

**Н.П. БОЕВА, О.В. БРЕДИХИНА,
М.С. ПЕТРОВА, Ю.А. БАСКАКОВА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ЖИРОВ
ИЗ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ**

МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО ВНИРО
2016

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное агентство по рыболовству

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)

Н.П. Боева, О.В. Бредихина,
М.С. Петрова, Ю.А. Баскакова

**ТЕХНОЛОГИЯ ЖИРОВ
ИЗ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

Москва
Издательство ВНИРО
2016

УДК 665:574.5
Б 72

Редакционный совет ФГБНУ «ВНИРО»:
*М.К. Глубоковский, В.А. Бизиков,
О.А. Булатов, И.В. Бурлаченко, А.И. Глубоков,
Б.Н. Котенев, А.М. Орлов, М.В. Сытова, Е.Н. Харенко*

Рецензент:
М.В. Цибизова, д-р техн. наук,
доцент ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный
технический университет»

Боева Н.П., Бредихина О.В., Петрова М.С., Баскакова Ю.А.

Б 72 **Технология жиров из водных биологических ресурсов: Монография.**
– М.: Изд-во ВНИРО, 2016. – 107 с.

В монографии рассмотрены основные вопросы, связанные с производством и переработкой жиров из водных биологических ресурсов. Дана общая характеристика жиров, их пищевая и биологическая ценность, рассмотрены различные способы получения и очистки жира из жиросодержащего сырья водных биологических ресурсов. Рассмотрены технологии специализированных жиров: медицинского, ветеринарного, пищевого, технического. Особое внимание уделено получению жира пищевого из покровного сала млекопитающих низкотемпературным способом. Изложен материал о биологически активных добавках к пище на основе жиров водных биологических ресурсов, их роли в современной нутрициологии. Рассмотрен ряд новых технологий БАД к пище, разработанных на протяжении последних лет под руководством д.т.н. Нэли Петровны Боевой.

Монография предназначена для специалистов отрасли и студентов, обучающихся по специальности 260302 «Технология рыбы и рыбных продуктов».

Электронная версия размещена на официальном сайте ВНИРО по адресу <http://vniro.ru/ru/izdatelstvo/elektronnye-izdaniya>.

© Боева Н.П., Бредихина О.В.,
Петрова М.С., Баскакова Ю.А., 2016

© Издательство ВНИРО, 2016

ISBN 978-5-85382-475-1

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ – СЫРЬЁ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИРОВ	7
1.1. Рыбы	8
1.2. Беспозвоночные	12
1.3. Водные млекопитающие	16
1.4. Отходы переработки водных биологических ресурсов	19
1.5. Требования к сырью и готовой продукции при производстве пищевых жиров из водных биологических ресурсов	20
1.6. Общая характеристика жиров из водных биологических ресурсов	24
1.7. Пищевая и биологическая ценность липидов водных биологических ресурсов	30
2. ПЕРЕРАБОТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	35
2.1. Способы получения жира из жиросодержащего сырья водных биологических ресурсов	35
2.2. Способы очистки жиров, полученных из водных биологических ресурсов	40
3. ТЕХНОЛОГИЯ ЖИРОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	44
3.1. Технология медицинского рыбного жира	44
3.2. Технология ветеринарного рыбного жира	51
3.3. Технология пищевого жира из рыбного сырья	54
3.4. Технология жиров различного назначения из водных млекопитающих	56
3.5. Технология гидрогенизированных жиров	64
3.6. Технология жиров из вторичных сырьевых ресурсов	67
3.7. Технология жиров сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий	71
3.8. Перспективные технологии жиров из различных видов сырья	72
3.9. Хранение жиров	75
4. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЖИРОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	84
4.1. Биологически активные вещества (БАВ) и их роль в современной нутрициологии	85
4.2. Технологии биологически активных добавок к пище на основе жиров водных биологических ресурсов	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
ЛИТЕРАТУРА	100

ВВЕДЕНИЕ

Водные биологические ресурсы являются ценным сырьём для получения жиров, которые находят широкое применение в пищевой, медицинской промышленности, ветеринарии, а также могут использоваться в других отраслях хозяйства.

Рыбная промышленность является производителем ценных жиров из рыбы и нерыбных объектов промысла, которые широко используются в различных отраслях хозяйства, в том числе пищевой и медицинской промышленности, а также в ветеринарии.

Мировое производство рыбного жира в последние 10 лет стабильно находится в диапазоне 0,8-1,0 млн т. Из морских млекопитающих и других нерыбных объектов вырабатывают около 4 тыс. т жира в год. Наиболее значительные объемы производства рыбного жира характерны для таких стран, как Перу, Чили, США, Скандинавские страны и Япония [Мировое производство..., 2013].

В настоящее время мировой уровень развития науки и техники в области переработки сырья из водных биологических ресурсов позволяет получать ценные компоненты не только непосредственно из сырья, но и из отходов, которые раньше рассматривались сырьем только для получения кормовой и технической продукции. Актуальным является внедрение комплексных ресурсосберегающих технологий, когда сырье используется практически полностью в производственном цикле. Так, современные технологии переработки жиросодержащего сырья позволяют получить в значительных количествах пищевые, кормовые продукты, жиры и биологически активных добавки к пище и лечебно-профилактические препараты.

В связи с нарушением пищевого статуса населения нашей страны, когда в организм человека поступает недостаточное количество витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов, необходимым является более широкое использование продукции на основе жиров из водных биологических ресурсов.

Наиболее ценным из жиров, вырабатываемых рыбной промышленностью, является медицинский рыбный жир, применяемый в педиатрии в целях нормализации липидного обмена и усиления сопротивляемости детского организма к различным заболеваниям и отрицательным воздействиям внешней среды.

Биологическая ценность медицинского рыбного жира обусловлена присутствием натуральных витаминов А и Д на фоне уникальных физиологически активных полиненасыщенных жирных кислот, присущих лишь липидам морских организмов.

Однако медицинский рыбный жир, несмотря на острую необходимость в нем, с 1980 г. в педиатрии был запрещен к применению в связи с повышенным содержанием хлорорганических пестицидов (ХОП).

Группой разработчиков под руководством д.т.н. Ржавской Ф.М. разработан эффективный способ очистки медицинского рыбного жира от ХОП с помощью молекулярной дистилляции, основанный на способности этих соединений испаряться в условиях высокого вакуума и умеренных температур. Обработка жира разработанным способом позволяет значительно (на 2-3 порядка) снизить содержание ХОП при полной сохранности всех биологически активных компонентов, характеризующихся высокой реакционной способностью и лабильностью. Этот способ позволил возобновить производство медицинского рыбного жира в рыбной отрасли.

Исследованиями в области технологии рыбных жиров и продуктов на их основе на протяжении прошлого столетия занимались такие ученые как Колчев В.В., Лагунов Л.Л., Максимов С.Н., Ржавская Ф.М., Мрочков К.А., Переплетчик Р.Р.

