: не более 5% - жидкие формы, не более 0,5% - сухие концентраты икорного золь.

ФГУП «ВНИРО» на "икорный золь" осетровых рыб для косметической промышленности получено санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.01.12.915.Т.024911.04.10, разработаны и зарегистрированы в ФГУ «Ростест-Москва» технические условия (ТУ 9154-142-00472124-2009), в соответствии с которыми, "икорный золь" (мороженный, пастеризованный, сушеный) может использоваться в качестве сырья для косметической промышленности. Успешно проведена апробация на ЗАО «МИРРА-М» по использованию икорного золь осетровых рыб в качестве полезной (биологически-активной) сырьевой добавки в производстве косметических средств.

УДК 664.8.03

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ИЗ ЛОСОСЕВЫХ ВИДОВ РЫБ

С. В. Добренкова

ФГУП «ВНИРО», Москва

Для обеспечения безопасности и качества рыбной продукции совершенствуются традиционные, а также разрабатываются и внедряются в производство новые технологии. Такими, например, являются технологии упаковывания продукта под вакуумом и в модифицированной атмосфере.

Несмотря на перспективность технологии вакуумирования, использование вакуума так и не позволило решить ряд проблем, которые связаны с механическим деформированием продукта и развитием анаэробной микрофлоры, в т.ч. и патогенной.

Дальнейшее развитие технологии вакуумирования привело к созданию упаковки продукции в модифицированной атмосфере. В зависимости от вида и химического состава

пищевого продукта, а также его биохимических особенностей, выделяют две основные технологии упаковки: в измененной атмосфере и в контролируемой атмосфере.

Упаковка в измененной атмосфере – MAP (Modified Atmosphere Packaging) – это способ упаковки, включающий в себя удаление из упаковки воздуха и замещение его газом или смесью кислорода, углекислого газа и азота.

Упаковка в контролируемой атмосфере используется преимущественно для продукции растениеводства и овощеводства, в которой модифицированная атмосфера меняется под влиянием биохимических процессов, происходящих в продукте.

В период с 2007 по 2010 гг. в лаборатории Аналитического и нормативного обеспечения качества и безопасности ФГУП «ВНИРО» проводились исследования по сохранению качества и обеспечению безопасности продукции из лососевых видов рыб в модифицированной атмосфере.

Объектами исследований являлись охлажденная и соленая продукция из лососевых видов рыб, упакованная в модифицированную атмосферу, в состав которой входили азот и углекислый газ в разных объемных соотношениях. Использование углекислого газа связано с его хорошей растворимостью в водной среде и ингибирующим действием на аэробную микрофлору, в том числе патогенную; азот – инертный газ, обладающий низкой растворимостью в водной среде и жирах, используется с целью предохранения жиров от окисления, а также вытеснения остаточного количества кислорода из упаковки.

В качестве контроля служили образцы охлажденного лосося и соленой форели, упакованные под вакуумом и без газовой среды и вакуума. Хранение образцов проводили в холодильниках при температуре от 0° до плюс 5°С. Для каждого вида продукции были разработаны программы исследований, которые включали периодичность отбора образцов для проведения органолептических, микробиологических и физико-химических методов.

Показатели качества и безопасности определяли в соответствии с требованиями СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов», МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения продуктов», а также нормативной документации на методы исследования.

На основании предварительных испытаний установлен оптимальный состав газовой среды, состоящей из азота и углекислого газа, для охлажденной и соленой продукции из лососевых видов рыб с массовой долей жира от 14 до 26%.

Опытные образцы охлажденной и соленой продукции по органолептическим показателям: внешнему виду, цвету, консистенции, запаху и вкусу соответствовали требованиям нормативно-технической документации более длительное время, чем

контрольные. Отмечена стабильность количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в опытных образцах охлажденной и соленой продукции на протяжении экспериментального периода. Результаты определения кислотного числа показали, что в опытных образцах процесс накопления свободных жирных кислот шел менее интенсивно, чем в контрольных.

Для продукции из лососевых видов рыб, упакованных в модифицированной атмосфере, обоснованы следующие сроки годности, не более:

- 15 суток для полуфабрикатов охлажденных при температуре хранения от 0° до плюс 2°С;
- 30 суток для соленой продукции при температуре хранения от 0° до плюс 5°С.

На охлажденную и соленую продукцию из лососей разработана и утверждена в установленном порядке нормативно - техническая документация.

Данные исследования планируется продолжить в отношении маложирной и среднежирной охлажденной рыбной продукции.

УДК 668.393.51

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ АГАРОФИТОВ

Т. А. Игнатова, д.т.н., проф., А. В. Подкорытова

ФГУП «ВНИРО», Москва

Мировой объем вылова красных водорослей по данным ФАО на 2006-2008 г. составил около 5,3 млн. т. Доля агарофитов на рынке аквакультуры красных водорослей составляет 22% и оценивается в 500 млн. долларов. Более 60% агарофитов приходится на различные виды грацилярий и 35% на гелидиум. Широкое видовое разнообразие агарофитов связано с благоприятными климатическими условиями их культивирования особенно в прибрежных водах странах тропического пояса. Важнейшей особенностью агарофитов является зависимость физико-химических свойств агара от места выращивания, периода сбора, возраста и вида красных водорослей, что подтверждено множеством публикаций российских и зарубежных ученых. Различия в технологических свойствах водорослевого сырья обычно требуют корректировки технологического процесса получения агара, что связано с варьированием количества и концентрации щелочи, используемой в процессе модификации полисахарида, а также продолжительности процесса экстрагирования и технологического цикла в целом. Традиционная технология получения агара имеет существенные недостатки

которыми являются: использование агрессивных химических реагентов; длительность технологического процесса; достаточно высокие затраты энергии и водных ресурсов; использование оборудования для экстрагирования агара под давлением. При этом возникают проблемы с утилизацией отходов производства. В связи с изложенным нами была поставлена цель разработать универсальную технологию получения агара, полностью устранив или минимизировав перечисленные недостатки в традиционных схемах производства. В процессе разработки технологии нами были исследованы 34 образца водорослей, представленных пятью видами грацилярий, одним видом анфельции и одним видом гелидиума, которые различаются временем и местом сбора. Предварительно был исследован химический состав водорослей; из каждого вида водорослей выделены агары и изучены их физико-химические характеристики. На основании полученных данных по изучению влияния условий предобработки водорослей на качественные характеристики агара была выявлена зависимость выхода агара от химического состава сырья, что позволило разработать универсальную технологию переработки различных видов агарофитов. Новый подход к обработке водорослей позволил: во-первых, сократить продолжительность всего технологического процесса в 10 раз; во-вторых, сократить количество использованных химических реагентов в 30 раз; в третьих, провести полное выделение агара из различных видов водорослевого сырья.

Разработанный технологический процесс позволяет получать агар с заданным химическим составом и реологическими свойствами. При этом значительно расширяется ассортимент продукции.

При завершении технологического процесса при переработке 1 т водорослей образуется от 3,6 до 7 т водорослевого остатка с содержанием воды от 78 до 96%. Большая часть сухих веществ водорослевого остатка приходится на трудногидролизуемые полисахариды, что позволяет использовать его в качестве сырья для получения пищевых волокон. Главной особенностью водорослевых остатков является наличие белков, которые устойчивы к действию протеолитических ферментов. Нами были подобраны рациональные условия депротеинизации, в результате чего из водорослевого остатка было удалено 90% белка. Для полученных препаратов пищевых волокон из водорослей родов *Gracilaria*, *Ahnfeltia*, *Gelidium* были изучены основные функционально-технологические свойства. Результаты показали возможность их использования в качестве водоудерживающей добавки, позволяющей увеличить выход и снизить калорийность пищевого продукта.

РАЗРАБОТКА КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ФАРША РЫБНОГО МОРОЖЕНОГО ДЛЯ ДЕТСКОГО И ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ

И. Н. Игонина

ФГУП «ВНИРО», Москва

В условиях вступления России в ВТО проблема управления качеством и обеспечения его высокого уровня является актуальной и практически значимой. Открытый характер современного российского рынка с его острой конкуренцией ставит перед пищевыми предприятиями важную задачу, связанную с выпуском качественной продукции с учетом изменяющихся требований потребителей.

Применение методов квалиметрического прогнозирования при управлении качеством проектируемой продукции позволит обеспечить не только высокий уровень качества и конкурентоспособность, но и свести к минимуму корректировки продукции после ее появления на рынке.

В настоящее время отсутствует единая система квалиметрического прогнозирования показателей качества и безопасности, позволяющая установить такие требования к качеству продукции на этапе ее проектирования, которые бы отвечали ожиданиям потребителей. В связи с этим являются актуальными научные исследования по созданию квалиметрической модели прогнозирования качества продукции, включающей в себя определение номенклатуры показателей качества и безопасности, комплекс количественных методов оценки, установление численных значений показателей качества, которыми должен обладать продукт, чтобы отвечать прогнозируемым потребительским ожиданиям, и разработку предложений по обеспечению ожидаемого качества продукции.

Согласно данным Российской академии медицинских наук, в последние годы в нашей стране, было установлено, что ухудшение состояния здоровья и снижение функциональных возможностей современных детей по сравнению с их сверстниками 70-х годов XX века связано с вполне конкретными и четко выявленными причинами. В комплексе с увеличением объема образовательных нагрузок, интенсификацией процесса обучения, причиной менее адекватного реагирования и более выраженного утомления школьников на образовательные нагрузки является нарушение питания детей и подростков. Неправильное или неполноценное питание детей и подростков было отмечено как основной и самый мощный разрушающий здоровье фактор.

Вопрос обеспечения качественным питанием дошкольников и школьников, несомненно, является вопросом национальной безопасности государства.

Цель данной работы создание квалиметрической модели прогнозирования показателей качества и безопасности фарша рыбного мороженого для детского и школьного питания с использованием методологии структурирования функции качества путем анализа потребительских предпочтений, применения экспертных оценок, ранжирования и изучения корреляции показателей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести изучение и прогнозирование современного рынка фарша рыбного мороженого для дошкольного и школьного питания, ранжирование показателей потребительских предпочтений;
- разработать матрицу потребительских требований по фаршу рыбному мороженому для дошкольного и школьного питания с применением разработанных шкал оценки интенсивности и приемлемости органолептических свойств и результатов исследования корреляционной зависимости между органолептическими показателями, общим химическим и сырьевым составом, физико-химическими и структурно-механическими свойствами;
- разработать дерево показателей качества и безопасности фарша рыбного мороженого для дошкольного и школьного питания и предложения по обеспечению ожидаемого качества продукции;
- сформулировать квалиметрическую модель прогнозирования показателей качества и безопасности фарша рыбного мороженого для дошкольного и школьного питания;
- провести практическую реализацию результатов квалиметрического прогнозирования на примере разработки фарша из сиговых видов рыб мороженный для дошкольного и школьного питания и разработать техническую документацию на новый вид продукта.

Фаршевая продукция относительно недорогая по сравнению с другими видами рыбных полуфабрикатов, и ее производство дает возможность расширения ассортимента одновременно с созданием продуктов с заданными вкусовыми и биологическими характеристиками. Производство разнообразных продуктов из рыбного фарша нашло широкое распространение во всем мире. В нашей стране разработаны технологии приготовления рыбных фаршей с использованием различных добавок, обогащающих минеральный и витаминный состав рыбной продукции и повышающих их пищевую ценность. Однако использование этих технологий было направлено в основном на получение кормовой продукции для животных и медицинских препаратов. Поэтому разработка технологии получения рыбного фарша для детского и школьного питания является актуальной задачей.

К продуктам детского питания всегда предъявлялись особые требования, в частности к показателям качества и безопасности. Так в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» содержание белка в полуфабрикатах из рыбы должно быть не менее 16 г, а содержание жира от 1 до 11 г на 100 г продукта. К рыбам, которые соответствуют этим требованиям, относятся сиговые виды рыб. Указанные виды семейства сиговых отряда лососеобразных рыб являются ценным объектом промысла в водоемах России, главным образом бассейна северных рек [Лена, Колыма, Индигирка, Яна и др.]. Рыба нагуливается в естественных условиях, питается натуральным планктоном, в отличие от искусственно вскармливаемых рыб. Мышечная ткань сиговых рыб содержит до 25% белка и до 10% жира, богатого ПНЖК семейства ω -3. Данные виды широко используются в питании населения Северных регионов России. Традиционно сиговые виды рыб используют для производства слабосоленой, копченой продукции, балычных изделий, а также в качестве столовой рыбы для приготовления первых и вторых блюд. Промышленная переработка сиговых видов рыб в охлажденном или мороженом состоянии осуществляется ООО «Якутский Рыбзавод». С целью расширения ассортимента рыбной продукции для питания дошкольников и школьников планируется проведение данной исследовательской работы.

УДК 664.951.014:577.1

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КАЛЬМАРОВ

С. А. Михлай

ФГУП «ВНИРО», Москва

Формирование современного рынка продуктов питания, удовлетворяющих разнообразным запросам потребителей, невозможно без освоения и внедрения в переработку мало используемых, но ценных в пищевом отношении видов рыбы и нерыбных объектов промысла. При этом очень важно обеспечить производство продукции не только безопасной и высокого качества, но и имеющей высокие потребительские свойства, в том числе низкую себестоимость. Однако рациональное использование конкретного вида сырья возможно только при условии полной информации о месте и времени добычи, его пищевой и биологической ценности.

