

УДК (664.951:658.562.6):597.5

А.И. Чепкасова¹, Н.Б. Аюшин¹, М.И. Юрьева¹, Н.Н. Ковалев^{2*}

¹ Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;

² Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный
университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ТЕХНОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕЧЕНИ МАКРУРУСА

Проведено исследование состава и свойств печени малоглазого макруруса и веществ, полученных из нее. Показано, что содержание неорганических катионов, в том числе токсичных, а также микробиологические показатели в этом объекте не превышают допустимых норм. Содержание белка составляет 30 % от массы сырой печени, а жира — 68 %. Из печени вытоплен жир, и определены его показатели. Установлено, что после 3 мес холодильного хранения печени кислотное и перекисное числа полученного жира составляют соответственно 1,8 КОН/г и 6,4 ммоль активного кислорода, что значительно ниже допустимых норм окислительной порчи. Среди липидов печени преобладают триацилглицериды (более 90 % от общего количества липидов). При обработке раствором хитозана водного экстракта печени макруруса были получены комплексы водорастворимых веществ и хитозановый осадок. Показано, что водорастворимый комплекс беден белковыми и свободными аминокислотами и проявляет слабую антиоксидантную активность. Хитозановый осадок, напротив, содержит большое количество белкового материала, богатого незаменимыми аминокислотами, а также более чем на 80 % состоит из липидов. Исследован состав жирных кислот осадка. Показано, что около 23 % от их массы составляют насыщенные жирные кислоты, более 73 — мононенасыщенные и менее 4 % — полиненасыщенные. Жир из печени макруруса предлагается использовать в ветеринарных или технических целях, а хитозановый осадок — как основу для производства БАД общеукрепляющего действия.

Ключевые слова: макрурус, печень, жир, липиды, аминокислоты, хитозан-липидный комплекс, биологически активные добавки к пище.

Chepkasova A.I., Ayushin N.B., Yuryeva M.I., Kovalev N.N. Technochemical characteristic and prospects of utilization for grenadier liver // *Izv. TINRO.* — 2014. — Vol. 176. — P. 295–303.

Three species of grenadiers dwell in the North Pacific waters of Russia. Their liver weights 4–7 % of the body weight but is never used. Its utilization for BASF production is proposed. For this purpose, chemical composition and properties of liver from the grenadier *Albatrossia pectoralis* are investigated. Content of inorganic cations, including toxic ones,

* Чепкасова Анна Ивановна, младший научный сотрудник, e-mail: tegin@tinro.ru; Аюшин Николай Буданович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Юрьева Марина Иннокентьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: yureva@tinro.ru; Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru.

Chepkasova Anna I., junior researcher, e-mail: tegin@tinro.ru; Ayushin Nikolay B., Ph.D., senior researcher, e-mail: tegin@tinro.ru; Yuryeva Marina I., Ph.D., senior researcher, e-mail: yureva@tinro.ru; Kovalev Nikolay N., D.Sc., professor, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru.

in the liver satisfies the allowed standards. Wet liver contains 30 % of proteins and 68 % of lipids, mainly triacyl-glycerides (90 %) and phospholipids (4.5 %). The oil extracted from the liver has the acid number 1.8 KOH/g and the peroxide number 6.4 mmol after three months of frozen storage. Microbiological parameters of the liver are satisfactory after three months of frozen storage, too. Chitosan-lipid complex is prepared by treatment of water extract from the liver tissue (extracted by 5 : 1 solvent of water and natrium hydroxide during 15 hours at the temperature 10–15 °C and centrifuged) with chitosan solution and 3-hour sedimentation from water-soluble fraction. It contains mostly lipids (> 80 %, 23 % of them are saturated fatty acids, 73 % — monounsaturated fatty acids, and 4 % — polyunsaturated fatty acids) and a big amount of essential amino acids, so it could be used as a raw material for restorative BASF production. On the contrary, the water-soluble fraction is poor by proteins and free amino acids; its antioxidant activity is low. The raw oil from grenadier liver could be used in technics or veterinary.

Key words: grenadier, liver, oil, lipid, amino acid, chitosan-lipid complex, BASF.

Введение

Печень различных водных позвоночных, в том числе и хищных рыб, может служить источником как большого количества низкомолекулярных веществ, так и целого набора ферментов, которые можно применять для изготовления биологически активных пищевых добавок комплексного действия.