Был разработан способ щелочного гидролиза жира для получения витамина А, проводились исследования по изысканию оптимального способа получения концентрата витамина А из печени рыб и определению содержания непредельных жирных кислот в тресковом жире, предложена рациональная

технология промышленного производства спермацетсодержащего вещества высоко ценимого парфюмерной промышленностью.

Группой сотрудников ВНИРО Мрочковым К.А., Ржавской Ф.М., Василевским Б.С., Зайкиным В.В., Макаровой А.М. была разработана технология получения уникальных препаратов спермоля и спермацета из жирового мешка головы кашалота.

Одним из вопросов переработки морских млекопитающих является переработка подкожного сала этих животных на пищевой жир низкотемпературным способом.

В последние годы прошлого столетия в связи с дефицитом нутриентов в стране во ВНИРО под руководством доктора технических наук Боевой Н.П. был разработан ряд биологически активных добавок и лечебно-профилактических препаратов на основе рыбных жиров водных биологических ресурсов. Были разработаны такие уникальные биологически активные добавки к пище как «Кодвитален», «Гидробинол», «Биафишенол», «Концентрат омега-3», «Крабовое масло», «Кальмаровое масло», «Тюленол», «Лецитин в тюленьем жире», «Акулье масло». Все БАДы отмечены дипломами и медалями Международных выставок «Инрыбпром».

1. ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ – СЫРЬЁ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИРОВ

Водные биологические ресурсы являются богатым источником не только полноценного легкоусвояемого белка, незаменимых аминокислот, важных микро- и макроэлементов, но и сырьём для производства биологически активного рыбного жира, жира нерыбных объектов промысла, а также биологически активных добавок к пище и лечебно-профилактических продуктов на их основе [Ржавская, 1976; Байдалинова, 2011; Беседнова, 2014].

Жировая ткань – это разновидность рыхлой соединительной ткани, содержащая в своем составе большое количество клеток, заполненных нейтральным жиром. В теле рыбы в зависимости от расположения различают подкожную жировую ткань, жировую ткань темной мускулатуры и внутренних органов, а также спинную, брюшную, внутримышечную и прикостную жировые ткани. Количество жировых клеток и общее количество жира в них значительно колеблется [Кизеветтер, 1973; Сафронова, 2001].

Сырьем для производства жира и жировой продукции являются рыбы и нерыбные объекты промысла, а также отходы от их переработки (рис. 1).



Рис. 1. Жиросодержащее сырьё водных биоресурсов

Сырьем для получения пищевого жира являются жиросодержащие отходы разделки рыб, беспозвоночных и ракообразных, целая мелкая рыба, подкожное сало ластоногих, соответствующие требованиям. Показатели безопасности регламентируются СанПиН и Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).

Нормативной базой, регламентирующей показатели качества и безопасности жиросодержащего сырья служат отраслевые стандарты, такие как ОСТ 15-411-2003 Печень морских рыб охлажденная и мороженая; ОСТ 15-62-96 Жиросодержащее сырье морских млекопитающих; ОСТ 15-414-2004 Субпродукты рыбные мороженые. ТУ, и ТУ рыбоперерабатывающих предприятий.

1.1. Рыбы

Рыбы являются традиционным сырьем для получения пищевого, ветеринарного и технического жиров [Справочник технолога, 1971; Кизеветтер, 1973; Сборник технологических инструкций..., 1994; Орлова, 2004; Технология рыбы... 2006; Боева, 2008; Патент 2440405].

В состав тела рыбы входит большое количество химических веществ: белки, жиры (липиды), вода, минеральные вещества, витамины, ферменты и гормоны. Одним из основных показателей общего химического состава рыб являются жиры. Химический состав рыбы зависит от возраста, пола рыбы, сезонных изменений, среды обитания и кормовой базы. Химический состав рыб подвержен значительным колебаниям, но в пределах одного семейства существует относительное постоянство в содержании основных веществ [Кизеветтер, 1973; Байдалинова, 2011].

В зависимости от содержания жира в теле рыб условно различают: тощие рыбы – с содержанием жира в мясе до 4 % (треска, щука, судак и др.); рыбы средней жирности – с содержанием жира в мясе от 4 до 5 % (камбалы, сиги, сомы и др.) и жирные рыбы – с содержанием жира в мясе более 8 % (осетры,

сельди, лосося и др.) [Справочник по химическому составу... рыб, 1998; Технология рыбы..., 2006].

Для рыб разных групп, классифицированных по содержанию белка, наиболее постоянной величиной является суммарное содержание воды и жира (К) в мясе рыб различных видов, близкое к 80 %:

- а) низкобелковые рыбы (содержание белка до 10 % (например, угольная рыба)) имеют К, равное 90,7 %;
- б) среднебелковые (10-15 % (нототения)) – 85,5 %;
- в) белковые (15-20 % (сельдь)) – 80,4 %;
- г) высокобелковые (более 20 % (скумбрия)) – 76,6 %.

Весьма большие различия имеются в распределении жира в теле рыб. У одних рыб (осетровых, лососевых, сельдевых) жир находится преимущественно в мясе – в жировой ткани, которая располагается в миотомах между мышечными волокнами или в подкожном слое. У других рыб, в частности камбалы, жир сосредоточен главным образом в около костной соединительной ткани (у позвоночника, основания плавников и головных костей). У некоторых рыб основная масса жира заключена в брюшной полости – в облегающих внутренности жировых отложениях (судак, морской окунь) или отдельных внутренних органах в частности печени (тресковые, акулы, скаты). Сезонные и возрастные изменения жирности рыб наиболее характерно проявляются в изменении количества жира в тех частях тела и органах, в которых он преимущественно откладывается. Например, у нагульной сельди и морского окуня жирность всей массы внутренностей достигает до 35-45 %, а у леща и судака бывает даже более 50 % [Справочник по химическому составу..., 1998].

Жиры, находящиеся в рыбе, представляют собой смесь ряда веществ, нерастворимых в воде, но растворимых в органических неполярных растворителях. Основную массу жировых веществ составляют простые липиды – триглицериды жирных кислот. Кроме них, в состав жировых веществ входят более сложные по своей структуре соединения типа эфиров –

фосфолипиды и стериды, которые, как и жиры, при нагревании со щелочью гидролизуются. Наряду с липидами в сыром жире присутствуют растворимые в жирах неомыляемые вещества: стерины, витамины, красящие вещества и иногда углеводы. В составе липидов мяса свежей рыбы находится небольшое количество моно- и диглицеридов, свободных жирных кислот, являющихся продуктами липидного обмена в организме. В виду наличия свободных жирных кислот жир, выделенный из тканей свежей рыбы, имеет кислотное число 0,1-0,4 мг КОН/г. В связи с наличием фосфолипидов в выделяемом из тканей рыбы жире обычно находится азот (от 0,01 до 0,05 %) и фосфор (от 0,014 до 0,020 %). В незначительных количествах в жирах рыб содержатся йод, бром, хлор, мышьяк, сера. [Ржавская, 1976; Ржавская, 1980; Байдалинова, 2011].