Перспективным, но мало используемым перерабатывающей отраслью сырьем, рекомендуемым для использования, в том числе в питании детей дошкольного и школьного возраста является кальмар.

Целью данной работы является определение показателей, характеризующих пищевую и биологическую ценность мяса кальмара.

Для оценки пищевой ценности кальмара нами были проведены исследования по изучению химического состава и аминокислотного состава белков мышечной ткани кальмара.

Результаты исследований химического состава показали, что мышечная ткань перуано-чилийского кальмара содержит от 15,9% до 19,2% белка, командорского – от 14,6% до 16,2%; новозеландского – от 17,8% до 19,2% и аргентинского – от 17,8% до 22,8%. Отмечено низкое содержание жира – не более 2,0%.

Таблица 1

Химический состав кальмара

Наименование образца	Содержание, %			
	влаги	белка	жира	зола
Кальмар перуано-чилийский (<i>Dosidicus gigas</i>)	77,9-82,6	15,9-19,2	0,4-1,2	1,4-2,5
Кальмар командорский (<i>Beryteuthis magister</i>)	82,4-83,7	14,6-16,2	0,8-1,8	1,5-1,8
Кальмар новозеландский (<i>Notodarus sloani</i>)	77,6-77,9	17,8-19,2	0,4-1,1	1,4-1,6
Кальмар аргентинский (<i>Illex argentinus</i>)	76,5-77,3	17,8-22,8	0,6-2,0	1,1-1,8

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КАЛЬМАРА

Аминокислоты	СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТЫ, г/100 г БЕЛКА				
	КОМАНДОРСКИЙ	ПЕРУАНО-ЧИЛИЙСКИЙ	АРГЕНТИНСКИЙ	НОВОЗЕЛАНДСКИЙ	ЭТАЛОН ФАО/ВОЗ 1985 г
изолейцин	4,03	3,85	4,23	4,06	2,8
лейцин	7,31	6,86	8,10	7,63	6,6
лизин	7,67	7,07	8,83	8,64	5,8
метионин+	3,26	3,28	3,02	3,20	2,5
цистин					
фенилаланин+	6,51	6,10	6,76	6,58	6,3
тирозин					
треонин	3,72	3,50	4,36	4,23	3,4
валин	3,85	3,55	4,31	4,25	3,5
триптофан	1,00	1,00	1,00	1,00	1,1
Сумма незаменимых аминокислот	37,35	35,21	40,61	39,59	32,0
Заменимые					
аспарагиновая кислота	8,36	7,90	9,58	9,31	
серин	2,76	2,78	4,65	4,99	
глутаминовая кислота	13,52	13,00	15,86	15,70	
пролин	2,77	2,60	2,91	5,12	
глицин	3,40	3,05	3,43	3,82	
аланин	4,32	4,00	4,83	3,34	
гистидин	1,97	1,93	1,91	1,49	
аргинин	6,40	5,75	6,81	6,75	

Результаты исследования аминокислотного состава показали, что белки кальмара содержат все незаменимые аминокислоты: лейцин, изолейцин, валин, метионин, цистин, лизин, фенилаланин, тирозин, треонин и триптофан, суммарное количество которых составляет 37,35% белка командорского кальмара; 35,21% белка перуано-чилийского кальмара; 40,61% - аргентинского и 39,59% белка новозеландского кальмара.

Отмечено высокое содержание таких аминокислот, как лейцин – от 6,86 до 8,10% и лизин – от 7,07 до 8,83%. Количество треонина, фенилаланина+тирозина, валина очень близко к эталонному значению, рекомендуемому ФАО/ВОЗ.

Скор практически всех незаменимых аминокислот значительно превышает 100%, что свидетельствует о высокой биологической ценности белков. Исключение составляет скор фенилаланина в сумме с тирозином для перуано-чилийского кальмара и триптофана для всех видов кальмаров.

Аминокислотный скор белков кальмара, %

Незаменимые аминокислоты	Командор- ский	Перуано- чилийский	Аргентинский	Новозеландский
Изолейцин	144	138	151	145
Лейцин	110	104	122	115
Лизин	132	122	152	148
Метионин + цистин	130	131	120	128
Фенилаланин+ тирозин	103	97	107	104
Треонин	109	103	128	124
Валин	110	101	123	121
Триптофан	90	90	90	90

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой биологической ценности кальмара, что делает его перспективным сырьем для производства полноценных по содержанию незаменимых аминокислот продуктов, в том числе для питания детей.

УДК 664.959.2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОРМОВОГО БЕЛКОВОГО ПРОДУКТА ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБ ФЕРМЕНТАТИВНЫМ СПОСОБОМ

Н. П. Боева, А. Г. Мосейчук

ФГУП «ВНИРО», Москва

Традиционно основным сырьем для выработки кормовой продукции служат некондиционная из-за механических повреждений рыба, прилов и отходы от производства пищевой продукции. С развитием техники и технологии переработки рыбы на пищевую продукцию доля некондиционного сырья и прилова, направляемого на производство кормовой продукции, несколько уменьшилась в связи с существующей практикой выбрасывания рыбаками прилова за борт. По данным многих исследователей именно разработка комплексных ресурсосберегающих технологий переработки гидробионтов промыслового значения с утилизацией отходов от их разделки может способствовать существенному росту доходов отрасли. В зависимости от вида производства и способа разделки сырья образуется от 20 до 60 % отходов гидробионтов, направляемых на получение кормовой муки, белковых концентратов и гидролизатов и др.

Анализ данных по отходам при разделке лососевых рыб на потрошеную обезглавленную и на филе с кожей показал, что при разделке рыбы на филе образуется в

среднем до 35% отходов от массы рыбы, что вызывает необходимость разработки технологии по их переработке. В качестве объектов исследования служили отходы от переработки на пищевую продукцию кеты, горбуши, кижуча.

Согласно полученным данным общего химического состава, содержание протеина в отходах тихоокеанских лососей довольно высокое (до 16,2%), что позволяет считать их перспективным сырьем для производства кормовых продуктов.

В настоящее время отмечается значительный недостаток высококачественных отечественных кормов с функционально–заданными свойствами и повышенной усвояемостью для различных животных, птиц, рыб. Применение ферментных препаратов в рыбоперерабатывающей промышленности является одним из эффективных и перспективных путей увеличения производства кормовых продуктов функционального назначения, повышения их качества и биологической ценности.

Биотехнология дает возможность максимально использовать уникальный химический состав водных биологических ресурсов, обеспечивая внедрение ресурсосберегающих технологий, получение широкого ассортимента продуктов их переработки для развития других отраслей народного хозяйства, а также способствует развитию береговой рыбоперерабатывающей инфраструктуры, рыбопромысловых судов нового поколения, увеличению рабочих мест, производству продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Выбор ферментов для гидролиза сырья определяется поставленной задачей (глубина гидролиза, состав продуктов реакции), свойствами сырья и возможными параметрами процесса гидролиза в рамках конкретной технологии. Результаты исследований показали, что наиболее эффективными для проведения процесса ферментирования отходов лососевых рыб являются ферменты флавозим и протосубтилин ГЗх, т.к. в ферментализате отмечается высокое содержание белкового (до 63% от общего азота) и полипептидного азота (до 36,6% от небелкового азота).

В ходе проведенных исследований рациональным был разработан режим ферментации отходов лососевых рыб, при котором продолжительность ферментации составляет 20 минут, температура 43-47°C и массовая доля вносимого фермента – 0,05% от массы сырья. Достоверность выбранного режима подтверждается исследованиями по глубине гидролиза, которая составляет 22,6%, что соответствует требованиям рыбоводов к белковым продуктам для стартовых кормов.

Для получения сухого кормового продукта проводился процесс сушки ферментированных отходов переработки лососевых рыб. К основным факторам, влияющим на интенсивность процесса сушки, относятся исходная влажность сырья, толщина слоя, температура и продолжительность. На основании результатов проведенных исследований для

сушки ферментированных отходов лососевых рыб был выбран способ прямой сушки под вакуумом при параметрах: температура 80°C, толщина слоя 2-3мм, продолжительность сушки 80 мин, выход сухого продукта 26,3%.

В высушенных ферментированных отходах переработки лососевых рыб следует отметить среднее содержание белка (до 50,8%) и высокое содержание белкового азота (57,5%), что говорит об их высокой кормовой ценности.

Качество и безопасность кормовых продуктов из гидробионтов регламентируются ГОСТ 2116–2000 и ВетПиН 13-5-01/0101 и определяются совокупностью таких показателей, как качественное состояние белковых веществ и липидов (кислотное, перекисное числа, содержание оксикислот), содержание хлорорганических пестицидов и токсичных элементов, микробиологическая обсемененность, наличие сторонних примесей и др. Исходя из этого проводились исследования качественного состояния липидов высушенных ферментированных отходов переработки лососевых рыб: кислотное число 19,0 мг КОН/г, перекисное число 0,96 %I₂, оксикислоты 7,6%. Следовательно, качество липидов высушенных ферментированных отходов переработки лососевых рыб по показателям кислотного числа и содержанию оксикислот отвечает требованиям ВетПиН 13-5-01/0101 (ГОСТ 2116–2000).

Микробиологические показатели высушенных ферментированных отходов переработки лососевых рыб соответствуют требованиям ВетПиН 13-5-01/0101 – КМАФАнМ составляет 3×10^2 КОЕ в 1,0 г, БГКП и патогенной микрофлоры не обнаружено.

Полученные данные по содержанию хлорорганических пестицидов и токсичных элементов в высушенных ферментированных отходах переработки лососевых рыб свидетельствуют о практическом отсутствии пестицидов и тяжелых металлов в ферментированных отходах переработки лососевых рыб и полностью отвечают требованиям ВетПиН 13-5-01/0101.

Таким образом, полученный продукт по показателям качества и безопасности может быть рекомендован как белковый компонент корма для сельскохозяйственных животных, птиц и рыб.

НАУЧНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ СОСТАВЛЯЮЩЕГО КОМПОНЕНТА ГЕЛЕОБРАЗУЮЩЕЙ ЗАЛИВКИ

И. И. Пархутова

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток

В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост производства продуктов питания, однако такой рост не всегда в состоянии подтвердиться полноценной сырьевой базой. В рыбной промышленности эта задача решается путём расширения ассортимента, повышения качества продукции, внедрения новых технологий производства, разрабатываются продукты функционального назначения (ГОСТР 52349-2005). При исследовании таких продуктов особое внимание уделяется не только свойствам входящих в состав ингредиентов, но и жидкой фазе - одним из направлений в решении этой задачи является производство изделий с использованием гелеобразующих заливок.

Цель данного исследования - научно-экспериментальное обоснование использования агара и альгината натрия в качестве составляющей структурорегулирующей композиции гелеобразующей заливки на основе рыбного бульона

В ходе исследования ставились задачи изучения их гелеобразующих свойств термотропных гелей приготовленных на основе рыбного бульона с применением различных структурообразователей, сравнении и термообратимости.

При исследовании гелеобразующей способности рыбных бульонов было установлено, что бульоны независимо от вида сырья начинают образовывать слабые гели при концентрации сухих веществ выше 5%. Однако, эти гели обладают низкой температурой плавления – 8-12°C, поэтому их самостоятельное применение в производстве гелеобразующих заливок невозможно. Применение рыбного бульона обуславливается необходимостью получения гелеобразующей заливки с нежной консистенцией, а так же повышением пищевой ценности готового геля за счёт водорастворимых белков, содержащихся в бульоне. Рыбный бульон необходимо применять с концентрацией сухих веществ не менее 3,0% и не более 8,0%. При применении желатина и каррагинана не удавалось получить гели с высокой температурой плавления и хорошими органолептическими свойствами. Использование в качестве одного из гелеобразующих компонентов агара позволяет получить гель с высокой температурой плавления – от 30 до 34°C, введение альгината натрия позволяет получить гель с хорошими структурно-

механическими свойствами – мягкой, нежной, пластичной консистенцией. Кроме того, применение агара и альгината натрия позволяет получить продукт с профилактическими свойствами: обволакивающие свойства агара являются полезными для лечения изжоги, нормализует пищеварение, способствует обмену веществ и выведению из организма тяжелых металлов, облегчает работу печени, полезен для щитовидной железы, разбухающие вещества сырья действуют как мягкое слабительное средство. Агар содержит кальций, магний, железо, медь, витамины Е, К и В5, цинк [www.alganika.ru]. Использование альгината натрия в дозе 15-20 мг/кг в сутки (при среднем весе человека 70 кг, это составит 1,05-1,40 г) способствует выводу из организма тяжёлых металлов [Османов И.М. и др., 1999].

Многие высокомолекулярные соединения относят к тиксотропным системам, реологические свойства которых определяются не только скоростью сдвига, но и продолжительностью сдвига. Такое поведение тиксотропной системы принято называть гистерезисом, а реограмму, отражающую эти процессы — «петлей гистерезиса». Ширина «петли гистерезиса» может служить относительной оценкой степени структурообразовательных процессов в дисперсной системе [Мачихин, 1981; Ляпунов, 2001; Кузнецов и др., 2005].