Несмотря на то что печень тресковых видов рыб является сырьем для изготовления консервов, высокая активность липолитических ферментов и, как следствие, непродолжительный срок хранения ограничивают возможности ее использования.

В российских водах Тихого океана обитают три вида макрурусов: макрурус черный (долгохвост) *Coryphaenoides macrolepis*, макрурус серый (макрурус пепельный, пепельный долгохвост) *Coryphaenoides cinerius*, макрурус малоглазый (малоглазый долгохвост) *Albatrossia pectoralis*. В отличие от печени минтая и трески печень макруруса не востребована пищевой промышленностью и до настоящего времени идет в отходы.

Ранее было показано, что процесс высушивания печени рыб лососевых пород позволяет продлить срок хранения сырья до года. Это позволило разработать метод переработки печени с получением водорастворимых компонентов, для которых доказана возможность применения в качестве гепатопротекторного средства (Чепкасова и др., 2009, 2011; Пат. № 2409291).

Целью данной работы было определение технoхимических характеристик и изучение состава биологически активных компонентов печени малоглазого макруруса для обоснования возможных путей (направлений) ее использования.

Материалы и методы

Печень малоглазого макруруса *Albatrossia pectoralis* была заготовлена в северо-западной части Берингова моря. После разделки рыбы отобранную печень замораживали и хранили в блоках при температуре минус 18 °C.

Аминокислотный анализ проводили на скоростном аминокислотном анализаторе L-8800 фирмы «Hitachi» (Япония). Антиоксидантную активность определяли по методу Глевинда (Владимиров, Арчаков, 1972) с использованием α -дифенил- α -пикрилгидразина (фирма ICN, США). Спектры поглощения были сняты с помощью спектрофотометра UV-3101PC фирмы «Shimadzu» (Япония).

Экстракцию липидов из тканей проводили по методу Фолча, используя смесь растворителей метанол-хлороформ 1 : 2 (об/об) (Folsh et al., 1957).

Общее содержание фосфолипидов и их отдельных классов устанавливали по методу В.Е. Васьковского и Е.Ю. Костецкого (Vaskovsky et al., 1975).

Анализ состава жирных кислот липидов проводили на хроматографе «Shimadzu-14В» (Япония) с пламенно-ионизационным детектором. Условия анализа: капиллярная колонка «Supelcowax-10», 30 м x 0,25 мм, газ-носитель — гелий, температура инжектора — 240 °C, температура детектора — 240, температура термостата — 210 °C. Метилвые эфиры жирных кислот идентифицировали на основании расчета индексов удерживания Ковача ECL (Christie, 1988).

Сублимированный водный экстракт печени, предварительно очищенный хитозаном, получали способом, разработанным авторами ранее (Пат. № 2409291).

Результаты и их обсуждение

В настоящее время не существует комплексной переработки макрурусов, используется только мышечная ткань. Однако среди отходов переработки макруруса интерес представляет печень, которая составляет 4–7 % массы тела, в зависимости от длины особей (это значение выше для более мелких экземпляров). В литературе* приводятся данные по содержанию жира в печени макрурусов серого — 46,0 % от сырой ткани (время вылова декабрь) и малоглазого — 37,4 %. Но эти данные нельзя принимать как абсолютные, поскольку жирность печени зависит от биологического состояния особи (от длины, массы) и времени года.

Для печени малоглазого макруруса, хранившейся до начала работ в замороженном состоянии 3 мес, были определены такие показатели безопасности, как содержание микроэлементов и обсемененность микроорганизмами (табл. 1, 2).

Таблица 1
Содержание микроэлементов в печени малоглазого макруруса, мкг/г сухой ткани
Table 1
Chemical elements content in grenadier liver, µg/g of dry tissue (atomic-adsorption test)

| Объект | Cd | Pb | As | Cr | Cu | Zn | Fe | Ni |
|------------------|-----|-------|-------------|-----|------|-----|-----|-------|
| Печень макруруса | 1,0 | < 3,0 | Не обнаруж. | 1,0 | 13,0 | 111 | 420 | < 1,2 |
| Норма | 2 | 10 | 0,4 | – | 30 | 200 | – | – |

Таблица 2
Микробиологические показатели проб печени малоглазого макруруса
Table 2
Microbiological indices of grenadier liver samples

| Объект | МАФАНМ, КОЕ/г | E. coli в 1 г | БГКП в 0,1 г | Стафилококк в 1 г | Сальмонеллы в 25 г | Плесени и дрожжи в 1 г |
|------------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| Печень макруруса | $3,6 \cdot 10^3$ | Не обнаруж. | Не обнаруж. | Не обнаруж. | Не обнаруж. | Не обнаруж. |
| Норма | $1,0 \cdot 10^4$ | Не допуск. | Не допуск. | Не допуск. | Не допуск. | 200 кл. |

Результаты исследования микроэлементного состава показали, что ни в одном случае содержание элементов не превышает ПДК согласно Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям Таможенного союза**.