Из внутренних органов рыб наибольшее значение при получении жира имеет печень, составляющая у разных видов в среднем от 30 до 60 % от общей массы всех внутренностей [Единые нормы выхода..., 2012]. В состав печени многих рыб наряду с небольшим количеством азотистых веществ, входит большое количество липидов. В их состав наряду с нейтральным жиром (триглицеридами) входят фосфолипиды (лецитин), стерины (холестерин) и жирорастворимые витамины А, D и E. Особенно богата витамином А печень морских рыб – тресковых, акул, скатов, скумбрии и др. Массовая доля витамина D в печени разных рыб колеблется от 60 до 360 мг % [Ржавская, 1980].

Витамины А и D, а также провитамин – холестерол – находятся в печени преимущественно в связанном состоянии в виде нестойких комплексных соединений с белками. Также в печени в значительных количествах содержатся пантотеновая кислота, водорастворимые витамины – В₁₂, В₁ и др.

Жир печени более ненасыщенный, чем жир, заключенный в мышцах и подкожной клетчатке рыбы, и содержит всего 8-17 % насыщенных кислот (соответственно ненасыщенных 83-92 %). Содержание неомыляемых веществ в печеночных жирах разных рыб значительно варьирует. Так, в жире печени тресковых рыб обнаружено от 0,3-0,4 до 2,0-3,0 % неомыляемых веществ, в

жире печени зубатки 3,8-5,2 %, в жирах печени палтуса и тихоокеанских лососей (кеты, нерки, горбуши и др.) от 5,0-6,0 до 8,0-8,5 %. Исключительно высоким содержанием неомыляемых веществ отличается печеночный жир у акул. У некоторых видов акул количество неомыляемых веществ в жире доходит до 80-90 %, причем последние состоят преимущественно из углеводов [Кизеветтер, 1973; Ржавская, 1976; Байдалинова, 2011].

У многих рыб в голове и костях содержится большое количество жира (до 10-15 %, в некоторых случаях до 20 %). Массовая доля жира в плавниках невелика 1,0-2,5 %, но для некоторых, например осетровых и сома она составляет до 15-20 %. В желудке и кишечнике, как и в печени, содержатся витамины группы В (В₁₂ и др.) и витамин А.

Кожа составляет 2-7 % общей массы рыбы. Например, в коже осетровых рыб между коллагеновыми волокнами откладываются жиры, и после соответствующей ее обработки жир можно извлечь [Кизеветтер, 1973; Байдалинова, 2011].

Кроме того, потенциальным сырьем для получения рыбного жира могут служить миктофиды – мелкие мезопелагические рыбы, жир которых характеризуется высоким, до 23-30 %, содержанием полиненасыщенных жирных кислот и отсутствием фракции липидов, снижающих пищевую ценность, таких как воска [Патент 2121845].

Важной отличительной особенностью жиров рыб от жиров животного и растительного происхождения является наличие в их составе высоконенасыщенных жирных кислот, среди них с 4-6 двойными связями. Наличие биологически активных полиненасыщенных кислот омега-3 (эйкозопентаеновой и декозогексаеновой) в морских организмах обуславливает их высокую биологическую ценность. Присутствующие в жире рыб эссенциальные линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты в настоящее время признаны очень важными, физиологически необходимыми веществами, называемыми витамином F [Тютюнников, 1974; Ржавская, 1976; Технология рыбы..., 2006; О'Брайен, 2007].

В связи с особенностями химического состава жира получаемого из рыбного сырья он является ценным сырьем для получения медицинского и пищевого рыбного жира, витаминных препаратов и биологически активных добавок к пище на основе жиров, которые получили широкое распространение в настоящее время [Зайцев, 1980; Боева, Сидоров, 2002; Орлова, 2004].

1.2. Беспозвоночные

Из промысловых беспозвоночных в настоящее время наибольший интерес с точки зрения получения жиров в промышленном масштабе представляют ракообразные (крабы, креветки и криль) и головоногие моллюски (кальмары) [Технология рыбы..., 2006; Глубоковский, 2012].

Наиболее ценным объектом является **камчатский краб**. Промысловое значение имеют синий краб и краб-стригун. В Баренцевом море добывают акклиматизированного камчатского краба. Сырое мясо крабов содержит 0,3-0,8 % жира. Липиды, выделенные из мяса краба, содержит до 19 % неомыляемых веществ, в основном состоящих из двух стеролов: холестерина и десмостерола. В печени краба содержится 8-22 % жира, кроме того, довольно много жира накапливается в неоплодотворенной икре (25-29 %). Выделенный из печени и икры жир представляет собой темноокрашенную с зеленой опалесценцией жидкость со специфическим запахом. Жир легко окисляется (йодное число 160-166) и содержит от 4 до 23 % неомыляемых веществ, среди которых отсутствует витамин А [Справочник по химическому составу..., 1999].

Промысловое значение имеют более 100 видов **креветок**. В мясе креветок присутствует до 0,7-2,3 % жиров. В составе липидов мяса идентифицировано более 40 жирных кислот. Среди них насыщенные жирные кислоты составляют до 25 %, а количество ненасыщенных жирных кислот с числом двойных связей от 1 до 6 может достигать до 73 % от общего содержания жирных кислот [Справочник по химическому составу..., 1999].

Жиры, выделенные из мяса и внутренних органов крабов и креветок, могут служить ценным сырьем для получения биологически-активных веществ и получения препаратов на их основе.

Криль широко распространен в водах Антарктики от берегов материка до южной границы фронтальной зоны Антарктической конвергенции. Это холодноводный вид, обитающий при температуре от крайних отрицательных значений до 4,5 °С; образует в верхнем 50-100 метровом поверхностном слое воды плотные скопления, доступные для облова с промысловой целью. Химический состав криля богат белковыми веществами и жиром. Однако состав мяса подвержен значительным колебаниям и зависит от размера, стадии развития, пола, сезона лова и района обитания. Содержание жира в мясе криля по разным исследованиям колеблется в пределах от 1,2 до 9,5 %. К началу июня (в Антарктике – начало зимы) запасы липидов имеют тенденцию к снижению, особенно у самок [Орлова, 2004].

Исследования липидов криля свидетельствует о том, что основными их классами являются фосфолипиды и триглицериды, со значительным преобладанием последних до 50-60 %. Значительную часть липидов составляют стеринны и их эфиры, которые в сумме составляет 15-21 %. Кроме того, в липидах криля присутствуют до 16 % свободных жирных кислот, указывающих на высокую активность липолитических ферментов. Липиды криля, как и других беспозвоночных, характеризуются относительно высоким содержанием насыщенных 35,2-49,0 % и полиненасыщенных кислот 18,4-38,6 %, в ряде случаев, пониженным количеством мононенасыщенных кислот 20,2-41,0 %.