Результаты экспериментов представлены на рис. 1 – 3

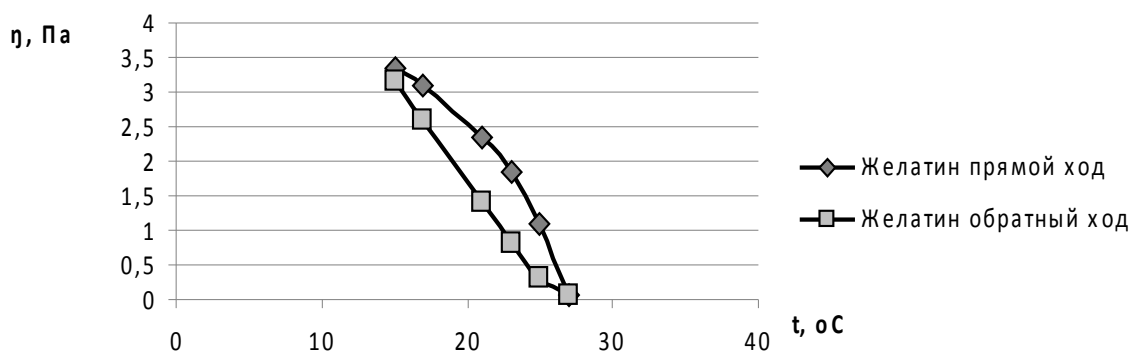


Рис.1. Петля гистерезиса 4%-ного геля желатина

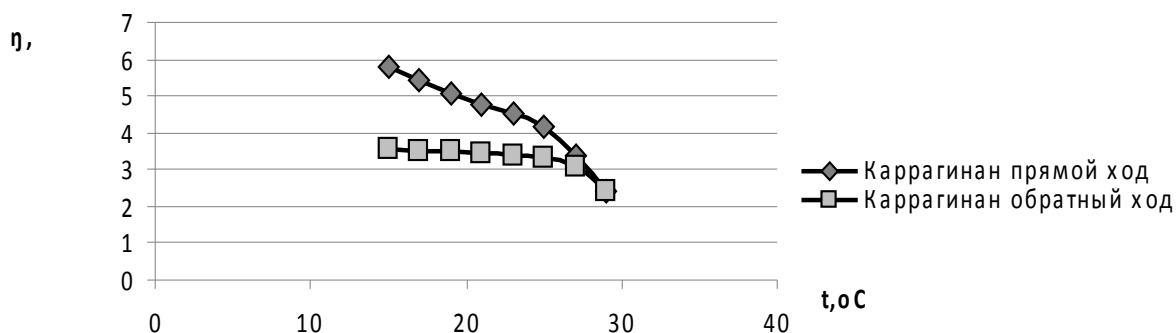


Рис. 2. Петля гистерезиса 0,5%-ного геля каррагинана

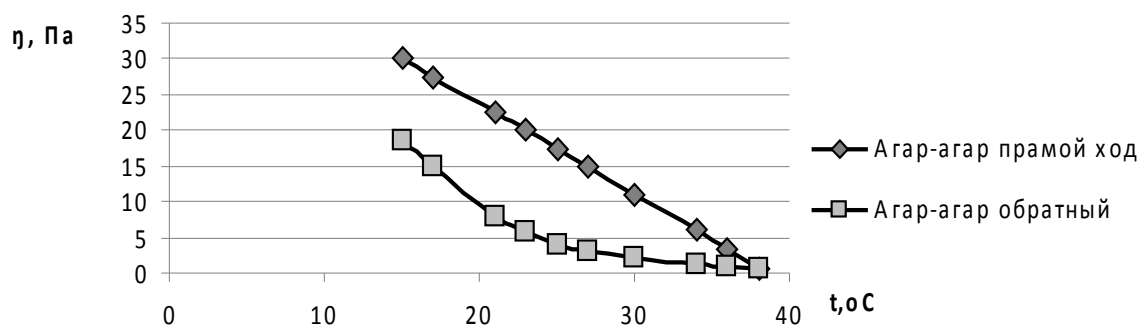


Рис. 3. Петля гистерезиса 0,8%-ного геля агар-агара

Как видно из графиков, представленных на рис. 1-3, наилучшую тиксотропию проявляет гель с использованием желатина, после нагревания он быстро и практически 100%-но восстанавливает свою структуру. Гели каррагинана, так же проявляют хорошую степень тиксотропии. Они устойчивы к многократному нагреванию и могут быть использованы в соответствующих технологиях. Тиксотропные свойства агаровых гелей значительно хуже чем у желатина и каррагинана, они способны восстанавливать свою структуру без существенных изменений упругоэластических свойств 2-4 раза, в дальнейшем наблюдается их значительное ослабление. Данное свойство является положительным фактором в технологиях производства кулинарной продукции - изготовленные на основе агаровых гелей изделия подвергаются термической обработке один раз, следовательно, максимально полно сохраняет свои питательные свойства. К тому же температуры плавления агарового геля выше, чем у желатина и каррагинана, что позволяет его использовать в более широком спектре технологических решений.

По результатам исследований разработан многокомпонентный структурообразователь рыбный бульон – агар – альгинат натрия, позволяющий получить гель с хорошими реологическими свойствами – пластичный и упругий. Температура плавления геля составляет 30-34⁰С, что является достаточно высокой для данного вида продукции. Полученный гель обладает диетическими, обусловленными низкой калорийностью рыбного бульона, и профилактическими, обусловленными применением агара и альгината натрия, свойствами.

Литература

1. **Альгинаты**, агар-агар и их место в пищевой промышленности [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http:// www.alganika.ru](http://www.alganika.ru) свободный
2. **ГОСТР 52349-2005**. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения.
3. **Кузнецов О.А.** Реология пищевых масс: Учебное пособие / О.А.Кузнецов, Е.В.Волошин, Р.Ф.Сагитов – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 106с.
4. **Ляпунов А. Н., Воловик Н. В.** Создание мягких лекарственных средств на различных

основах. Сообщение 2. Исследование реологических свойств гелей, образованных карбомерами // Фармаком.— 2001.— № 2.— С. 52–61.

5. **Мачихин Ю.А.** Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А.Мачихин, С.А.Махичин. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.— 216 с.
6. **Способ** лечения нефропатий в экологически неблагоприятных условиях у детей: патент РФ 2139713 / Игнатова М.С., Османов И.М., Харина Е.А., Длин В.В., Аксенова Н.В., Юрьева Э.А., Алексеева Н.В. - Б.И. - 1999. - № 29.

УДК 639.223:664.951.022.12.2

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОМЫСЛА АРКТО-НОРВЕЖСКОЙ ТРЕСКИ И ПИКШИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕВОДНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

М. А. Пенкин; Е. Н. Харенко

ФГУП «ВНИРО», Москва

Для определения фактического вылова определенных биоресурсов, добываемых в морских условиях, когда отсутствует возможность взвешивания уловов, в мировой практике используются показатели технологического нормирования, в т.ч. переводные коэффициенты, или коэффициенты расхода сырья. Расчет сырья производится обратным счетом от готовой продукции путем умножения количества продукции на соответствующий переводной коэффициент (ПК).

Для регулирования объектов промысла Баренцева и Норвежского морей, в частности трески и пикши, используются переводные коэффициенты, утвержденные в 1995 г. [Сборник законодательных и нормативных актов в области рыболовства в водах Норвегии, Фарер и района действия конвенции СВА» (АО «Севрыба», Мурманск, 1995 г.]. Решениями сессий Смешанной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству данные коэффициенты продлеваются без корректировок уже 15 лет.

За этот период времени изменилась сырьевая база, добывающее и перерабатывающее оборудование, совершенствовались виды и способы разделки и замораживания, что приводит к более экономному расходу сырья и требует изменений по переводным коэффициентам.

Для решения данной проблемы ФГУП «ВНИРО» совместно с ФГУП «ПИНРО» и норвежскими специалистами с 2007 г. были проведены специализированные опытно-контрольные работы (ОКР) в Смежном участке и Норвежской экономической зоне.

В Смежном участке в летний и осенний сезоны, в Норвежской экономической зоне в зимний сезон. На основании результатов исследований были получены новые переводные коэффициенты на определенные виды разделки трески и пикши.

По данным «Центра системы мониторинга рыболовства и связи» выпуск продукции потрошеной обезглавленной из этих видов рыб составляет порядка 40 % от российской квоты. Данные базовые позиции были рассмотрены в качестве примера. По результатам ОКР установлено, что новый усредненный переводной коэффициент на мороженую продукцию из трески потрошеной обезглавленной составляет 1,75, по сравнению с действующим 1,8. Одновременно выявлено, что в зависимости от районов и сезонов промысла изменяется физиологическое состояние рыбы, что также сказывается на величине переводных коэффициентов, но не учитывается в настоящее время. Так в зимний сезон в Норвежской экономической зоне треска нерестовая, в связи с чем увеличивается масса гонад и печени, что ведет к увеличению отходов при разделки до 5,7 %, и переводной коэффициент на треску потрошеную обезглавленную составляет 1,78. В летний сезон в Смежном участке треска посленерестовая и нагульная, переводной коэффициент равен 1,59. В осенний сезон в Смежном участке, когда треска нагульная и преднерестовая, переводной коэффициент составляет 1,69.

Нами был проведен анализ переводных коэффициентов и выработки продукции из трески потрошеной без головы (табл.1). В расчетах условно принято, что на выработку данной продукции было направлено 40% уловов.

Таблица 1.

Сравнительные данные по выработке продукции при использовании различных переводных коэффициентов на примере трески потрошеной без головы

Показатели	Расчетные данные по выработке и стоимости продукции в зависимости от применяемых ПК		
	Действующий ПК 1,8	Новый ПК 1,75	Дифференцированные ПК ²⁾
Масса рыбы сырца, тонн ¹⁾	88 840	88 840	88 840
Масса продукции, тонн	49 356	50 766	52 784
Стоимость продукции, тыс. руб.	3 751 022	3 858 194	4 011 593

Примечание:

¹⁾ 40% Российской квоты на 2009 год.

²⁾ летний (май-август) - 1,59; осенний (сентябрь-декабрь) - 1,69; зимний (январь-апрель) – 1,78

Приведенные данные свидетельствуют, что применение дифференцированных по районам и сезонам лова трески переводных коэффициентов фактически позволяют выработать больше продукции из выделенной квоты, чем при использовании действующих коэффициентов. Это соответственно увеличивает выручку от готовой продукции на 260 571 тыс. руб.

Существенное увеличение запасов трески, отмеченное в Протоколе 38 сессии СРНК по рыболовству (п. 5.1), возможно также обусловлено тем, что при использовании существующих переводных коэффициентов рыбаки не выбирают квоту в полной мере.

Также проведены сопоставительные расчеты массы трески-сырца и готовой продукции - трески потрошенной без головы при использовании различных переводных коэффициентов (табл.2).

Таблица 2.

Сравнительные данные массы трески-сырца и готовой продукции - трески потрошенной без головы при использовании различных переводных коэффициентов

Показатели	Действующий ПК 1,8	Новый ПК 1,75	Дифференцированные ПК ¹⁾
Масса продукции, тонн	41 360	41 360	41 360
Масса рыбы сырца, тонн	74 448	72 380	69 761

Примечание:

¹⁾ летний (май-август) - 1,59; осенний (сентябрь-декабрь) - 1,69; зимний (январь-апрель) – 1,78

Так, при использовании действующих коэффициентов, для производства 41 360 т продукции необходимо затратить 74 448 т рыбы-сырца. При использовании же дифференцированных по сезонам переводных коэффициентов на производство того же количества продукции необходимо затратить 69 761 т рыбы-сырца, что на 4 687 т меньше чем при применении действующих коэффициентов. Следовательно, применение дифференцированных ПК позволяет сохранять запасы биоресурсов.

Таким образом использование дифференцированных переводных коэффициентов по районам и сезонам лова на продукцию из трески и пикши позволит снизить негативные экономические последствия для российских промышленников. Одновременно это позволит более достоверно рассчитывать объемы вылова морских биоресурсов, и, как следствие, обеспечит их сохранение.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ИКРЫ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ В ПОЛИМЕРНОЙ БАРЬЕРНОЙ УПАКОВКЕ В ХРАНЕНИИ

Н. А. Платонова

ФГУП «ВНИРО», Москва

Икра лососевых рыб - это высокоценный деликатесный продукт, обладающий огромной пищевой и биологической ценностью.

Известно, что качество икры при хранении зависит от многих факторов, в том числе от вида тары и упаковки.

В настоящее время на российском рынке появился новый вид упаковки, обладающий барьерными свойствами. Регулируемые сроки хранения продукции достигаются за счет 3-слойной стенки тары, содержащей барьерный слой, защищающий от проникновения кислорода. Данная упаковка подходит для стерилизации и пастеризации, в ней можно хранить в замороженном состоянии, поскольку диапазон разрешенных температур составляет от минус 40 до плюс 140°C. Кроме того, возможно обеспечение защиты от ультрафиолетовых лучей, возможно нанесение лазерной маркировки и использование 3 типов укупорки: стандартной запайки в среде окружающего воздуха, запайки после вакуумирования и запайки в модифицированной газовой среде.

В связи с выше сказанным актуальность и своевременность проведения работ по исследованию качества икры лососевых рыб в полимерной барьерной упаковке не вызывает сомнения.

Цель исследований - совершенствование и обоснование технологии хранения зернистой икры лососевых рыб в полимерной таре.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- 1 исследовать изменение микробиологических и физико-химических показателей икры лососевых рыб в полимерной барьерной упаковке в процессе хранения при температуре минус 4 - минус 6°C;
- 2 обосновать оптимальные сроки годности икры в полимерной таре при температуре минус 4 - минус 6°C.