По микробиологическим показателям печень малоглазого макруруса также соответствует нормативным показателям.

В ранее проведенных исследованиях (Чепкасова и др., 2009) было показано, что в печени лососевых рыб содержание белка варьирует от 12,7 до 28,8 %, в зависимости от вида рыбы.

Исследование содержания белка в печени малоглазого макруруса показало, что оно составляет 30 % массы сырой ткани печени.

Содержание жира в печени малоглазого макруруса, определенное по методу Фолча, составило 68 % массы сырой ткани, что гораздо больше чем в печени лососевых, для которых содержание жира варьирует в пределах 2,2–2,8 %, в зависимости от вида. По содержанию жира в печени малоглазый макрурус сравним с берингоморским минтаем, для которого содержание жира в печени находится в пределах 33–59 % в зависимости от сезона лова*.

* Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб. М.: ВНИРО, 1998. 223 с.

** Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Глава II. Раздел 1. Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Утверждены решением Таможенного союза № 299 от 28.05.2010 г.

Выявленное высокое содержание жира в печени малоглазого макруруса явилось основанием для отработки параметров выделения липидов. Из печени макруруса проведено вытапливание жира с параметрами процесса, используемыми для получения жира из печени минтая и трески: температура 80–90 °С, длительность 3 ч, центрифугирование (сепарирование) при 4000–6000 g. Выход жира из печени макруруса составил 48 %.

Для полученного продукта были определены показатели, характеризующие качество жира (ГОСТ 7636-85). Кислотное число составило 1,8 мг КОН/г жира, перекисное число — 6,4 ммоль активного кислорода/кг. В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 допустимые нормы для показателей окислительной порчи для жира пищевого из рыбы, жира рыбного в качестве диетического (лечебно-профилактического питания) следующие: кислотное число — не более 4,0 мг КОН/г, перекисное — не более 10,0 ммоль активного кислорода/кг. Необходимо отметить, что эти показатели определены для жира печени макруруса трехмесячного холодильного хранения. Полученные данные свидетельствуют о возможности переработки печени макруруса с получением жира на береговых предприятиях.

В общем липидном материале, полученном экстракцией по Фолчу, были определены классы липидов и более подробно изучен их жирнокислотный состав (табл. 3, 4).

Таблица 3

Состав липидов печени малоглазого макруруса *Albatrossia pectoralis* и кеты, % от общего количества

Table 3

Lipid composition in liver of grenadier *Albatrossia pectoralis* and chum salmon, %

| Класс липидов | Макрурус | Кета* |
|---------------------------|----------|-------|
| Триацилглицериды | 90,6 | 9,9 |
| Эфиры стеринов | 0,3 | 5,1 |
| Холестерин | 0,3 | – |
| Свободные жирные кислоты | 0,2 | 16,8 |
| Алkil-диацилглицериды | < 0,5 | – |
| Сквален | < 1,0 | – |
| Фосфолипиды | 4,5 | 50,4 |
| Ретинол (витамин А), мг/г | 0,12 | – |
| Другие | 2,6 | – |

Примечание. Прочерк — не определяли. * Данные А.И. Чепкасовой с соавторами (2011).

Определение классов липидов в печени макруруса показало, что 90,6 % их состава представлены триглицеридами. Содержание фосфолипидов составляло 4,5 %. Сравнение состава липидов печени двух видов рыб — макруруса и кеты — свидетельствует, что содержание основных классов липидов (фосфолипиды и триглицериды) в печени кеты на порядок меньше, а свободных жирных кислот в 84 раза больше, чем в печени макруруса.