Основными жирными кислотами липидов криля являются миристиновая (14:0), пальмитиновая (16:0), олеиновая (18:1 ω 9), эйкозапентаеновая (20:5 ω 3), докозагексаеновая (22:6 ω 3), на их долю приходится до 87 % от общего количества полиненасыщенных жирных кислот. В липидах криля отмечается высокий уровень до 17,5 % биологически активной эйкозапентаеновой кислоты, свойственной липидам других беспозвоночных. Сумма биологически активных кислот омега-3, омега-6 превышает 33 % и свидетельствует о том, что

липиды криля богаты такими кислотами. Наличие большого количества жирных кислот с пятью и шестью двойными связями (около 13-28 %), которые эффективны в нормализации липидного обмена и снижения уровня холестерина в крови людей и животных, обуславливает высокую пищевую ценность липидов криля.

Темно-красный цвет жиров криля обусловлен присутствием в них каратиноида астаксантина. Астаксантин содержится во всех тканях рачков, но в основном концентрируется в глазах криля. Это вещество целесообразно извлекать из глаз криля и использовать в качестве естественных красителей пищевых продуктов [Сидоров, 2007].

Следующий объект для получения жиров из беспозвоночных, который получил распространение в настоящее время, являются **кальмары**. Это объекты промысла в водах Тихого и Атлантического океанов. Для пищевых целей используется мясо кальмара. Из внутренних органов интерес представляет печень, процентное содержание которой при разделке составляет от 2,4 до 6,4 %. В печени кальмара накапливается до 18-20 % жира и она является источником для получения биологически активных веществ – концентрата полиненасыщенных жирных кислот (докозагексаеновой и эйкозапентаеновой), холестерина. В табл. 1 представлен фракционный состав липидов внутренностей кальмара, на примере командорского кальмара [Крутченский, 1989; Сидоров, 2005].

Таблица 1. Фракционный состав липидов командорского кальмара, %

№ п/п	Наименование класса липидов	Командорский кальмар			
		Икра	Молоки	Печень	Общие внутренности
1	Фосфолипиды	13	8	5	8
2	Стерины	4	3	-	-
3	Алкоксимоноглицериды (АМГ)	34	3	3	0,5
4	Свободные жирные кислоты (СЖК)	8	10	9	0,5
5	Триглицериды (ТГД)	11	39	42	34
6	Алкоксиглицериды	26	32	34	21
7	Углеводороды	2	3	3	33
8	Прочие	2	2	4	3

Анализ жирнокислотного состава внутренностей командорского кальмара показывает, что они являются также ценным источником биологически активных полиненасыщенных жирных кислот омега-3. В гонадах кальмара суммарное содержание этих кислот составило в среднем около 40 % от суммы жирных кислот, в печени – 17 % от суммы жирных кислот, что позволило считать липиды внутренностей кальмара сырьем для БАД гипохолестеринемического действия.

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод, что внутренности командорского кальмара являются богатым источником липидов, содержащих алкоксиглицериды обладающих гемо- и иммуностимулирующими свойствами [Сидоров, 2005].

В результате исследований были выделены отдельные фракции липидов: фосфолипиды, стерины, триглицериды, свободные жирные кислоты, а так же в значимых количествах: диалкоксиглицериды и моноалкоксиглицериды с концентрацией не менее 90 % в каждой фракции.

В табл. 2 представлены данные жирнокислотного состава внутренностей кальмара, % суммы кислот.

Таблица 2. Жирнокислотный состав внутренностей кальмара, % от суммы кислот

Кислота (код)	Внутренности кальмара
14:0	1,55
16:0	7,03
16:1	1,80
18:1	23,50
18:2	0,15
18:3	0,24
20:1	16,70
20:2	0,76
20:4 ω6	1,10
20:5 ω3	20,10
22:1	3,74
21:5	0,40
22:5 ω3	1,80
22:6 ω3	14,50
Сумма 20:5 ω3 и 22:6 ω3	34,60

Как видно из табл. 2 жирнокислотный состав внутренностей кальмара представлен значительной суммой высоконенасыщенных биологически активных кислот омега-3 (до 34,6 %), что позволяет жир, выделенный из внутренностей кальмара, использовать для производства БАД к пище гипохолестеринемического действия.

1.3. Водные млекопитающие

В настоящее время основным источником получения жиров из водных млекопитающих можно рассматривать **ластоногих** (тюленей), на промысел которых устанавливается общий допустимый улов [Берзин, 1990; Петрова, 2008; Глубоковский и др., 2012].

Основным сырьем для получения жира является хорovina (верхний кожно-жировой покров в виде шкуры с салом), в процессе обработки из нее получают сало, а затем жир, который можно использовать для медицинских, пищевых и технических целей [Боева, 2007].

Для всех видов ластоногих, кроме морских котиков и сивучей, характерным является сильно развитая подкожная жировая ткань, в которой сконцентрирован основной запас жировых веществ в организме, выполняющий функции резервного источника энергии и надежного изолятора тела и внутренних органов от температурных влияний внешней среды [Справочник по химическому составу..., 1999].

При благоприятных условиях – в периоды нахождения зверей в районах с обильными кормовыми ресурсами наблюдается значительное повышение жирности, в основном за счет увеличения жировых отложений в подкожном сале. При неблагоприятных условиях – недостатке кормов, а также в периоды линьки и размножения, и в особенности при кормлении самками детенышей – жировые запасы морских зверей сокращаются, и толщина подкожного сала уменьшается [Единые нормы выхода..., 2012; Магомаев, 1980].

Относительное содержание жира в тушах морских зверей значительно выше, чем у наземных животных. Содержание подкожного сала составляет от 20 до 60 % к общему весу туши морских зверей, содержание жира в сале от 75 до 98 %. В подкожном сале сконцентрировано около 90 % жиров, содержащегося в теле животного.

Жировая ткань представляет собой рыхлую соединительную ткань со значительным количеством жировых клеток. Белки сала состоят примерно из 80-90 % коллагена. Остальное количество составляет: эластин, альбумин, глобулин и другие белковые вещества [Справочник технолога, 1971; Сафронова, 2001; Технология рыбы, 2006; Технология морепродуктов, 2010; Байдалинова, 2011].

Свежее подкожное сало обладает преимущественно белым цветом, имеет едва уловимый специфический запах, привкус и небольшую плотность. При длительном хранении без охлаждения на воздухе оно снаружи начинает желтеть и приобретает более темный буроватый цвет, уплотняется, теряя жир-сыротов. Задержанное в хранении сало приобретает по всей поверхности желтизну с коричневым оттенком типа «ржавчины». У него появляется сильно выраженный специфический запах «ворвани» и прогорклый вкус. Кислотное число жира в таком сале начинает резко возрастать, снижая ценность сырья и ограничивая возможности использования жира только для технических нужд.

В целях сохранения жирового сырья после разделки туши зверя необходимо охлаждать хоровину и хранить ее в помещении при температуре ниже 0 °С.

При оценке качества подкожного сала (шелеги) исходят из органолептических и физико-химических показателей. Данные по физико-химическим показателям представлены в табл. 3.