Объектами исследований служили образцы икры горбуши, заготовленные по ГОСТ

1629-97 со смесью сорбиновой кислоты и бензоата натрия. В качестве упаковки для икры использовали полимерные барьерные банки объемом 135 г, разработанные и изготовленные ЗАО «Мир упаковки» и разрешенные для контакта с рыбной продукцией. Образцы икры перефасовывали из куботейнера по ТУ 9264-139-00472124-09 и хранили при температуре минус 4 – минус 6 °С.

Сроки годности устанавливали в соответствии с методическими указаниями Госсанэпиднадзора РФ «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» (МУК 4.2.1847-04).

Отбор проб, подготовку средней пробы и определение показателей качества и безопасности проводили стандартными методами исследований.

Изменение показателей качества икры при хранении характеризовали по изменению и значений показателей степени гидролиза и окисления липидов - кислотного и перекисного чисел.

Органолептическую оценку проводили в процессе хранения с привлечением не менее двух экспертов в области сертификации рыбы, нерыбных объектов промысла и продуктов, вырабатываемых из них.

Исходная микробная обсемененность колебалась от $4,9 \times 10^1$ КОЕ/г (в полимерной барьерной таре) до $3,7 \times 10^2$ (в стеклобанке). Через 13 месяцев хранения общая микробная обсемененность не превышала $1,7 \times 10^2$ КОЕ/г в барьерной банке и $1,6 \times 10^2$ КОЕ/г – в стеклобанке.

При этом было отмечено, что кислотное число в образцах икры, упакованных в полимерную барьерную банку и хранившихся при минусовых температурных режимах, колебалось от 5,7 до 6,2 мг КОН/г жира, в то время как в икре, расфасованной в стеклобанку, оно составило 8,0 мг КОН/г жира, что на 37 % выше, чем в барьерной банке.

Изменение значений перекисного числа не имело определенной закономерности, поэтому не представляется возможным использование данного показателя для характеристики окислительной порчи продукта.

В результате исследований установлено, что во всех исследованных образцах, в опыте и контроле на протяжении всего периода испытаний – 13,5 месяцев отсутствовали бактерии группы кишечной палочки, бактерии рода *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, сульфитредуцирующие клостридии, а также дрожжи и плесневые грибы в 0,01, 0,1 и 1,0 г продукта. Микробиальная обсемененность икры оставалась стабильной на протяжении испытаний и к 13-му месяцу хранения составляла $1,5 \times 10^2$ КОЕ в 1 г.

В процессе хранения икринки оставались упругими, со слегка влажной поверхностью, отделяющимися одна от другой. Запах и вкус икры - приятные, свойственные данному виду продукта, порочащие признаки не выявлены. Члены дегустационного совета отмечали, что вкусовая гамма в первые месяцы хранения образцов икры в стеклбанке и барьерной банке не различалась, в то время как в конце хранения икра в стеклбанке уступала по вкусу икре в полимерной барьерной банке.

Таким образом, результаты микробиологических, физико-химических и органолептических исследований свидетельствуют о том, что качество икры в полимерной барьерной упаковке, хранившейся при температуре минус 4 – минус 6 °С, соответствует требованиям ГОСТ 1629-97 и СанПиН 2.3.2.1078-01 на протяжении всего периода испытаний.

Качество икры в полимерной барьерной банке сохраняется лучше, чем в стеклбанке. Полученные данные позволяют сделать заключение, что фасование икры лососевой зернистой в полимерную барьерную банку позволяет сохранять ее не менее 12 месяцев при температуре минус 4 – минус 6 °С. Исследования продолжаются.

УДК 639.3.043.2

НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ

А. М. Сытов

ФГУП «ВНИРО», Москва

Аквакультура является важнейшей составляющей рыбохозяйственного сектора экономики. Интенсивное развитие этого направления – одна из основных задач, определенная «Концепцией развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года» [2].

В последние годы наблюдается неуклонный рост мировой и национальной аквакультуры в общем балансе производства рыбной продукции. Культивированию водных биоресурсов отводится первостепенная роль, что указывает на необходимость развития существующих возможностей внутренних водоемов и учет общемировых тенденций перехода от промысла к аквакультуре [4].

Развитие аквакультуры основывается на широком использовании комбикормов, к качеству которых предъявляются особые требования. Это ставит задачу проведения исследований по кормопроизводству.

В товарном рыбоводстве главной задачей является обеспечение максимального выхода рыбной продукции в наиболее короткие сроки. Это значит, что необходимо иметь такие корма, энергия которых в максимальной мере обеспечивала бы пластический обмен у рыб. Решение данной задачи осуществляется на основании знаний пищевых потребностей рыб. Однако не только состав кормов и их качество обеспечивают использование трансформированных веществ и энергии на рост рыб. Скорость роста обуславливается целым рядом биологических, экологических, физиологических и биохимических особенностей рыб. Наряду с пищевыми потребностями рыб необходимо знать особенности разводимых объектов, оптимальные условия их развития, потенциальные возможности роста, закономерности трансформации питательных веществ в организме [3].

Особенно сложной и важной является проблема белкового питания. Каждый объект выращивания, исходя из биологических особенностей, для своего нормального существования требует определенного количества и соотношения полноценного белка, жира, углеводов и минеральных веществ. В отличие от аналогичной продукции для сельскохозяйственных животных комбикорма для рыб должны содержать повышенный уровень этих компонентов. Потребность рыб в белках значительно выше, чем у теплокровных животных. В состав рыбных кормов входят разнообразные компоненты животного и растительного происхождения, а также витаминно-минеральные смеси и специальные добавки.

Если для растительноядных рыб обеспечение белками в основном осуществляется за счет введения в кормовые рационы растительных компонентов и продуктов микробного синтеза, то хищным рыбам (осетровые, лососевые рыбы) требуются дефицитные животные белки.

Использование высокобелковых компонентов в виде шротов масличных культур, бобовых растений, кормовых дрожжей различной природы при сочетании с зерновыми культурами (пшеницей, овсом, ячменем) позволяет балансировать и создавать дешевые и полноценные рационы для рыб разных возрастов. Научно обоснованное применение витаминных, минеральных и ферментных препаратов в сочетании с другими биологически активными веществами позволяет значительно повысить эффективность кормления за счет увеличения доступности и переваримости питательных веществ корма [1].

Однако при производстве кормов для рыб поиск новых видов сырья— источников питательных веществ и биологически активных препаратов продолжает оставаться актуальным. Важной экономической и экологической задачей является поиск способов

рационального использования отходов переработки водных биоресурсов.

Анализ литературных источников показал возможность использования новых кормовых компонентов аквакультурного происхождения - овариальной жидкости осетровых рыб в составе комбикормов (стартовых и продукционных) для ценных видов рыб.

Качество комбикормов напрямую зависит от качества исходного сырья и компонентов, а наряду со сбалансированностью это оказывает влияние на эффективность кормов. Анализ физико-химических и биологических свойств овариальной жидкости осетровых рыб показал высокую степень пригодности в кормопроизводстве. Так, содержание белка в сухих порошках овариальной жидкости составляет от 21,5 до 41,4%, содержание жира - от 1,8 до 4,8%. Белок представлен полноценным аминокислотным составом. Установлено присутствие в овариальной жидкости широкого спектра минеральных веществ и высокое содержание водорастворимых витаминов С и группы В [5].

Овариальная жидкость сопровождает икринки при прижизненной операции получения икры осетровых рыб V стадии зрелости, готовой к оплодотворению. Получение различных форм овариальной жидкости (жидкой формы, сухих концентратов, гидролизатов, ультрафильтрационных концентратов и др.) и использование их в качестве кормового компонента не только повышает питательную ценность, но и позволит повысить усвояемость осетровыми рыбами стартовых и продукционных кормов с этой добавкой, поскольку с точки зрения науки размножение - это звено жизненного цикла, обеспечивающее во взаимосвязи с другими звеньями воспроизводство популяции и сохранение вида. Способы нереста связаны с приспособлением рыб к определенным условиям размножения и развития молоди, с образом жизни рыб и отражают основные экологические моменты эмбрионального периода и главные черты всех остальных периодов жизни.

Использование овариальной жидкости (сырца и сухих концентратов) позволит решить такие задачи, как: применение в кормопроизводстве вторичного сырья (овариальной жидкости) от объектов аквакультуры в жидком и сухом виде; замена (полная или частичная) дорогостоящей рыбной муки; получение белково-минеральной добавки, которой является высушенная овариальная жидкость осетровых рыб, обладающая сбалансированностью по аминокислотному составу и высокой питательностью; формирование легкоусвояемых высокопитательных малокомпонентных рецептур комбикормов для особо ценных и ценных видов водных биоресурсов.

Для решения вышеизложенных задач необходимо провести исследования по

следующим направлениям:

- разработка технологии получения кормового компонента из овариальной жидкости осетровых рыб;
- изучение кормовой и биологической ценности овариальной жидкости осетровых рыб в сравнении с другими сырьевыми компонентами для кормопроизводства;
- определение химического состава, переваримости, эффективности использования овариальной жидкости осетровых рыб различных форм, изучение специфических свойств нового сырья;
- создание базы для компьютерных расчетов сбалансированных рецептур комбикормов с использованием различных форм овариальной жидкости осетровых рыб;
- разработка норм ввода овариальной жидкости в комбикорма;
- разработка физиолого-биохимических и методических основ создания рецептур комбикормов для различных видов рыб и технологии их применения;
- разработка составов и расширение ассортимента стартовых комбикормов для молоди рыб.

Успешное развитие интенсивных форм рыбоводства и последовательное повышение его эффективности наряду с решением технических проблем требует серьезного внимания к процессу кормления и использования полноценных и экономически выгодных кормов для всех возрастных групп разводимых рыб. Решению этой задачи способствуют исследования объектов рыбоводства, их пищевых потребностей, особенностей пищеварения, состава и питательности используемых кормов, поиск новых эффективных кормовых компонентов, методов оценки питательности кормов, режимов и норм кормления.

Литература

1. **Гамыгин Е.А., Скляр В.Я., Турецкий В.И., Лысенко В.Я.** Комбикорма для рыб // М.: Агропромиздат, 1982. – 168 с.
2. **Концепция** развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года// Распоряжение Правительства Российской Федерации, № 1265-р, 02.09.2003.
3. **Пономарев С.В., Пономарева Е.Н.** Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях: Моногр. / Астрахан.гос.техн.ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003. 188 с.
4. **Стратегия** развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года// Рыбоводство, 2007, № 3-4. – С.14-15.
5. **Сытова М.В., Харенко Е.Н.** Новые источники сырья в аквакультуре

осетровых рыб // Материалы VI международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество», Калининград, 2007. - С. 119-121.

УДК 664.951.014:577.115

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ НЕКОТОРЫХ НЕДОИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛА РАЙОНА КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

А. К. Хамзина

ФГУП «ВНИРО», Москва

Рыба - один из важнейших источников питания человека, её используют не только для приготовления широкого ассортимента пищевых продуктов, но и для получения ряда ценных лечебных, кормовых и технических продуктов. Для выбора рациональных способов технологической обработки рыбных и нерыбных объектов промысла необходимо изучить техно-химические характеристики мышечной ткани, частей и органов объектов, пищевую ценность, а также наличие биологически активных веществ.

Особый интерес в объектах промысла представляют липиды рыб. Липиды являются источником жирорастворимых витаминов, фосфолипидов, в том числе лецитина, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе, эссенциальные - линолевая, линоленовая и арахидоновая, имеют высокую биологическую активность, нормализуют жировой и холестеринный обмен, а также регулируют процессы тромбообразования.

Цель работы - исследовать безопасность, пищевую ценность и техно-химические характеристики малоизученных, недоиспользуемых объектов промысла района Курильских островов для обоснования рекомендаций по их переработке.

Объекты исследований: бычок мягкий, бычок шлемоносный, белобрюхий получешуйник, получешуйник Гилберта, керчак, зайцеголовый терпуг, внутренности кальмара командорского, многоиглый керчак, осьминог Гилберта, полярная акула, скат пятнистый, скат алеутский, скат щитоносный, триглопс большеглазый.

Методы исследований. Массовую долю белка определяли по методу Кьельдаля на автоматическом азотоанализаторе Foss Tecator 2300. Липиды выделяли по методу Bligh, Dyer. Метилирование проводили метиловым спиртом в присутствии хлористого ацетила (25%-ный хлористый водород в метаноле). Жирные кислоты в виде метиловых эфиров

(МЭЖК) анализировали на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором на кварцевой капиллярной колонке (25m x 0.32mm x 0.25 μ m) со стационарной фазой FFAP. Разделение смеси проводили в режиме программирования температуры от 200 до 240 °С со скоростью газа-носителя (азота) – 2 мл /мин.

Идентификацию компонентов осуществляли на основе сравнения полученных данных по удерживанию с предварительно рассчитанными значениями величин относительного удерживания и эквивалентных длин цепи стандартных метиловых эфиров жирных кислот, полученных для указанных колонок в аналогичных условиях анализа. Количественное соотношение МЭЖК определяли с помощью интегратора по методу нормирования площадей.

Токсичные элементы анализировали по ГОСТ 26929-94, ГОСТ 30178-96, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26927-86, хлорорганические пестициды - по МУ под ред. М.А.Клисенко, 1992 г., полихлорированные бифенилы – по МУК 4.1.1023-01.

Результаты исследований. Результаты определения химического состава показали, что печень ската алеутского и акулы полярной содержат около 55% липидов, а печень ската пятнистого и внутренности кальмара – около 33%. Исследованные образцы жира соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 по содержанию токсичных элементов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов.