Выше было отмечено, что содержание белка в печени макруруса составляет 32 %. Ранее нами были выделены и охарактеризованы водорастворимые препараты из печени кеты и горбуши, содержащие большое количество белково-пептидного материала, и для одного из них доказано, что он является эффективным гепатопротекторным средством (Чепкасова и др., 2009, 2011). Аналогичную процедуру было решено провести и для печени макруруса. Для выделения фракции водорастворимых компонентов из печени макруруса, являющейся сырьем с высоким содержанием жира, была использована технология их получения, разработанная нами ранее для печени лососей (Пат. № 2409291). Для получения водорастворимых компонентов печень измельчали и заливали пятикратным объемом дистиллированной воды с добавлением гидроксида натрия до достижения pH = 9,5. Смесь перемешивали в течение 15 ч при температуре 8–10 °С и центрифугировали при 5000 об/мин. Было отмечено, что твердый осадок после 20-минутного центрифугирования практически не формировался, однако поскольку процесс проводили при низкой температуре (3 °С), на поверхности экстракта образовывалась воскообразная корка липидного материала, которую удаляли.

Таблица 4

Состав жирных кислот печени макруруса и хитозан-липидного комплекса из его печени,
% от общей массы жирных кислот

Table 4

Fatty acid composition for raw grenadier liver and for chitosan-lipid complex prepared from it, %

| Жирная кислота | Печень | Хитозан-липидный комплекс |
|----------------------------------|-------------|---------------------------|
| 14:0 | 2,8 | 6,1 |
| 15:0 | 0,2 | 0,5 |
| 16:0 | 8,9 | 11,4 |
| 18:0 | 1,5 | 1,0 |
| Насыщенные C15–C18 i, ai | 3,1 | 3,8 |
| Сумма насыщенных ЖК | 16,5 | 22,8 |
| 14:1 – сумма изомеров | 0,3 | 0,7 |
| 16:1n-9+n-5 | 0,4 | 0,6 |
| 16:1n-7 | 8,8 | 13,3 |
| 17:1n-9 | 0,4 | 0,5 |
| 18:1n-11+n-5 | 0,6 | 0,7 |
| 18:1n-9 | 20,9 | 19,8 |
| 18:1n-7 | 6,0 | 5,0 |
| 19:1 | 0,2 | 0,8 |
| 20:1n-11 | 7,8 | 10,0 |
| 20:1n-9 | 5,7 | 5,8 |
| 20:1n-7 | 0,5 | 0,5 |
| 22:1n-11 | 10,0 | 12,7 |
| 22:1n-9 | 2,6 | 2,9 |
| 22:1n-7 | 0,2 | 0,2 |
| Сумма мононенасыщенных ЖК | 64,4 | 73,5 |
| 18:2n-6 | 1,0 | 0,6 |
| 18:3n-9 | 0,2 | 0,6 |
| 18:3n-3 | 0,5 | 0,2 |
| 18:4n-3 | 0,6 | 0,2 |
| 20:2n-9 | 0,2 | 0,1 |
| 20:2n-6 | 0,6 | 0,3 |
| 20:4n-6 | 0,3 | – |
| 20:4n-3 | 0,6 | 0,2 |
| 20:5n-3 | 6,3 | 0,8 |
| 22:5n-3 | 0,8 | – |
| 22:6n-3 | 7,2 | 0,7 |
| Сумма полиненасыщенных ЖК | 16,7 | 3,7 |

После внесения в жидкость хитозана в количестве 6 г на 1 кг печени и перемешивания в течение 3 ч формировался аморфный осадок, представляющий собой хитозан-липидный комплекс (ХЛК). Осадок отделяли центрифугированием и замораживали, супернатант высушивали с использованием распылительной сушилки. Выход водорастворимой фракции составил 160 г из 1 кг печени. В сухом виде водорастворимая фракция представляет собой белый негигроскопичный порошок. Хитозановый осадок высушить не удалось (лиофильная сушилка) из-за его высокой жирности.

В хитозановом осадке было определено содержание липидов, которое составило 81,2 % сырого веса, и исследован состав жирных кислот (ЖК).

В табл. 4 приведен состав ЖК хитозан-липидного комплекса в сравнении с составом ЖК липидов печени макруруса.

Главными жирными кислотами печени макруруса являются мононенасыщенные ЖК — олеиновая (18:1n-9), цетолеиновая (22:1n-11), пальмитоолеиновая (16:1n-7) — и насыщенная ЖК — пальмитиновая (16:0). Они же преобладают и в ХЛК. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) — эйкозапентаеновая (20:5n-3) и докозагексаеновая (22:6n-3) — присутствуют в печени макруруса в количестве соответственно 6,3 и 7,2 % от суммы ЖК, но в ХЛК их концентрация не превышает 1 %. По соотношению

групп ЖК разной степени ненасыщенности хитозан-липидный комплекс отличается от исходной печени. Доля насыщенных и мононенасыщенных ЖК выше в ХЛК, а доля ПНЖК — ниже в 4 раза.