Подкожное сало и жир-сыротов выделяющийся при разделке и хранении сырья, подразделяют по качественным показателям на три сорта: первый, второй и третий. Поступает сало (шелега) в свежем (парное и охлажденное) или в соленом виде. Жир-сыротов образуется при строжке сала и в процессе

хранения сырья. Такие константы жира, как число омыления, коэффициент рефракции, неомыляемые вещества и удельная масса, приведенные в табл. 3, характеризуют особенности жира и содержание различных веществ в продукте.

Жиры, полученные из сала, снятого с различных участков хоровины почти не различаются по физико-химическим свойствам [Справочник технолога..., 1971; Справочник по химическому составу, 1999].

Таблица 3. Физико-химические показатели подкожного сала тюленей

Физико-химические показатели	Виды тюленей				
	Кольчатая нерпа (акиба)	Обыкновенный пятнистый тюлень (ларга)	Морской заяц (лахтак)	Каспийский тюлень	Гренландский тюлень
Удельная масса, г/см ³	0,92-0,93 (при 15 °С)	0,92-0,93 (при 16 °С)	0,92-0,93 (при 15 °С)	0,92-0,93 (при 20 °С)	0,92-0,93 (при 20 °С)
Коэффициент рефракции (20 °С $\lambda = 589$ нм)	1,477-1,484	1,473-1,480	1,745-1,487	1,4498-1,4580	1,4772-1,4788
Число омыления, мг КОН/г	189,9-196,2	186,9-194,0	186,1-195,6	191,2-205,2	186,50-199,07
Неомыляемые вещества, %	0,2-6,6	0,34-0,78	0,2-6,6	0,13-0,8	0,37-0,41

Состав и количественное содержание жирных кислот липидов в подкожном сале ластоногих весьма разнообразно. Жир характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных кислот в среднем 35 % от суммы кислот. Содержание доминирующих кислот в липидах покровного сала ластоногих варьирует в весьма широком диапазоне (% от суммы кислот): миристиновая кислота (14:0) – от 2,78 в липидах каспийского тюленя до 4,14 в липидах гренландского тюленя, пальмитиновая (16:0) – от 7,55 в липидах нерпы до 10,69 в липидах каспийского тюленя; пальмитолеиновая (16:1) – от 12,53 в липидах гренландского тюленя до 24,85 в липидах нерпы; олеиновая (18:1) – от 22,81 в липидах нерпы до 31,79 в липидах каспийского тюленя;

эйкозапентаеновая (20:5) – от 4,47 в липидах каспийского тюленя до 10,39 в липидах нерпы; докозагексаеновая (22:6) – от 7,30 в липидах гренландского тюленя до 12,15 в липидах каспийского тюленя. Отмеченные колебания этих кислот, вероятно, обусловлены видовыми особенностями животного, сезонами и районами промысла [Боева, Сидоров, Макарова, 2006; Сидоров, 2006].

1.4. Отходы переработки водных биологических ресурсов

При переработке сырья из рыбы и нерыбных объектов промысла для получения продукции различного назначения накапливается значительное количество отходов, которые также можно рассматривать как вторичные сырьевые ресурсы, т.е. дополнительное сырье для получения жира [Быков, 1980; Зайцев, 1980; Справочник по химическому составу, 1998; Гигиенические требования... 2003; Боева, 2008].

Большое количество твердообразных отходов образуется при такой технологической операции, как разделка сырья. Отходы рыбного сырья: кости, плавники, головы, кожа, пищеварительные органы, в некоторых случаях гонады (икра и молоки) и печень содержат значительное количество полезных веществ, после соответствующей обработки которых можно получить дополнительное количество жира. Полученный жир, в зависимости от сырья и способа обработки, можно использовать на пищевые, медицинские, кормовые, технические цели или направлять на производство биологически активных добавок к пище, которые получили широкое распространение в настоящее время [Технология рыбных продуктов, 2006; Боева, 2008].

При переработке беспозвоночных (крабов, креветок, кальмаров) на пищевые цели используется мышечная ткань, а внутренности (печень, гонады, гепатопанкреас) являются отходами производства [Справочник технолога, 1971; Единые нормы выхода..., 2012].

Значительная часть отходов производства представлена в жидком виде. Так, при производстве кормовой муки из рыбы в ходе технологического процесса при прессовании разваренной рыбной массы выделяются

подпрессовые бульоны, которые можно рассматривать как дополнительное сырье для получения жира. После его обработки на сепараторе выделяется жир, используемый на ветеринарные, кормовые или технические цели [Боева, 2008].

Питьевая вода после ее использования в технологических операциях также превращается в неоднородную жидкую систему. Дисперсионной средой этой системы служит вода, а дисперсной фазой – вещества (взвешенные, белково-липидный комплекс, и т.д.). Образующаяся водно-белково-липидная система составляет основную часть производственных стоков предприятия. Например, обработка бульонов после варки и бланширования различных видов сырья позволяет получить дополнительно технический жир. При обжарке рыбы в растительном масле образуется белково-липидный комплекс, состоящий из растительных, рыбных жиров и белковых веществ. Переработка данного вида отходов с разделением белково-липидной системы также позволяет получить технический жир, который затем возможно использовать в смазочных маслах. При утилизации сточных вод на очистных сооружениях предприятий предусмотрена обработка и утилизация жира и осадков. Извлечение из них жира позволяет дополнительно получить жировую продукцию технического назначения [Технология рыбы..., 2006; Боева, 2008].

1.5. Требования к сырью и готовой продукции при производстве пищевых жиров из водных биологических ресурсов

Согласно СанПиН 2.3.2. 1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов» и «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» пищевые продукты должны удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии и отвечать предъявляемым к пищевым продуктам требованиям показателей качества и безопасности.

Рыба и другие объекты промысла как пищевые продукты животного происхождения, могут представлять опасность, если получены с нарушением

санитарно-гигиенических правил при технологической обработке, на этапах хранения и реализации, в результате инфицирования патогенной, токсикогенной и сапрофитной микрофлорой.

Важнейшим этапом в системе профилактических мероприятий по предупреждению отравления и заражения людей через потребляемую рыбу и рыбопродукты, являются исследования, направленные на выявление основных контаминантов химического и микробиологического происхождения, позволяющих гарантировать санитарно-гигиеническое благополучие продовольственного сырья и вырабатываемой из него продукции.

Изготовление пищевых продуктов должно осуществляться в соответствии с действующими нормативными и техническими документами и подтверждаться изготовителем удостоверением качества и безопасности пищевых продуктов.

Каждая партия сырья вспомогательных материалов, поставляемых на предприятие для переработки, сопровождается ветеринарным свидетельством, санитарно-гигиеническим заключением на сырье и вспомогательные материалы.

Для сырья животного происхождения, в частности прудовых хозяйств и водоемов воспроизводства рыбы, обязательна информация об использовании или отсутствия пестицидов для борьбы с эктопаразитами и заболеваниями, указанием наименования пестицида и конечной даты его использования.