Липиды исследованных объектов представлены в основном мононенасыщенными жирными кислотами: 50,3% - в липидах внутренностей кальмара, 56-64% - в печени ската и 77,8% - в печени акулы; насыщенными: 9,4% - в липидах акулы, 21-26% - в липидах внутренностей кальмара и печени ската и всего 9% - в липидах акулы, а также полиненасыщенными кислотами. Самая высокая доля полиненасыщенных жирных кислот – около 27% отмечена в липидах внутренностей кальмара, в липидах ската пятнистого обнаружено около 19% ПНЖК, в то время как в липидах акулы и ската алеутского – 12-14%. Последние представлены в основном эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислотами. Доля линолевой кислоты не превышает 1,5%, а доля линоленовой и арахидоновой кислот в отдельности ниже 1%. Сумма эссенциальных кислот в липидах внутренностей кальмара не превышает 3%.

Высокое содержание липидов, а также высокая доля полиненасыщенных жирных кислот в печени акулы пятнистой, скатов алеутского и пятнистого, во внутренностях кальмара командорского свидетельствует о том, что эти объекты могут быть источником для получения биологически активных веществ. Данные исследований свидетельствуют о целесообразности более детального изучения липидных компонентов недоиспользуемых и новых объектов промысла.

УДК 595.384.2(268.45)

**К ВОПРОСУ О ПОЛОВОМ ДИМОРФИЗМЕ КАМЧАТСКОГО
КРАБА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ**

А. Л. Гончар

ФГУП «ВНИРО», Москва

Достоверно известно, что самцы и самки камчатского краба отличаются друг от друга по многим морфологическим признакам. Одним из признаков, используемых при идентификации пола краба, является строение abdomena. Однако это не единственный признак. Целью данной работы было выявление более тонких морфологических отличий между самками и самцами камчатского краба. Было исследовано 726 особей краба из ИЭЗ России Баренцева моря. У каждого краба были измерены длина карапакса (ДК), ширина карапакса (ШК), а также длина (ДМ) и ширина (ШМ) меруса второй ходильной конечности. Для выявления различий между самцами и самками камчатского краба были проанализированы соотношения измеренных величин (табл.1). Все измеренные параметры, как для самцов, так и для самок, имели нормальное распределение. Нормальность распределений была проверена критерием Шапиро-Уилка. Поскольку дисперсии измеренных величин были различны, для получения данных о статистической достоверности в различии средних был использован критерий Уэлча, так как он, в отличие от t-критерия Стьюдента, невосприимчив к неравным дисперсиям в выборках.

Таблица 1.

Соотношения размеров карапакса и меруса

	<i>ШК/ДК</i>	<i>ШК/ДМ</i>	<i>ШК/ШМ</i>	<i>ДК/ШМ</i>	<i>ДК/ДМ</i>	<i>ДМ/ШМ</i>
	<i>М</i>					
<i>самцы</i>	1,130393	1,255042	4,817633	4,27151	1,111922	3,851229
<i>самки</i>	1,092514	1,395145	5,002199	4,581823	1,278157	3,594497

Как видно из таблицы, основные отличия самок от самцов в следующем:

- Карапакс самцов более вытянут вдоль поперечной оси, чем у самок, карапакс самок более приближен к окружности.
- Самки более коротконогие, чем самцы.
- Самки более узконогие, чем самцы.

Кроме того, полученные данные могут быть использованы при необходимости восстановления размера карапакса по длине или ширине меруса. Были получены следующие зависимости:

$$\text{ШК}_{\sigma} = 1,030\text{ДМ}_{\sigma} + 24,472$$

$$\text{ШК}_{\sigma} = 3,548\text{ШМ}_{\sigma} + 36,132$$

$$\text{ШК}_{\varphi} = 1,311\text{ДМ}_{\varphi} + 7,396$$

$$\text{ШК}_{\varphi} = 3,133\text{ДМ}_{\varphi} + 45,322$$

При необходимости установить пол краба, имея данные только по размерам конечностей, можно, измерив длину и ширину меруса второй ходильной конечности и рассчитав их соотношение, с высокой долей вероятности предположить, к какому полу относился краб.

$$\text{ДМ}_{\sigma} = 3,264\text{ШМ}_{\sigma} + 16,742$$

$$\text{ДМ}_{\varphi} = 1,957\text{ШМ}_{\varphi} + 39,664$$

В качестве дополнительного критерия для определения половой принадлежности можно указать наличие щетинок на вентральной стороне коксоподитов. У самцов коксоподиты голые, у самок они покрыты щетинками. Густота щетинок у самок изменяется с ростом краба. У мелких самок щетинки редкие, у крупных - густые. При сравнении стадий густоты щетинок, размеров самок и стадий зрелости икры было показано, что редкие щетинки присутствуют только у неполовозрелых самок.

Пол краба также можно определять по наличию щетинок на вентральной стороне коксоподитов ходильных конечностей. У самцов коксоподиты голые, у самок они покрыты щетинками. Было выделено три условных стадии густоты щетинок на коксоподитах самок (рис. 1).

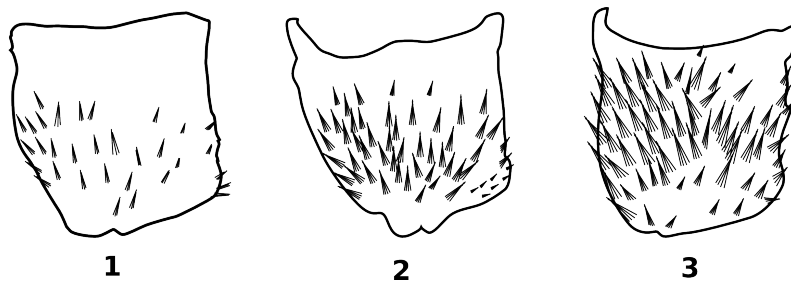


Рис. 1. Стадии густоты щетинок на коксоподитах самок камчатского краба

Густота щетинок у самок изменяется с ростом краба. У мелких самок щетинки редкие, у крупных - густые. При сравнении стадий густоты щетинок и размеров самок было показано, что редкие щетинки присутствуют только у неполовозрелых самок. Средняя ШК для самок с редкими щетинками – 95,8 мм., со средними – 115,6 мм., с густыми – 136,8 мм (рис. 2).

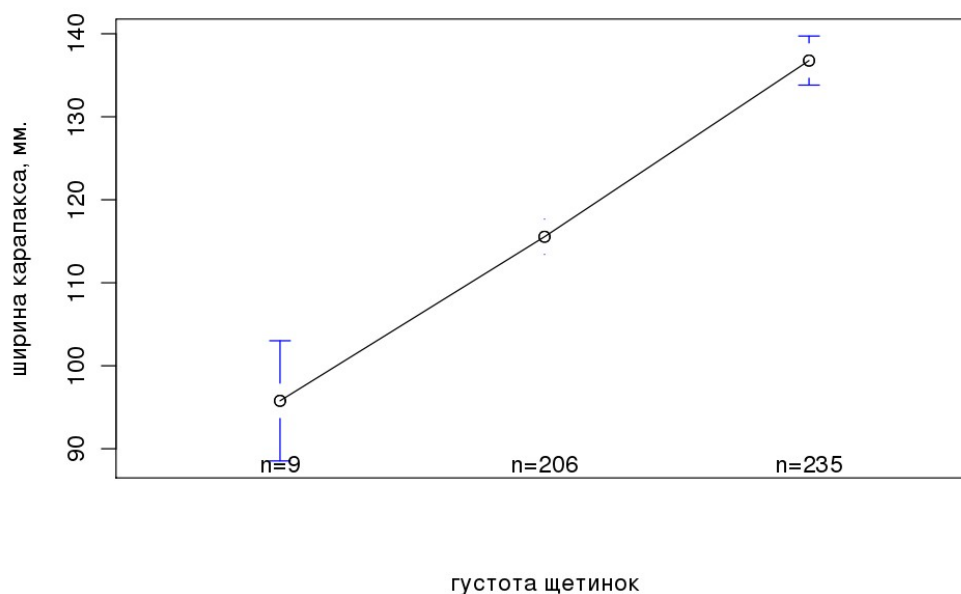


Рис. 2. Зависимость густоты щетинок на коксоподитах самок камчатского краба от ширины карапакса

Таким образом, присутствие щетинок на коксоподитах может служить дополнительным критерием при определении пола краба по строению его ходильных конечностей.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЫБНЫХ И НЕРЫБНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛА РАЙОНА КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

А. В. Козин, А. В. Клейменов

ФГУП «ВНИРО», Москва

Курильские острова и прилегающая к ним акватория обладают богатейшими природными ресурсами, прежде всего большими богатствами ценных видов рыб и нерыбных объектов промысла. Как все природные биоценозы они в той или иной степени подвержены действию различных загрязняющих веществ. Хлорорганические пестициды (ХОП) и тяжелые металлы (ТМ) остаются одними из наиболее опасных поллютантов, которые оказывают негативное влияние в биогеохимическом цикле. Обладая чрезвычайной стойкостью к физическим, химическим и биологическим изменениям, они накапливаются в органах и тканях водных биологических животных.

В этой связи проведение систематических исследований, формирование банка данных токсикантов, регламентируемых и не регламентируемых требованиями СанПиН, как в промысловых, так и в недоиспользуемых объектах промысла является актуальной задачей.

Целью данной работы было исследование показателей безопасности малоизученных, недоиспользуемых и других объектов промысла района Курильских островов.

В качестве объектов исследований использовали следующие рыбные и нерыбные объекты промысла района Курильских островов: тихоокеанскую треску, минтай, бычок мягкий, бычок шлемоносный, белобрюхий получешуйник, получешуйник Гилберта, кальмар командорский, осьминог Гилберта, полярную акулу, скат пятнистый, алеутский, щитоносный, триглопс большеглазый.

Результаты исследований.

Токсичные элементы.

Содержание токсичных элементов в исследуемых образцах приведено в табл. 1. Содержание мышьяка в рыбных объектах колеблется от 0,005 до 0,05 мг/кг, что значительно ниже нормируемого значения – 5,00 мг/кг. В большинстве объектов отмечено монотонное распределение кадмия – на уровне 0,002-0,005 мг/кг. Содержание кадмия в мышечной ткани ската превышает нормируемое значение 0,200 мг/кг на 30%,

тогда как в печени ската и полярной акулы обнаружено превышение в 5 раз. Концентрация ртути нормируется на уровне 0,2 мг/кг для нерыбных объектов и 0,5 мг/кг - для рыбных; в исследуемых объектах превышения этого значения не выявлено. Содержание свинца в исследованных объектах не превышает 0,017мг/кг, за исключением плавников ската алеутского, триглопса и кальмара, где оно находится на уровне 0,04 мг/кг. В мышцах акулы тихоокеанской содержание свинца составляет 0,08мг/кг, а в печени возрастает втрое.

Таблица 1.

Содержание токсичных элементов в мышечной ткани и органах рыбных и нерыбных объектах

Наименование образца	Содержание токсичных элементов, мг/кг						
	Cd	Pb	As	Hg	Zn*	Ni	Cu*
Акула полярная, печень	1,046	0,245	0,046	0,024	6,231	1,842	7,614
Бычок мягкий	0,003	0,017	0,055	0,021	0,094	0,819	3,273
Минтай	0,002	0,014	0,024	0,020	0,645	0,509	1,979
Минтай	0,004	0,015	0,027	0,001	1,672	16,837	73,192
Осьминог Гилберта	0,010	0,016	0,022	0,014	2,899	1,093	2,184
Осьминог Гилберта, щупальца	0,003	0,012	0,047	0,008	2,060	1,199	7,786
Получешуйник белобрюхий	0,003	0,012	0,008	0,003	0,065	1,166	0,786
Получешуйник Гилберта	0,004	0,011	0,005	0,002	0,553	0,002	0,030
Получешуйник	0,004	0,011	0,026	0,017	0,128	0,046	0,004
Скат алеутский, печень	0,060	0,014	0,045	0,042	2,468	0,115	2,327
Скат алеутский, плавник	0,002	0,011	0,021	0,009	0,418	0,023	0,041
Скат алеутский, плавник	0,003	0,042	0,048	0,018	0,856	0,033	0,023
Скат пятнистый, плавник	0,024	0,012	0,023	0,015	0,332	0,003	0,055
Скат пятнистый, печень	0,908	0,015	0,031	0,009	2,644	0,011	1,933
Треска тихоокеанская	0,004	0,031	0,024	0,013	1,363	0,949	7,186
Шлемоносец	0,002	0,012	0,057	0,036	0,010	0,523	1,256
Кальмар	0,002	0,021	0,020	0,006	1,782	0,042	0,005

Содержание меди и цинка, которое регламентировалось до 2003 года требованиями СанПиН на уровне 10 и 40 мг/кг соответственно, в рыбных и нерыбных объектах не превышало нормируемых значений.

Анализ полученных результатов позволяет следующим образом представить порядок доминирования токсичных элементов в исследуемых объектах: Cu > Zn > As > Ni > Hg > Pb ≥ Cd.

Хлорорганические пестициды.