Ранее, при анализе ЖК хитозан-липидного комплекса, полученного при переработке печени кеты, ПНЖК также были обнаружены в его составе в меньшей концентрации по сравнению с составом липидов печени кеты (Чепкасова и др., 2011). Предполагается, что это связано с внесением щелочи в экстракционную смесь.

Сравнительное исследование состава ЖК ХЛК, полученных из мороженой печени макруруса, кеты и горбуши (табл. 5), показало, что основным компонентом ХЛК из печени макруруса были мононенасыщенные ЖК. Аналогичная тенденция характерна и для ХЛК из печени горбуши и кеты. Следует отметить, что содержание насыщенных жирных кислот в ХЛК из печени кеты и горбуши превышало таковое в ХЛК из печени макруруса. Еще более значительные различия демонстрирует сравнение содержания полиненасыщенных ЖК: их содержание в ХЛК из печени макруруса было в 4,8 раза меньше, чем в ХЛК из печени кеты и горбуши.

Таблица 5

Состав ЖК ХЛК из мороженой печени макруруса, кеты и горбуши, % от суммы ЖК

Table 5

Fatty acid composition in chitosan-lipid complex prepared from frozen liver of grenadier, pink salmon and chum salmon, %

| Показатель | Кета* | Горбуша* | Макрурус |
|------------------------|-------|----------|----------|
| Сумма насыщенных | 39,7 | 32,1 | 22,8 |
| Сумма мононенасыщенных | 55,9 | 55,5 | 73,5 |
| Сумма полиненасыщенных | 18,1 | 17,9 | 3,7 |

* Данные А.И. Чепкасовой с соавторами (2009, 2011).

Определение состава классов ЖК в ХЛК разных видов рыб позволило выявить некоторые закономерности их сорбции на хитозане из гомогенатов тканей. Так, судя по соотношению ЖК в ХЛК, несмотря на сходство состава классов ЖК, в печени лососевых на хитозане преимущественно сорбируются насыщенные и мононенасыщенные жирные кислоты. При этом содержание полиненасыщенных жирных кислот в ХЛК из печени лососевых равно. Выявленная закономерность подтверждается и соотношением содержания ЖК в ХЛК из печени макруруса. По-видимому, специфичность сорбции отдельных классов ЖК на хитозане определяется не столько их количественным содержанием в исходном гомогенате, сколько физико-химическими процессами в системе жир-вода.

Проведенные ранее исследования водорастворимых компонентов печени лососевых показали эффективность их применения как гепатопротекторного средства на модели биохимических показателей сыворотки крови у мышей с индуцированным токсическим гепатитом (Чепкасова и др., 2011). Было выдвинуто предположение, что основными компонентами, обуславливающими биологическую активность, являются аминокислоты. Представляло интерес определение состава аминокислот печени макруруса и препаратов из нее.

В образцах замороженной (предварительно обезвоженной ацетоном) и высушенной печени, водорастворимой фракции и хитозановом осадке определяли состав белковых аминокислот (табл. 6).

Из данных табл. 6 видно, что водорастворимый препарат содержит значительно меньшую долю белкового материала, чем исходное сырье и хитозановый осадок. Вероятно, содержащиеся в печени белки преимущественно имеют липопротеидную природу и хорошо связываются с хитозаном. Получившийся хитозановый осадок содержит белкового материала почти вдвое больше, чем исходная печень. Сравнение состава аминокислот водорастворимой фракции печени макруруса и лососевых показывает, что общее содержание белковых аминокислот в препарате из печени лососевых в 29 раз больше, чем в препарате из печени макруруса.