Тара и упаковка сырья и готовой продукции должна соответствовать нормативной документации и обеспечивать сохранность их качества и безопасность на всех этапах оборота продукта.

Для отдельных видов пищевых продуктов, в частности биологически активных добавок к пище, обязательна информация области применения и «Не является лекарством».

За соответствием продуктов питания требованиям безопасности и пищевой ценности осуществляется производственный контроль и государственный санитарно-эпидемиологический надзор и контроль.

Для проведения лабораторных исследований и испытаний показателей качества и безопасности пищевых продуктов допускаются метрологически аттестованные методики, соответствующие требованиям обеспечения единства измерений и характеристикам погрешности измерений, способам использования при испытании образцов и контроля их параметров, а также методики соответствующие действующему законодательству и утвержденные в установленном порядке.

По органолептическим показателям жиросодержащее сырье и готовая продукция должна соответствовать требованиям согласно нормативной документации по данному виду сырья и готовому продукту.

Безопасность сырья и продуктов в микробиологическом и радиационном отношении, по содержанию химических загрязнителей определяется в соответствии с нормативами, установленными СанПин 2.3.2. 1078-01 и «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)».

Определение показателей безопасности и пищевой ценности продуктов, в т.ч. биологически активных добавок к пище, смешанного состава проводится по основному виду или видам как по массовой доле, так и по допустимым уровням нормируемых контаминантов.

Использование терминов: диетический, лечебный, профилактический запрещается без специального разрешения соответствующих органов.

В жировых продуктах контролируются показатели гидролитической порчи липидов – кислотное число (в пищевом рыбном жире оно должно быть не более 4 мг КОН/г) и окислительной порчи – перекисное число (в пищевом рыбном жире оно должно быть не более 10 ммоль O_2 /кг).

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза рыбы, ракообразных, моллюсков и продуктов их переработки на наличие возбудителей паразитарных болезней проводится в соответствии с санитарными правилами по проведению паразитологического контроля и паразитологическими показателями безопасности.

Для питьевой воды, используемой в технологических процессах переработки сырья, устанавливаются гигиенические нормативы по паразитологическим показателям безопасности питьевой воды, которые определяются в соответствии с гигиеническими нормативами, установленными к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Морская вода, которая используется при переработке сырья в судовых условиях, также проверяется и устанавливается ее соответствие нормативной документации.

В рыбе, ракообразных, моллюсках и продуктах их переработки не допускается наличие живых личинок паразитов, опасных для здоровья человека. При обнаружении живых личинок гельминтов руководствуются санитарными правилами по профилактике паразитарных болезней.

Согласно СанПин 2.3.2. 1078-01 разделу 1.3. «Рыба, нерыбные объекты промысла и продукты, вырабатываемые из них» в табл. 4 представлены следующие микробиологические показатели сырья.

Таблица 4. Микробиологические показатели сырья, используемого для получения жиров

Сырье и продукты	КМАФАнМ, КОЕ/, не более	Масса продукта (г), в которой не допускается			Примечание
		БГКП (колиформы)	<i>S. aureus</i>	Патогенные, в том числе сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i>	
Рыба-сырец и рыба свежая	$5 \cdot 10^4$	0,01	0,01	25	<i>V. parahaemolyticus</i> – не более 100 КОЕ, для морской рыбы
Рыба охлажденная, мороженая	$1 \cdot 10^5$	0,001	0,01	25	То же
Ракообразные:					
<i>живые</i>	$5 \cdot 10^4$	0,01	-	25	<i>V. parahaemolyticus</i> – не более 100 КОЕ
<i>охлажденные и мороженые</i>	1·10	0,01	0,01	25	
Головоногие моллюски	$1 \cdot 10^5$	0,001	0,01	25	То же

В табл. 5 представлены показатели безопасности сырья, используемого для производства жиров из рыбы.

Таблица 5. Допустимый уровень показателей безопасности рыбного сырья, используемого для производства жира

Наименование вещества		Допустимый уровень, не более
Токсичные элементы, мг/кг	Свинец	1,0
	Мышьяк	1,0
	Кадмий	0,2
	Ртуть	0,2
Пестициды, мг/кг	Гексахлорциклогексан (α , β , γ - изомеры)	0,1
	ДДТ и его метаболиты	0,2
Полихлорированные бифенилы, мг/кг		3,0
Радионуклиды, Бк/кг	Цезий 137	60
	Стронций 90	80

1.6. Общая характеристика жиров из водных биологических ресурсов

Жиры широко распространены в природе. Они представляют собой смесь разнообразных по составу органических веществ. В натуральных жирах содержится около 95-97 % глицеридов жирных кислот. В состав смеси входит также некоторое количество сопутствующих веществ – фосфатидов, стерингов, восков, продуктов гидролиза, витаминов и т.д. Такую сложную смесь в жирах, выполняющую важную физиологическую и биологическую роль в живых организмах, называют липидами [Тютюнников, 1974; Кейтс, 1975; Бергельсон, 1981; Стопский, 1991; Кольман, 2004; О’Брайен, 2007].

Основные биологические функции липидов: главные компоненты биомембран; запасной, изолирующий и защищающий органы материал; наиболее калорийная часть пищи; важная составная часть диеты человека и животных; переносчики ряда витаминов; регуляторы транспорта воды и солей; иммуномодуляторы (регуляторы активности некоторых ферментов); эндогормоны (передатчики биологических сигналов). Липиды плохо растворяются в воде, но хорошо растворяются в гидрофобных органических

растворителях. Исключение составляют фосфолипиды, которые в отличие от триглицеридов, плохо растворяются в ацетоне. Липиды взаимно растворимы, и при извлечении из тканей растений и животных организмов они вместе составляют продукт, называемый сырым жиром. На рис. 2 представлен фракционный состав сырого жира [Кейтс, 1975; Ржавская, 1976; О'Брайен, 2007].