В исследованных объектах были идентифицированы и определены α, β и γ-изомеры ГХЦГ, гептахлор, алдрин, а также ДДТ и метаболиты: о,р-ДДД, р,р-ДДЕ, р,р-ДДД, о,р-ДДТ и р,р-ДДТ. Как показывают результаты исследований, в мышечной ткани

рыб содержание индивидуальных изомеров ГХЦГ составляет от <0,0001 до 0,0005 мг/кг, в то же время в печени оно в 2 и 5 раз выше. При этом сумма изомеров ГХЦГ во всех исследованных образцах рыб значительно ниже нормируемых значений (табл.2). Содержание ДДТ и метаболитов в мышечной ткани рыб ниже, чем в печени и в плавниках.

Для нерыбных объектов промысла обнаружены также низкие значения ГХЦГ и изомеров, ДДТ и метаболитов. Следует отметить, что для нерыбных объектов промысла хлорорганические пестициды не включены в перечень нормируемых показателей. Результаты исследований согласуются с полученными ранее данными, а именно: содержание хлорорганических пестицидов в объектах Дальневосточного бассейна на 1-2 порядка ниже, чем в объектах Азовского¹ и Северного² морей. Низкие значения хлорорганических пестицидов в объектах курильских вод свидетельствуют о том, что последние могут быть использованы для получения биологически активных веществ на жировой основе, и, что самое главное, полученные концентраты не надо будет подвергать очистке от пестицидов.

Таблица 2.

Содержание хлорорганических пестицидов в рыбных и нерыбных объектах промысла

Наименование образца	Содержание хлорорганических пестицидов, мг/кг, $\bar{X} \pm \Delta X$, n = 5			
	Σ ГХЦГ	ДДТ и метаболиты	Гептахлор	Алдрин
Скат алеутский (печень)	0,0033±0,0003	0,0821±0,0009	<0,0008	<0,0008
Скат алеутский (плавник)	0,0007±0,0001	0,0028±0,0005	0,0002±0,00006	<0,0005
Скат щитоносный (печень)	0,0034±0,0002	0,0195±0,0021	<0,0008	0,0006±0,0001
Скат щитоносный (плавник)	0,0004±0,0001	0,0021±0,0003	<0,0005	<0,0005
Получешуйник Гилберга	0,0002±0,00007	0,0014±0,0003	0,0001±0,00007	<0,0004
Получешуйник Гилберга	0,0002±0,00006	0,0025±0,0007	<0,0005	<0,0005
Скат пятнистый(плавник)	0,0001±0,00005	0,0055±0,0012	<0,0004	<0,0004
Скат пятнистый (печень)	0,0006±0,0002	0,0032±0,0008	<0,0006	<0,0006
Скат пятнистый (общая проба плавник+печень)	0,0008±0,0001	0,0119±0,0012	<0,0005	<0,0005
Кальмар командорский	<0,0002	<0,0009	0,0001±0,00008	<0,0005
Кальмар	0,0002±0,00005	<0,0005	0,0002±0,00006	<0,0005
Осьминог	0,0001±0,00004	<0,0004	0,0001±0,00005	<0,0004
<i>ПДК по СанПиН 2.3.2.1078-01</i>	<i>0.2</i>	<i>0.2</i>	<i>не нормируются</i>	

¹Кленкин А.А., Короткова Л.И., Корпакова И.Г., Корниенко Г.Г. Хлорорганические пестициды и полихлорбифенилы в промысловых рыбах Азовского моря // Вопр. рыболовства. 2008. Т. 9. № 2(34). С. 495–502.

²Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 323

Анализ результатов исследований по определению содержания токсикантов в рыбных и нерыбных объектах промысла курильских вод позволяет сделать заключение: содержание токсичных элементов, хлорорганических пестицидов в мышечной ткани исследуемых объектов в основном соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, за исключением мышечной ткани ската, в которой обнаружено превышение содержания кадмия на 30%.

Полученные данные могут служить основанием для изучения возможности использования исследованных объектов в качестве сырья для получения пищевой, технической продукции, а также биологически активных добавок различной направленности, в том числе и для изготовления широкого ассортимента функциональных пищевых продуктах.

УДК 626.88

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДОННОГО ГРУНТА НА ЗООБЕНТОС ПРИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТАХ (ОБЗОР)

М. В. Медянкина, С. А. Соколова, Н. В. Морщанина, Г. С. Зеленихина

ФГУП «ВНИРО», Москва

В настоящее время все активнее развивается гидротехническое строительство - интенсивно наращиваются мощности российских портов, в особенности южных [Трунин, 2007], создаются новые искусственные территории в акваториях. Все это сопровождается проведением гидротехнических, в том числе, дноуглубительных работ.

К дноуглубительным работам относятся [Руководство по выполнению дноуглубительных работ..., 2006]:

- капитальные дноуглубительные работы, выполняемые при строительстве фарватеров или акваторий портов;
- эксплуатационные дноуглубительные работы, предназначенные для обслуживания судоходных путей и портов;
- дноуглубительные работы, выполняемые для устройства основания при создании новых искусственных территорий;
- расчистка дна с целью улучшения качества и пригодности к эксплуатации водоема путем удаления слоя донных отложений, содержащих как питательные, так и загрязняющие вещества;
- изъятие грунта с водной территории для строительных целей;

- маломасштабное дноуглубление и перемещение донных отложений, выполняемое для благоустройства береговых территорий.

Дноуглубительные работы вызывают загрязнение минеральной взвесью больших водных объемов и во многих случаях влекут за собой образование отвалов при размещении донного грунта, что приводит к осаждению взвеси на значительных площадях дна.

С позиции рыбохозяйственного комплекса, наиболее актуальна проблема загрязнения взвесью водной среды в части негативного воздействия на зообентос как кормовую базу рыб-бентофагов. Непосредственно на площадях дноуглубления и дампинга (захоронение грунта на специально отведённых морских участках – свалках) происходит его механическое уничтожение, на площадях заиления при осаждении донного грунта из взвеси также происходит его гибель. Все это влечет за собой снижение биомассы, численности и видового разнообразия зообентоса.

Негативное влияние операций по перемещению грунта на организмы зообентоса является объектом пристального внимания как отечественных [Замбриборщ и др., 1982, Лесников, 1986, Мокеева, 1987, Пирогов и др., 1987, Иванова, 1988], так и зарубежных специалистов [Sweeney, 1978, Hirsch et al., 1978, Maurer et al., 1980, 1986] достаточно давно. Однако, пороговая величина слоя переотложенного осадка, под которым происходит гибель организмов зообентоса, до сих пор не установлена. Это связано с тем, что данный параметр в каждом конкретном случае может варьировать в зависимости от гидрологических особенностей водного объекта, гранулометрического состава уже сформировавшихся и дополнительно оседающих грунтов, эколого-физиологических особенностей зообентоса, определяемых его составом и структурой, и множества других факторов.

Тем не менее, была сделана попытка определения критической толщины слоя переотложенного осадка, при котором гибель мелких форм зообентоса не наблюдается (личинки хирономид, личинки ручейников, мелкие моллюски, гаммариды, водные ослики). Предложено считать, что для мелких организмов зообентоса критическим является слой толщиной 2 см [Иванова, 1988].

Опыты по моделированию заиления крупных организмов зообентоса (крабы, крупные моллюски) показали, что они способны перемещаться на поверхность через переотложенный слой осадка толщиной до 30 см [Hirsch et al., 1978]. В то же время, для довольно крупной гастроподы илианассы (*Ilyanassa obsoleta*) смертность под слоем песчаного грунта толщиной 20 и 32 см составила через 8 суток, соответственно, 62% и 80,9% [Saila et al., 1972, , Maurer et al., 1980, 1986].

Скорость перемещения организмов на поверхность из под слоя заиления зависит как от размеров самих организмов, так и от состава грунта. Продолжительность перемещения организмов при разной толщине переотложенных осадков для разных видов животных составляет от нескольких часов до нескольких суток. Наибольшее препятствие при этом представляет плотный песчаный грунт средней и большой крупности частиц. В частности, тяжелый песчаный грунт может препятствовать раскрытию створок раковин двустворчатых моллюсков [Maurer et al., 1980; 1986].

В рамках существующей проблемы встает вопрос количественной оценки воздействия дноуглубительных работ на кормовую базу рыб-бентофагов при проведении расчета прогнозируемого, не предотвращаемого природоохранными мероприятиями, ущерба рыбным запасам. В настоящее время в подавляющем большинстве случаев для такой количественной оценки губительным принимается слой 0,5 мм со ссылкой на работу Лесникова Л.А. [1986], в которой сказано, что «ежесуточное прибавление слоя более 0,5 мм повышает смертность гидробионтов».

В тоже время, учитывая результаты других вышеприведенных исследований, в настоящее время для расчета ущерба водным биоресурсам от потери организмов зообентоса используются следующие критерии:

- для мелких организмов кормового зообентоса - 50% гибель при слое осадка толщиной 1-5 см и 100% гибель – при более 5 см;
- для крупных организмов зообентоса, включая представителей промысловых видов – 50 % гибель при толщине слоя 5—10 см и 100% гибель — при более 10 см.

Таким образом, учитывая высокую востребованность данных, позволяющих корректно оценивать масштабы воздействия дноуглубительных работ на состояние кормовой базы рыб-бентофагов, явно недостаточный объём экспериментальных материалов и их противоречивость, представляется актуальным проведение дальнейших исследований по влиянию переотложенного грунта на различные организмы зообентоса, в т.ч. кормового. Помимо модельных экспериментов по исследованию влияния заиления на донные организмы, информативными являются данные мониторинговых исследований состояния зообентоса, полученные до проведения дноуглубительных работ и после их завершения.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ В ЭКОЛОГИИ И ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ: ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ И СТОХАСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

А. И. Михайлов

ФГУП «ВНИРО», Москва

Нахождение вариационных принципов биологии является перспективным направлением теоретической и математической биологии. Прежде всего это позволило бы выводить многомерные системы уравнений модели из одного функционала, подобно тому как это делается в теоретической физике, надежным основанием которой являются именно вариационные принципы. К текущему моменту разными авторами предложено уже несколько десятков экстремальных принципов, применимых к различным областям биологии (см обзор [1]), однако, как будет показано в дальнейшем, далеко не все из них корректны как с биологической, так и с физико-математической точек зрения. В настоящее время активно разрабатываются критерии устойчивости промысловых сообществ на основе мер биологического разнообразия (см. [7]), оказывающих одним из наиболее интересных классов экстремальных принципов — устойчивость экосистем понимается как устойчивость равновесия по Ляпунову, а предлагаемые меры разнообразия рассматриваются непосредственно как функции Ляпунова, экстремальность которых дает простой критерий устойчивости.

Все функции биологического разнообразия (в частности, функция «энтропии» сообщества $x_i(\ln x_i - \ln \sum_i x_i) / \sum_i x_i$ с точки зрения математического моделирования экосистем являются гладкими функциями переменных соответствующей системы дифференциальных уравнений. Однако, если поток сохраняет фазовый объем, в силу теоремы Пуанкаре о возвращении (см.[2]), движение является почти периодическим, а значит ни одна из функций не может монотонно возрастать на траекториях системы, следовательно ни одна из них не является функцией Ляпунова (тривиальным следствием определения которых является их возрастание на траекториях движения к своему экстремуму), и, тем самым, не может служить критерием устойчивости равновесия динамической системы, моделирующей экосистему.

Динамические модели экосистем.

Математическая формализация динамики экосистемы осуществляется системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\dot{x}_i = x_i G_i(x) \quad (1)$$

где x_i - биомассы компонент экосистемы, а G_i функция популяционного роста, зависящая от состояния экосистемы. Гессиан отображения $G_i(x)$ определяет структуру экосистемных связей. Наиболее простой случай линейного отображения приводит к системам вольтерровского типа:

$$\frac{1}{r_i} \frac{d}{dt} x_i = x_i \left(1 - \sum_i a_{ij} x_j \right) \quad (2)$$

Специальный вид системы уравнений Лотка-Вольтерра позволяет свести систему к матричному дифференциальному уравнению. Будучи матричным обобщением уравнений типа Риккати, это уравнение интегрируется в квадратурах. Таким образом автором было найдено точное аналитическое описание (3) динамики экосистем вольтерровского типа:

$$X(t) = (X_0^{-1} + \exp(AX_\infty t)(X_\infty)^{-1})^{-1} \exp(AX_\infty t) \quad (3)$$

Здесь вектор состояния $x = Xe$ определяется действием оператора X на сумму всех орт e , а X_0 и X_∞ диагональные матрицы, из компонент векторов начального и равновесного состояния соответственно. Анализ полученного решения позволяет построить глобальный фазовый портрет динамики экосистемы типа Вольтерра,

полностью определяемого спектром матрицы сообщества $A = \frac{\partial G_i}{\partial x_j}$ и установить отсутствие иных аттракторов, кроме устойчивого равновесия и рождения предельного цикла по сценарию Андронова-Хопфа. Более чем квадратичная нелинейность уравнений динамики экосистемы, обусловленная саморегуляцией потребления хищников, приводит к более сложным картинам динамики, когда отсутствуют устойчивые точки равновесия и предельные циклы, но возможны режимы типа динамического хаоса. Тем не менее финитность движения изображающей точки экосистемы, т.е. конечность биомасс компонент, как следует из (4) приводит к тому, что средние по времени темпы изменения численности компонент равны нулю, а значит, привлекая аргументы в духе эргодической гипотезы, мы можем говорить о равновесии, но уже не динамической системы, а ансамбля, т.е. о равновесной функции распределения:

$$\frac{1}{T} \int G_i(x(t)) dt = (\ln x_i(T) - \ln x_i(0)) / T \rightarrow 0 \quad (4)$$

Известно что исследование нелинейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений можно заменить исследованием линейного уравнения в частных производных - уравнения Лиувилля (5), описывающего эволюцию функции распределения, под действием детерминированным потока векторного поля $v_i = x_i G_i$.

$$\partial_t \rho + \partial_i (\rho v_i) = 0 \quad (5)$$

Связь решения задачи Коши для уравнения Лиувилля с фазовым потоком может быть записана в виде $\rho(t) = \rho_0(u(-t, x))$ где ρ_0 - начальное распределение, а $u(-t, x)$ - поток векторного поля, формально вычисляемый экспоненцированием. Разлагая экспоненту векторного поля в ряд Тейлора по координате и усредняя по начальному распределению можно вычислить средние значения вектора состояния как функции моментов начального распределения M_α где α - мультииндекс, а $u_\alpha = \partial_\alpha u / \alpha!$ частная производная порядка α , с соответствующим весом.

$$\langle u(t, x) \rangle = \sum M_\alpha u_\alpha \quad (6)$$

Естественным образом возникает задача проследить эволюцию центрированных моментов всех порядков.