Таблица 6

Содержание белковых аминокислот в печени макруруса и препаратах из нее,
мг аминокислоты/г материала

Table 6

Protein amino acid composition in grenadier liver and preparations from it,
mg of amino acid per g of material

| Аминокислота | Печень мороженая, обезвоженная ацетоном | Водорастворимый препарат (макрурус) | Хитозановый осадок после получения водорастворимого препарата (макрурус) | Водорастворимый препарат (горбуша)* |
|------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Незаменимые аминокислоты | | | | |
| Thr | 16,1 | 2,3 | 23,7 | 20,6 |
| Val | 25,4 | 1,2 | 45,0 | 51,9 |
| Met | 9,6 | 0,2 | 16,3 | 12,6 |
| Ile | 17,6 | 0,7 | 29,5 | 35,1 |
| Leu | 35,1 | 1,1 | 58,3 | 68,4 |
| Phe | 18,0 | 0,9 | 30,6 | 39,4 |
| Lys | 31,8 | 1,4 | 47,8 | 59,3 |
| Сумма незаменимых | 153,6 | 7,8 | 251,2 | 287,3 |
| Заменимые аминокислоты | | | | |
| Tyr | 8,8 | 0,3 | 15,6 | 14,2 |
| Ser | 5,5 | 0,3 | 11,0 | 7,1 |
| Asp | 40,3 | 2,0 | 67,8 | 76,0 |
| Glu | 64,7 | 8,2 | 93,9 | 91,7 |
| Gly | 21,3 | 1,7 | 34,2 | 32,7 |
| Ala | 23,3 | 0,7 | 40,2 | 48,6 |
| His | 12,0 | 0,6 | 20,8 | 23,5 |
| Arg | 24,6 | 0,8 | 42,3 | 34,3 |
| Pro | 24,2 | 0,4 | 43,4 | 50,2 |
| Cys | 4,0 | 0,3 | 7,9 | 6,9 |
| Сумма заменимых | 228,7 | 15,3 | 377,1 | 385,2 |
| Всего | 382,3 | 23,1 | 628,3 | 672,5 |

* Данные А.И. Чепкасовой с соавторами (2011).

Проведено сравнение состава свободных аминокислот и других нингидринположительных соединений в печени макруруса и сублимированном водорастворимом препарате из нее (табл. 7).

Из данных табл. 7 видно, что процесс экстрагирования и сублимирования водорастворимых компонентов печени приводит к увеличению концентрации нингидринположительных соединений чуть более чем в 2 раза по сравнению с сырьем. Доминирующими аминокислотами являются p-Ser, Tau, и Thr. Однако сравнение скорости нингидринположительных соединений сублимированного экстракта печени макруруса и печени горбуши показало, что препараты по данному показателю различаются почти в 20 раз. Особо следует отметить 10-кратное различие содержания в препаратах из печени макруруса и горбуши такой физиологически важной аминокислоты, как таурин.

Известно, что аминокислоты и препараты, их содержащие, обладают выраженной антиоксидантной активностью (табл. 8). При определении антиоксидантной активности препаратов в качестве стандарта использовался дипептид карнозин как антиоксидант средней силы. Использование аминокислоты в качестве стандарта сравнения представляется более корректным.

Антиоксидантная активность препарата из печени макруруса соответствовала для 1 мг сухого препарата активности 1,2 мг стандартного антиоксиданта карнозина. Сравнение антиоксидантной активности водорастворимых полипептидных комплексов

Таблица 7
Содержание свободных нингидринположительных соединений в печени макруруса и водорастворимом препарате, мг/г

Table 7
Content of free ninhydrin compounds in grenadier liver and in water-soluble preparations from liver of grenadier and pink salmon, mg/g

| Соединение | Печень мороженая | Водорастворимый препарат (макрурус) | Водорастворимый препарат (горбуша) |
|--------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| p-Ser | 0,44 | 1,45 | 4,40 |
| Tau | 0,88 | 2,49 | 29,6 |
| Asp | 0,06 | 0,03 | 5,00 |
| Thr | 0,01 | 1,13 | 2,00 |
| Ser | 0,02 | – | 1,70 |
| Glu | 0,47 | – | 5,50 |
| Sar | – | – | – |
| a-AAA | – | – | 0,10 |
| Gly | 0,06 | 0,03 | 6,40 |
| Ala | 0,05 | – | 16,30 |
| Cit | – | – | – |
| a-ABA | 0,01 | 0,04 | 0,12 |
| Val | 0,01 | – | 5,90 |
| Cys | 0,06 | 0,09 | 0,03 |
| Met | – | – | 0,01 |
| Cystin | 0,03 | – | 0,35 |
| Ile | 0,02 | 0,06 | 3,55 |
| Leu | 0,05 | 0,03 | 9,50 |
| Tyr | – | – | 4,10 |
| Phe | 0,01 | 0,04 | 1,60 |
| b-Ala | – | 0,01 | 0,50 |
| b-Aiba | – | 0,01 | 0,15 |
| g-ABA | – | 0,02 | 0,15 |
| Trp | – | – | 0,30 |
| HyLys | – | 0,06 | 0,13 |
| Orn | – | – | 2,60 |
| 3-MeHis | – | – | – |
| Lys | 0,01 | 0,07 | 8,10 |
| His | – | – | 0,74 |
| Ans | 0,02 | 0,02 | 1,80 |
| Car | 0,01 | 0,01 | 0,40 |
| Arg | 0,08 | 0,07 | 2,40 |
| Pro | – | – | 18,6 |
| Всего | 2,30 | 5,66 | 132,06 |