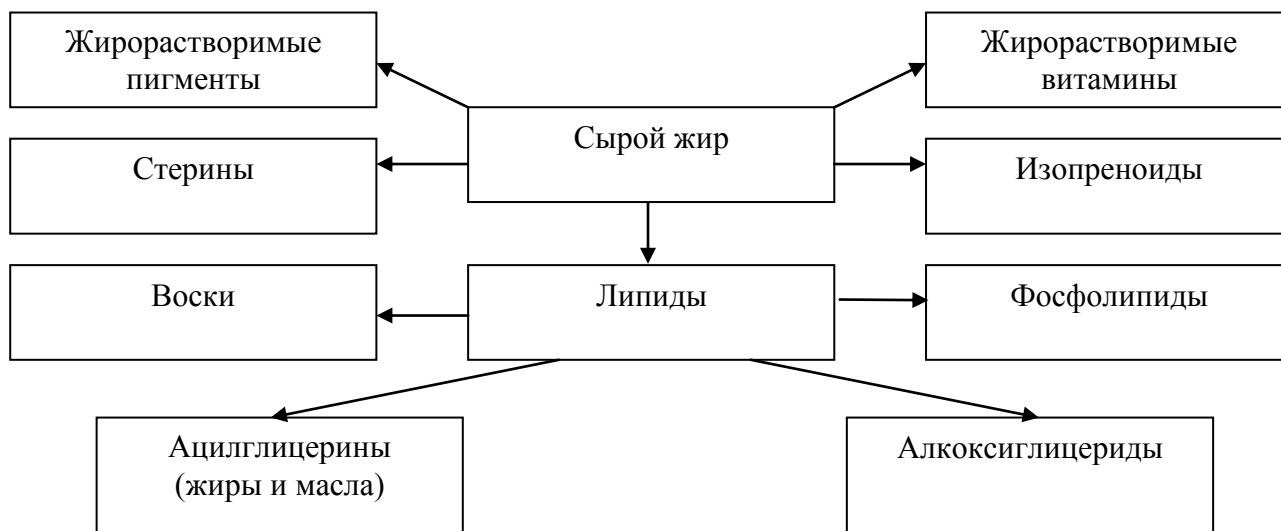


Рис. 2. Фракционный состав сырого жира

Липиды классифицируют по химическому составу или по химической природе. По химическому составу и структуре липиды разделяют на простые (не содержащие фосфор и азот), сложные и циклические (с циклической структурой спиртов или кислот) [Тютюнников, 1974; О'Брайен, 2007].

Согласно классификации липидов по химической природе их делят на следующие основные группы.

Триглицериды и фосфолипиды. Липиды большинства морских организмов в основном представлены триглицеридами и фосфолипидами. В запасных (депо) липидах рыб и морских млекопитающих преобладают триглицериды. Из доминирующих липидов значительной пищевой ценностью обладают фосфолипиды и триглицериды. Фосфолипиды входят в состав клеточных структур и поэтому являются ценным строительным материалом.

Запасные липиды (в основном триглицериды) водных биоресурсов представляют собой высококалорийный продукт. Вследствие низкой температуры плавления (22-35 °С) эти триглицериды очень легко всасываются и поэтому значительно полнее усваиваются организмом (на 95-97 %) по сравнению с растительными маслами (89-94 %) и жирами наземных животных (75-88 %). Липиды морских организмов служат также источником физиологически необходимых витаминов (А, Д и Е). Однако этими широко известными свойствами их ценность не исчерпывается.

Жирные кислоты триглицеридов и фосфолипидов. Триглицериды и отдельные классы фосфолипидов построены из одних и тех же жирных кислот, но в разных количественных соотношениях, определяемых природой источника. Наиболее чаще всего различаются соотношения следующих кислот: пальмитиновой, пальмитолеиновой, стеариновой, олеиновой, эйкозапентаеновой, докозагексаеновой [Стопский, 1992; Ржавская, 1976; О'Брайен, 2007].

Алкоксидиглицериды. Липиды мышечной ткани и особенно печени содержат значительное количество алкоксидиглицеридов, которые наряду с триглицеридами выполняют функцию энергетического резерва организма.

В липидах мышечной ткани и печени различных рыб на долю алкоксидиглицеридов (в среднем) приходится 20 %. Такому количественному соотношению алкоксидиглицеридов и общих липидов соответствует их неомыляемая фракция (в основном это – глицериновые эфиры). О количестве алкоксидиглицеридов в липидах судят по величине и составу неомыляемой фракции липидов.

Воски. Воски в липидах рыб чаще всего рассматривают как энергетический резерв организма, их физиологические функции аналогичны функциям триглицеридов. Однако существует гипотеза, в соответствии с которой, воскам отводится важная роль в поддержании плавучести глубоководных рыб. Высокое содержание восков в липидах мышечной и

жировой тканях и однообразии состава восков различных тканей глубоководных рыб, подтверждают эту гипотезу.

Углеводороды. В липидах рыб углеводороды присутствуют в разных количествах. Углеводороды морских организмов представлены двумя основными компонентами – пристаном и скваленом.

Стерины. Главным стеринем липидов рыб является холестерин, который в липидах мышечной ткани рыб различных видов варьирует в достаточно высоких пределах: в липидах одних рыб он составляет десятые доли процентов, в липидах других достигает 8-10 %. Характерно, что высокому содержанию липидов в мышечной ткани рыб соответствует весьма незначительное количество холестерина, находящееся в пределах 0,2-1,9 %. Липиды мышечной ткани тощих рыб, входящие в состав клеточных структур, содержат относительно много холестерина 6-15 %. Для стеринов отмечены сезонные колебания. Наибольшим изменениям подвержены холестерин и 24-метилхолестерин. Минимальное количество холестерина зафиксировано в январе, а максимальное – в марте.

Витамины. **Витамин А (антиксерофтальмический)** сосредоточен в липидах печени и внутренностях рыб. В липидах печени депонируется основная масса витамина А, в липидах внутренностей его концентрируется намного меньше. Содержание витамина А в печени атлантической и балтийской трески составляет в среднем 500-1400 МЕ; она используется для производства натурального медицинского жира.

Витамин Д (антирахитический). О количестве витамина Д в липидах рыб относительно немного сведений. Это, по-видимому, объясняется трудностью его аналитического определения в присутствии витамина А.

Витамин Е (фактор размножения) в липидах печени и мышечной ткани большинства исследованных видов рыб составляет около 20-60 мг %. Однако липиды рыб в ряде случаев значительно беднее витамином Е, чем липиды растений. В растительных маслах иногда присутствует до 400 мг % витамина Е,

а в масле зародышей пшеницы – более 500 мг % [Стопский, 1992; О’Брайен, 2007].

Витамин F (эссенциальные жирные кислоты: линолевая, линоленовая, арахидоновая) в липидах морских организмов содержится в небольших количествах. Они являются постоянным компонентом клеточных структур и тканей, а также совершенно необходимы при образовании клеточных мембран, миелиновой оболочки нервов, нитей митохондрий, соединительных тканей. В качестве структурного элемента фосфолипидов эссенциальные кислоты входят в состав весьма сложных липопротеиновых комплексов, в том числе и комплекса различных клеточных мембран (фосфатиды + рибонуклеиновая кислота + белок), имеющего исключительно большое физиологическое значение.

Липиды морских организмов значительно отличаются от растительных масел и жиров наземных животных чрезвычайно большим разнообразием входящих в их состав жирных кислот (по числу атомов углерода в молекуле и числу двойных связей). Для этих липидов характерно присутствие кислот с 4, 5 и 6 двойными связями в молекуле, которых в растительных маслах и большинстве жиров наземных животных вообще нет; в последних иногда зафиксировано ничтожное количество (менее 0,1 %) кислот с 4 и 5 двойными связями. В липидах морских организмов кислоты с 4 двойными связями достигают 10 %, с 5 двойными связями превышают 30 %, а с 6 – приближаются к 40 %. Следовательно, по содержанию высоконенасыщенных кислот с 4, 5, и 6 двойными связями – липиды морских организмов являются уникальными [Кизеветтер, 1973; Ржавская, 1980].