Аналогичным образом используя разложение в ряд Тейлора и переставляя умножение и суммирование мы можем построить алгоритм для вычисления момента распределения любого порядка, если заданы начальные моменты:

$$M^{\alpha(t)} = \sum_{\delta_k; \delta_k < \delta_{k+1} \forall k} (-1)^{|\beta|} \sum_{|\beta| \leq \alpha} \left(u^\gamma \left(\sum_{\text{перестановки } k=1; \delta_k < \delta_{k+1} \forall k} \prod_{k=1}^{|\beta|} u_{\delta_k}^{i_k} \right) \right) \left(M^{(\alpha-\beta)\gamma} \prod_{k=1; \delta_k < \delta_{k+1} \forall k}^{|\beta|} M^{\delta_k} \right) \quad (7)$$

Наличие интегралов движения динамической системы позволяет оценить темпы релаксации к равновесному распределению с помощью:

$$|I(\langle u(t, x) \rangle) - I(u(t, x))| = \sum I_\beta \sum_{\delta_k; \delta_k < \delta_{k+1} \forall k} \left(\sum_{\text{перестановки } k=1; \delta_k < \delta_{k+1} \forall k} \prod_{k=1}^{|\beta|} u_{\delta_k}^{i_k} \right) \left(\prod_{k=1; \delta_k < \delta_{k+1} \forall k}^{|\beta|} M^{\delta_k} \right) \quad (8)$$

- хотя средние значения инвариантов движения сохраняются, но как функции средних значений координат инварианты убывают, следовательно предсказание динамики существенно зависит от того, какие величины измеряются - измерение инвариантов позволяет гораздо точнее предсказать состояние системы в последующие моменты времени.

Сложная динамика численности популяций, обусловленная разветвленной системой экологических взаимосвязей, наряду с зачастую недостаточным качеством и объемом эмпирических данных, вынуждает прибегать к стохастическому моделированию.

Аппарат стохастических дифференциальных уравнений (см.[6]) представляется наиболее естественной техникой аналитического исследования динамики такого рода. Система стохастических дифференциальных уравнений, обобщающая записывается в виде (9), где B_j - набор независимых стандартных броуновских движение, а $\sigma_{ij}(t,x)$ - дисперсии соответствующих компонент:

$$dx_i = x_i G_i(x) dt + x_i \sum_j \sigma_{ij}(t,x) dB_j \quad (9)$$

Однако нахождение точных решений стохастических дифференциальных уравнений возможно куда реже, чем в случае обыкновенных дифференциальных уравнений, а приближенные методы вычислений разработаны не столь широко в сравнении с детерминированными динамическими системами. Тем не менее существует способ обойти указанную трудность основываясь на эквивалентности исследования стохастических дифференциальных уравнений и некоторых уравнений в частных производных параболического типа, называемых уравнениями Колмогорова[3]. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (10) задает переходную вероятность соответствующего стохастического процесса, позволяя тем самым вычислить динамику распределение численности, являющейся основной неизвестной задачи:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(-x_i G_i(x) f + \frac{\partial}{\partial x_j} \sum_k \sigma_{ik}^T \sigma^{kj} f \right) \quad (10)$$

В ряде случаев можно найти стационарное распределение, к которому релаксирует решение уравнения Фоккера-Планка. Достаточным условием существования стационарного решения является разрешимость уравнения (11):

$$\frac{\partial}{\partial x_j} \frac{x_i^2}{2} \sum_k \sigma_{ik} \sigma_{kj} f = x_i G_i(x) f \quad (11)$$

а условие (12) является необходимым для существования решения в виде $f = e^{-H}$

$$\frac{\partial}{\partial x_l} \left(-x_l G_l(x) f + \frac{\partial}{\partial x_j} x_i^2 \sum_k \sigma_{ik}^T \sigma^{kj} \right) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(-x_l G_l(x) f + \frac{\partial}{\partial x_j} x_l^2 \sum_k \sigma_{lk}^T \sigma^{kj} \right) \quad (12)$$

Интегрируя найденные равновесные распределения можно легко вычислить априорный риск снижения численности популяции и математическое ожидание биомассы.

Заключение.

Представленный доклад намечает пути к пересмотру понятий «состояния» и «устойчивости состояния» экосистемы с целью корректного математического описания связи разнообразия экосистем с их устойчивостью. Основанием для такого пересмотра

является моделирование воздействия на экосистему, по отношению к которому экосистема устойчива, не изменением переменных состояния, а изменением параметров. В таком рассмотрении, принимаемые на настоящий момент гипотезы об устойчивости равновесного состояния экосистемы означали бы прямо противоположное – неспособность экосистемы реагировать на какие бы то ни было воздействия, т.е. отсутствие гомеостаза как активного самовоспроизводства внутреннего состояния экосистемы.

Предлагается следующий путь разрешения указанного противоречия – рассмотрение гомеостаза не как статического состояния, а как некоего динамического режима (см. [4]), математическим описанием которого будет не точка устойчивого равновесия, как в первом случае, а предельное множество (примеры существования в вольтерровских системах см. [8], [5]) точек фазового пространства системы уравнений, выступающее областью притяжения неустойчивых траекторий. Сохранение топологии предельного множества при конечном изменении параметров будет означать устойчивость динамического режима экосистемы. В этом случае изменение параметров будет простой репараметризацией предельного многообразия.

Целью и предметом дальнейших исследований может быть нахождение систем нелинейных дифференциальных уравнений, максимально близких к уравнениям типа Лотки-Вольтерра, обладающих свойством топологической устойчивости предельных множеств. В случае успеха соответствующая система уравнений может рассматриваться как адекватное математическое описание экосистемы, а предельное многообразие – как описание экологического режима – состояния экосистемы. Разбиение на топологически устойчивые предельные множества индуцирует блочную структуру в пространстве параметров – пространство параметров разбивается на области гомеостаза и области эволюционных перестроек.

Литература

- [1] **Алексеев В. Л., Левич А. П., Фурсова П. В.** Экстремальные принципы в математической биологии. // Успехи современной биологии, 2003, т. 123, No 2, — С. 115-137.
- [2] **Арнольд В. И.** Математические методы классической механики. — М.: Эдиториал УРСС, 2000 — 472 с.
- [3] **Колмогоров А. Н.** Об аналитических методах в теории вероятностей. // УМН, 1938, No 5, 5–41
- [4] **Молчанов. А. М.** Стационарные режимы в биологии и математике. // Теоретические

проблемы современной биологии. Сборник научных трудов. Научный центр биологических исследований АН СССР. Пущино, 1983

[5] Логофет. Д. О., Свирежев Ю. М. Устойчивость биологических сообществ. — М.: Наука 1978

[6] Оксендаль Б. Стохастические дифференциальные уравнения. Введение в теорию и приложения. Пер. с англ.— М.: Мир, 2003.

[7] Розенберг Г. С., Шитков В. К. Оценка биологического разнообразия: попытка формального обобщения. институт экологии Волжского бассейна РАН

[8] Свирежев Ю. М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии.— М.: Наука 1987

УДК 664.951:[658.562.6.012.7:6813]

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ БИОТЕСТИРОВАНИЯ В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА

Е. И. Острикова, Е. Н. Харенко, О. П. Цвылев

ФГУП «ВНИРО», Москва

Загрязнение природной среды представляет одну из самых больших опасностей для биосферы. Антропогенное воздействие приводит к поступлению в водоем огромного количества токсических веществ. Усугубление экологической ситуации в первую очередь затрагивает интересы рыбного хозяйства, поскольку водоемы являются не только местом обитания промысловой ихтиофауны и других объектов промысла, но и коллекторами большинства стоков и практически всех загрязняющих биосферу веществ различного состава и происхождения.

Основной причиной отравлений рыб является сброс в водоемы неочищенных или недоочищенных сточных вод с промышленных, коммунально-бытовых, сельскохозяйственных предприятий и других объектов хозяйствования. Также токсикозы рыб вызываются веществами различной природы, которые попадают в комбикорма с сырьем или образуются в процессе неправильного хранения корма. Токсический эффект проявляется как в гибели рыб, так и в различных патологических отклонениях в их физиологическом состоянии.

В связи с этим мониторинг качества рыбного сырья и продуктов его переработки

является одной из наиболее важных задач рыбной отрасли. Для ее решения традиционно привлекается весь комплекс эколого-токсикологических, химико-аналитических и санитарно-гигиенических методов. Однако этот путь связан с большими затратами труда, времени, средств. Особенно это относится к химико-аналитическим и санитарно-гигиеническим методам, которые дают результаты только через 2-7 суток. Наиболее перспективным в этом отношении является использование биологических методов контроля.

К настоящему времени разработано и применяется множество различных методов биотестирования, в которых используются организмы различных систематических групп: млекопитающие, рыбы, ракообразные, высшие растения, водоросли, простейшие, грибы и бактерии.

Наиболее перспективным тест-объектом с точки зрения легкости, простоты выделения, культивирования, постановки эксперимента и быстроты анализа являются простейшие.

Разработанный во ВНИРО биологический экспресс-метод в качестве тест-объекта использует инфузорию стилонихию - *Infusoria stilonichia mytilus* (Ehrenberg). Он основан на качественном и количественном определении ответных реакций инфузорий стилонихий на действие токсических веществ различной природы (бактериальной, грибковой и химической). Суть метода заключается в извлечении растворителями из исследуемого продукта токсикантов липофильной и гидрофильной природы. Токсический эффект оценивается через 1 час по проценту гибели инфузорий, который пропорционален степени токсичности продукта. Погибшие организмы полностью распадаются (лизуются), что облегчает количественный подсчет выживших организмов.

Биологический экспресс-метод определения токсичности (защищен патентом РФ N 2049994) и включен в ГОСТы, в том числе в национальный стандарт (ГОСТ Р 52337-2005 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения токсичности»). На основе метода был разработан специальный прибор - АВТОБИОАНАЛИЗАТОР безопасности комбикормов и сырья (прибор защищен патентами РФ, имеет три золотые медали ВВЦ и дипломы Международных выставок) - комплексное устройство, сочетающее биологический экспрессный метод и компьютерный анализ. Прибор осуществляет подсчет живых инфузорий и оценку степени токсичности в автоматическом режиме. Безопасность каждого образца оценивается в соответствии с разработанной шкалой токсичности.

Автобиоанализатор может найти применение в ряде других областей:

- в природоохранной области для оценки состояния водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки;
- в пищевой промышленности для оценки безопасности продуктов питания;
- в гидробиологии для решения научных и прикладных задач;
- в сельском хозяйстве для оценки безопасности почв сельхозугодий;
- в токсикологии и медицине для экспрессного скрининга химических веществ естественного и искусственного происхождения.

С 1995 г. Автобиоанализатор выставляется на многочисленных Международных выставках (Лиссабон, Стокгольм, Москва, С.-Петербург), где был отмечен золотыми медалями и дипломами первой степени.

В настоящее время разработаны техническая документация и модернизированный действующий макет прибора. Модернизация включает усовершенствование программных технических средств по ряду позиций:

- разработка и изготовление новой системы позиционирования на основе PCI- шины;
- разработка новой версии программы «стилон», позволяющей проводить измерение мутных образцов сырья с высоким содержанием протеина и жира за счет улучшения изображения путем варьирования параметров резкости и яркости;
- миниатюризация прибора за счет изменения оптической системы.

Модернизация программно-технических средств Автобиоанализатора позволяет приблизиться к решению проблемы идентификации природы загрязнения. Таким образом, применение компьютерной диагностики существенно снизит экономический ущерб в результате гибели рыб от алиментарных токсикозов, которые встречаются в естественных водоемах и рыбоводных хозяйствах различного профиля.

В рамках расширения областей применения прибора на 2011-2012 год в тематический план ФГУП «ВНИРО» включена тема: «Определение токсичности природных и сточных вод, буровых растворов, отходов производства и различных веществ по выживаемости пресноводных и морских инфузорий *Paramecium caudatum* и *Stilanichia mytilis*». На сегодняшний день этот вопрос является очень актуальным, так как фактические масштабы химического антропогенного пресса на окружающую среду давно переросли контролируемые возможности традиционного санитарно-гигиенического нормирования.

СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ФЕНОЛОВ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕРХНЕГО УЧАСТКА ОБСКОЙ ГУБЫ

А. М. Кузнецов¹, О. В. Сергеева², М. Ф. Вундцеттель²

¹ ФГУП «ВНИРО», Москва; ² Дмитровский филиал ФГОУ ВПО
АГТУ, пос. Рыбное, Московская обл.