Таблица 8
Антиоксидантная активность водорастворимых препаратов из печени макруруса и горбуши
Table 8
Antioxidant activity of water-soluble preparations from liver of grenadier and pink salmon

| Источник водорастворимых препаратов | Антиоксидантная активность в 1 мг ткани, соответствующая антиоксидантной активности карнозина, мг |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Макрурус, печень мороженая | 1,2 |
| Горбуша, печень мороженая* | 6,5 |
| Гепатосан | Нет активности |

* Данные А.И. Чепкасовой с соавторами (2011).

из печени разных видов рыб показывает, что растворимый комплекс из печени горбуши является в 5 раз более активным антиоксидантом, чем комплекс из печени макруруса. Следует отметить, что коммерческий препарат «Гепатосан», рекомендуемый как гепатопротектор, антиоксидантной активности не проявлял.

Заключение

Известно, что донные и придонные виды рыб, в силу особенности условий обитания, характеризуются специфическим химическим составом органов и тканей. Макрурус не является исключением. Определенный химический состав печени малоглазого макруруса свидетельствует о высоком содержании жира (68 %), что сопоставимо с его содержанием в печени минтая. По нормируемым показателям (содержание перекиси) и показателям безопасности жир из печени макруруса соответствует СанПиН 2.3.2.1078-01. Однако высокое содержание в жире из печени макруруса триглицеридов и невысокое содержание фосфолипидов и ПНЖК ограничивают его использование в качестве лечебно-профилактического средства. Определенное значительное содержание белка в печени макруруса и его незначительное количество в экстракте позволяют сделать вывод, что белки в печени макруруса в основном представлены липопротеинами. По содержанию аминокислот водный экстракт печени макруруса значительно уступает таковому из печени лососевых.

Полученные данные позволяют сделать заключение о возможности использования печени малоглазого макруруса для получения ветеринарного или технического жира, тем более что, как было показано, исходное сырье способно храниться достаточно долго с момента добычи до переработки.

Кроме того, привлекает внимание то обстоятельство, что обработка водного экстракта печени макруруса хитозаном позволяет сконцентрировать в виде осадка большое количество белкового и липидного материала. При этом белка в осадке содержится более 60 % от общей массы и он достаточно богат незаменимыми для человека аминокислотами (около 25 % от общей массы осадка). Это обстоятельство позволяет рекомендовать полученный таким образом хитозановый осадок как основу для производства БАД общеукрепляющего действия, содержащую концентрированный липидный и белковый материал.

Список литературы

Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах : монография. — М., 1972. — 252 с.

Пат. № 2409291 Способ получения водорастворимого полипептидного комплекса из печени рыб лососевых пород / А.И. Чепкасова, Н.Б. Аюшин, Н.Н. Ковалев. — Заявлено 17.08.09; Опубл. 20.01.11.

Чепкасова А.И., Аюшин Н.Б., Юрьева М.И. и др. О комплексной переработке печени дальневосточных лососей // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 240–251.

Чепкасова А.И., Аюшин Н.Б., Юрьева М.И. и др. Технохимическая характеристика печени лососевых рыб и перспективы ее использования // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 159. — С. 325–336.

Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography — a reappraisal // J. Chromatogr. A. — 1988. — Vol. 447, № 2. — P. 305–314.

Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. Method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // J. Biol. Chem. — 1957. — Vol. 226, № 1. — P. 497–509.

Vaskovsky V.E., Kostetsky E.Y., Vasendin I.M. A universal reagent for phospholipid analysis // J. Chromatogr. — 1975. — Vol. 114, № 1. — P. 129–141.

Поступила в редакцию 11.12.13 г.