Обская губа является уникальным эстуарием по разнообразию и количественным показателям ихтиофауны и выполняет важнейшие функции по формированию богатейших рыбных ресурсов.

Обская губа является также аккумулятором различных загрязняющих веществ, которые поступают со всей акватории Обь-Иртышского бассейна. Источниками загрязнения служат как природные, так и антропогенные источники, особенно в связи с активным развитием нефтегазового комплекса. Существенный вклад в загрязнение акватории Обской губы вносят промышленные и хозяйственно-бытовые стоки. Среди попадающих в Обскую губу токсичных веществ нефть и ее производные занимают первое место. Нефтяному загрязнению в настоящее время подвержены более 100 водотоков Обского бассейна. Тем не менее, до сих пор эколого-токсикологическое состояние Обской губы остается малоизученным.

Поэтому актуальной представляется оценка эколого-токсикологического состояния верхнего участка Обской губы (в частности, определение степени загрязнения Обской губы нефтепродуктами и фенолами, оценка пространственной динамики токсикантов и выявление источников их поступления в акваторию).

Районом исследования явился участок слияния Обской и Тазовской губ.

Для оценки степени загрязненности из общего числа станций выбрано 2 разреза: по стрежневой части верхнего участка Обской губы и по его правому берегу. По правому берегу брались комплексные станции: 52 (порт Ямбург), 51, 46, 45, 42, 62, 33, 29, 25, 21, 17, 9, 7, 6 (мыс Трехбугорный). По стрежневому участку станции: 50, 63, 37, 31, 28, 24, 15, 11, 8, 5 (рис.1).

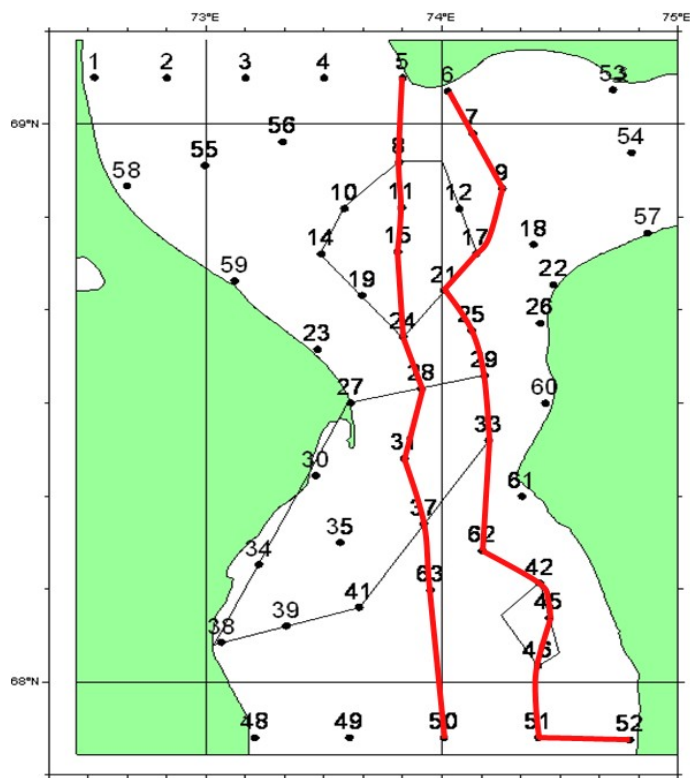


Рис. 1. Район исследований

Исследуемый участок Обской губы характеризуется как существенно загрязненный нефтепродуктами.

Выявлена четкая пространственная динамика по разрезу правого берега и по разрезу стрежневого участка. По стрежневому участку идет уменьшение концентрации нефтепродуктов в поверхностном и придонном слое от начальной точки №50 до станции № 5 вниз по течению. По правому берегу в поверхностном и придонном слое, наоборот, прослеживается увеличение концентрации нефтепродуктов от станции Ямбург до станции мыс Трехбугорный. Это объясняется гидрологической неоднородностью водных масс (микротечения, дрейфовые течения, приливно-отливные течения). В донных отложениях по стрежневому участку и по правому берегу прослеживается уменьшение концентрации нефтепродуктов.

В поверхностных и придонных слоях воды в распределении концентраций нефтепродуктов прослеживается высокая корреляция ($K=0,9$ - для правого берега, $K=0,7$ - для стрежневого участка), а в содержании нефтепродуктов в грунтах по двум выделенным разрезам такой корреляции не отмечено.

Исследуемый участок Обской губы является существенно загрязненным также и фенолами. По всем двум разрезам отмечены превышения ПДКр/х. От станции № 50 до станции № 5 – по стрежневому участку и от порта Ямбург до мыса Трехбугорный – по правому берегу.

Прослеживается явная пространственная динамика по стрежневому и по

правому берегу. По правому берегу в поверхностном и придонном слое воды прослеживается уменьшение концентрации фенолов. По стрелковому разрезу в поверхностном слое – незначительное уменьшение концентрации фенолов, а в придонном слое – незначительное увеличение.

Корреляции между распределением концентрации фенолов в поверхностном и придонных слоях воды отсутствует. Корреляция между распределением концентрации фенолов и нефтепродуктов в придонном и поверхностном слоях воды отсутствует, т.е. нефтяное загрязнение не оказывает влияния на содержание фенолов в воде.

Наибольшее количество нефтепродуктов попадает в Обскую губу из средней Оби, где река аккумулирует загрязненные воды притоков, пересекающих нефтеносные районы. Также источниками загрязнения нефтепродуктов Обской губы являются: грузоперевозки, добыча полезных ископаемых (Ямбургское нефтегазоконденсатное месторождение), аварии танкеров и буровых платформ.

Источниками загрязнения фенолом являются: деревоперерабатывающая и химическая промышленность на юге, нефтепродукты и, в некоторой степени, природные источники фенолов (водоросли, грибы, лишайники, мхи).

УДК 581.526.535

РОЛЬ МАКРОФИТОВ В ЭКОСИСТЕМЕ РЕКИ ЯХРОМА

Д. В. Сусыкин¹, М. Ф. Вундцеттель²

¹ ФГУП «ВНИРО», Москва; ² Дмитровский филиал ФГОУ ВПО АГТУ, пос. Рыбное, Московская обл.

Уже по визуальному осмотру реки, по составу и распределению в ней высшей водной растительности можно в первом приближении составить заключение об уровне её трофности. Установлено, что, несмотря на то, что большинство видов высшей водной растительности обладают высокой экологической пластичностью, они всё же пригодны в качестве биоиндикаторов.

При загрязнении водоемов изменяется видовой состав, биомасса и продукция макрофитов, возникают морфологические аномалии, происходит смена эдификаторов - доминантных видов, обуславливающих особенности контролируемого ценоза.

Макрофиты играют большую роль в самоочищении водоемов, удаляя из воды минеральные и органические вещества, и тем самым, оказывая влияние на гидрохимический режим водоема.

Исследования макрофитов в р. Яхроме проводились в летне-осенний период 2009 г. На всём протяжении реки от истока до устья были установлены 8 станций. Был проведён анализ структурных характеристик сообществ макрофитов (видовое богатство, экологическое разнообразие, основные сообщества, зарастаемость). На основании проведенных исследований была дана пространственная характеристика макрофитов р. Яхроме (табл. 1). Стоит заметить, что на 1 станции, которая приурочена к участку реки у истока, высшая водная растительность не была обнаружена на протяжении всего периода наших исследований, поэтому в дальнейшем эта станция не рассматривалась.

По характеру встречаемости в р. Яхроме все виды высшей водной растительности распределены неравномерно. На всех из них отмечена только *Vallisneria spiralis*.

Основу прибрежно-водной растительности составляют *Arundo phragmites*, *Menianthes trifoliata*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*.

Средняя степень зарастания реки около 46%, что соответствует умеренному зарастанию. Однако по станциям этот показатель сильно варьирует (ст.2- 48%, ст. 3 – 30%, ст. 4 – 25%, ст. 5 – 40%, ст. 6 – 30%, ст. 7 – 80%, ст. 8 – 70%), что отражает разнообразие условий на реке и, главным образом, разнообразие антропогенных загрязнений. По характеру распределения растительных сообществ зарастание р. Яхроме в целом относится к фрагментарному типу, при котором фитоценозы формируют узкие полосы и пятна вдоль берегов и в русле, но местах с наибольшими степенями зарастания может наблюдаться сплошной тип зарастания русла.

Таблица 1.

Пространственное распределение макрофитов

Виды растений	Сапробность	Станции							
		2	3	4	5	6	7	8	Встречаемость по станциям
Семейство водокрасовые (Hydrocharitaceae)									
<i>Vallisneria spiralis L.</i>	b	+	+	+	+	+	+	+	7
Семейство роголистниковые (Ceratophyllaceae)									
<i>Ceratophyllum demersum L.</i>	b	+			+	+			3
Семейство рдестовые (Potamogetonaceae)									
<i>Potamogeton compressus L.</i>		+			+				2
<i>Potamogeton crispus L.</i>	α		+						1
<i>Potamogeton pectinatus L.</i>	α			+	+	+	+		4
<i>Potamogeton lucens L.</i>	o					+		+	2
<i>Potamogeton natans L.</i>	b						+		1
Семейство кувшинковые (Nymphaeaceae)									
<i>Nuphar lutea L.</i>	β					+	+	+	3
Семейство рясковые (Lemnaceae)									
<i>Lemna minor L.</i>	b						+	+	2
Семейство сусаковые (Butomaceae)									
<i>Butomus umbellatus L.</i>	b	+		+					2
Семейство вахтовые (Menyanthaceae)									
<i>Menyanthes trifoliata L.</i>	b		+	+					2
Семейство частуховые (Alismaceae)									
<i>Alisma plantago-aquatica L.</i>	b			+		+		+	3
Семейство осоковые (Cyperaceae).									
<i>Arundo phragmites L.</i>	b	+	+						3

Для выявления закономерностей в поглонительной способности разных видов макрофитов в отношении тяжёлых металлов при различных условиях окружающей среды, определялась степень накопления тяжёлых металлов в макрофитах, принадлежащих к разным экологическим группам, находящихся на разных участках реки Яхрома.

Было установлено, что концентрации ионов тяжёлых металлов в побегах макрофитов увеличивается от лета к осени, что говорит о способности макрофитов накапливать и удерживать ионы тяжёлых металлов.

В наибольших концентрациях макрофитами накапливается цинк, никель и свинец.

Определено, что такие виды, как рдест блестящий и рдест гребенчатый наилучшим образом аккумулируют в себе тяжёлые металлы.

Для оценки аккумулятивности тяжёлых металлов в высшей водной растительности использовали коэффициент биологического накопления (КБН), который определялся как соотношение содержания элементов в растении (в конце вегетационного периода) к их среднему содержанию в воде (за весь вегетационный период) (табл. 2).

Коэффициенты биологического накопления

№ станции	Исследуемые виды	Ni	Cd	Cu	Zn	Pb
2 станция	<i>Vallisnaria spiralis</i>	287,5	188	290	753	126
	<i>Potamogeton compressus</i>	532	355	618	1521	258
	<i>Ceratophyllum demersum</i>	400	200	432	730	183
3 станция	<i>Menyanthes trifoliata</i>	1579	156	2460	407	156
	<i>Potamogeton crispus</i>	2153	281	2637	938	132
4 станция	<i>Menyanthes trifoliata</i>	302	390	529	3710	н.о.
	<i>Vallisneria spiralis</i>	283	240	900	2745	н.о.
	<i>Potamogeton pectinatus</i>	285	450	575	1716	н.о.
5 станция	<i>Potamogeton pectinatus</i>	6008	140	657	5778	5
	<i>Vallisneria spiralis</i>	2925	40	514	7786	84
6 станция	<i>Potamogeton pectinatus</i>	1792	230	3426	2789	92
	<i>Potamogeton lucens</i>	1086	810	10247	1435	1785
7 станция	<i>Potamogeton pectinatus</i>	2708	3400	1778	1670	3475
	<i>Nuphar lutea</i>	404	950	375	1035	3818
8 станция	<i>Potamogeton lucens</i>	670	89	3115	473	212
	<i>Nuphar lutea</i>	124	23	1115	368	388

Способность к аккумуляции ионов тяжёлых металлов лучше выражена у погружённых гидрофитов.

Гелофиты, на примере *Menianthes trifoliata*, произрастающей на 3 станции, наилучшим образом аккумулируют в себе ионы никеля и меди.

Самые низкие значения КБН у плавающих форм гидрофитов, представленных *Nuphar lutea*, которая проявила высокий коэффициент накопления только в отношении ионов свинца.

Значение макрофитов наиболее существенно при рекогносцировочном гидробиологическом осмотре водных объектов, проводимом с целью экологически обоснованного размещения постоянных пунктов контроля загрязнения.

Исследований касательно значения пресноводных макрофитов в гидроценозе и их роли в биоиндикации относительно мало, зачастую высшая водная растительность рассматривается лишь в совокупности с другими компонентами экосистемы, поэтому данный вопрос требует более глубокого изучения и скрывает в себе большой потенциал для дальнейших исследований, необходимых для комплексного и систематического изучения водоёмов.

I научно-практическая конференция молодых ученых
Современные проблемы и перспективы
рыбохозяйственного комплекса
Материалы

Издательство ВНИРО
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17
Тел.: (499) 264-65-33
Факс: (499) 264-91-87