Жирные кислоты входят в состав различных классов липидов: они составляют основную массу триглицеридов, являются существенной частью фосфолипидов, восков, алкоксидиглицеридов, сфинголипидов; часто этерифицируют гидроксильную группу стероидов и витаминов, образуя с ними сложные эфиры.

Состав жирных кислот определяет свойства триглицеридов и в значительной степени характеризует свойства других классов липидов, структурными элементами которых они являются. В частности, важное свойство липидов взаимодействовать с кислородом воздуха и приобретать при этом отрицательные органолептические свойства, определяются составом их жирных кислот. Следовательно, жирные кислоты представляют собой наиболее лабильную часть молекул основных классов липидов.

Липиды морских организмов построены из одноосновных кислот с углеродной цепью разной длины и разной степени насыщенности. По последнему признаку их разделяют на:

- насыщенные – нет двойных связей;
- мононенасыщенные – имеют одну двойную связь;
- полиненасыщенные – несколько двойных связей.

Соотношение жирных кислот липидов морских организмов колеблется в больших пределах и обусловлено рядом факторов, включающих в себя биологические особенности организма и влияние внешней среды.

Наличие достоверных сведений о составе жирных кислот чрезвычайно важно, т.к. на его основе определяется степень изменения липидов под воздействием кислорода воздуха и позволяет прогнозировать их относительную устойчивость к окислительной порче во время хранения, а также возможное поведение в процессах обработки для получения различных продуктов.

Обобщение многочисленных данных о составе жирных кислот общих липидов мышечной ткани и липидов печени основных промысловых семейств, показывает, что эти кислоты разнообразны не только по молекулярному весу (числу атомов углерода в молекуле) и структуре, но и по количественному соотношению: содержание одних кислот исчисляется долями процентов, а количество других составляет 20-30 % от общей массы кислот.

Необходимо отметить, что состав и количественное содержание жирных кислот липидов зависит от биологических особенностей рыб (вид, орган или часть тела, пол, возраст, время года). Не меньшее влияние оказывают внешние

факторы, то есть условия окружающей среды (обитание в морском или пресном водоеме, температура, глубина обитания, объекты питания) [Ржавская, 1980].

Таким образом, липиды морских организмов имеют ряд особенностей, благодаря которым их следует выделить в группу, весьма отличающуюся от липидов наземных животных и растений: для них характерно наличие глицеридов моновенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот [Кизеветтер, 1973; Ржавская, 1976; Байдалинова, 2011].

Основная масса жиров некоторых видов рыб (акул) и беспозвоночных (кальмаров) представлена классами, имеющимися только у водных биоресурсов, и по своей химической природе относятся к сопутствующим липидам веществам: алкоксидиглицериды, воски, углеводороды.

В состав липидов рыб входят полиненасыщенные эссенциальные кислоты (витамин F), кроме того, липиды водных организмов в качестве структурного элемента в относительно больших количествах содержат и другие биологически активные высокомолекулярные высоконенасыщенные кислоты – эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ЭГК), которые совершенно не обнаружены в липидах растений и в большинстве липидов наземных животных [Ржавская, 1976; Байдалинова, 2011].

1.7. Пищевая и биологическая ценность липидов водных биологических ресурсов

В настоящее время принято разделять такие понятия как пищевая и биологическая ценность продуктов питания.

Пищевая ценность – комплекс свойств пищевых продуктов, обеспечивающих физиологические потребности человека в энергии и основных пищевых веществах [Нечаев, 2003; Солдатенков, 2006].

Липиды выполняют в основном роль энергетических веществ: они являются главным источником тепловой энергии, превращаясь в организме в результате гидролиза и окисления в углекислоту и воду. Содержащиеся

в рыбе витамины выполняют в организме человека роль регуляторов процессов обмена веществ.

Безжировая диета, или недостаток липидов, вызывает нарушение деятельности почек, при этом замедляется половое созревание; повышается водный и кислородный обмен: у животных возникает усиленная потребность в воде и кислороде; повышается проницаемость кожи; снижается стойкость эритроцитов к гипотоническим растворам, что, по-видимому связано с нарушением структуры тканей; снижается активность щитовидной железы, что свидетельствует о нарушении структуры митохондрий; повышается чувствительность к ультрафиолетовому облучению и радиоактивным излучениям.

Запасные липиды (в основном триглицериды) представляют собой высококалорийный продукт.

Из доминирующих липидов значительной пищевой ценностью обладают фосфолипиды и триглицериды. Фосфолипиды входят в состав клеточных структур и поэтому их можно рассматривать как ценный строительный материал.

Биологическая ценность – комплекс свойств пищевых продуктов, отражающий степень соответствия их состава потребностям организма в основных биологически активных веществах.

Липиды обладают весьма важными функциями, обусловленными составом жирных кислот. Имеется группа кислот, которая относится к жизненно важным, физиологически необходимым, эссенциальным. Это полиненасыщенные жирные кислоты – линолевая, линоленовая и арахидоновая, составляющие витамин F. Они являются постоянными компонентами клеточных структур тканей и совершенно необходимы при образовании клеточных мембран, миелиновой оболочки нервов, нитей митохондрий.

Эссенциальные жирные кислоты обеспечивают ряд крайне важных функций животного организма: нормальный рост; развитие образование клеток

кожи и ее питание; благоприятное протекание беременности и лактации; нормальный перенос (обмен) холестерина; нормальное давление в подкожных кровеносных сосудах; участие в предохранении организма от радиации; устойчивость и нормальную эластичность сосудов, их проницаемости наряду с задержкой роста и усиленным потреблением кислорода являются наиболее ранними признаками недостаточности эссенциальных кислот.

При недостаточности эссенциальных кислот нарушается липидный обмен в печени и крови, происходит перераспределение липидов в организме. Полагают, что эссенциальные кислоты образуют более подвижные эфиры холестерина, способствующие его выведению из организма; при отсутствии таких кислот холестерин этерифицируется насыщенными кислотами и образует эфиры, откладывающиеся на стенках сосудов, что приводит к развитию атеросклероза.

Липиды морских организмов имеют ряд особенностей: широкий спектр составляющих их классов, большое разнообразие жирных кислот. В состав липидов входят полиненасыщенные эссенциальные кислоты, высокомолекулярные высоконенасыщенные кислоты. Присутствие биологически активных кислот в липидах морских организмов обуславливает их высокую пищевую ценность, но вследствие большой степени ненасыщенности липиды легко подвергаются окислению под воздействием кислорода воздуха. В процессах обработки и хранения рыб и рыбных продуктов их качество, как правило, снижается вследствие изменений находящихся в них липидов (жира). В связи с этим сведения о жирно-кислотном составе липидов гидробионтов необходимы для определения пищевой ценности, а также для наиболее рациональных способов их обработки и хранения, совершенствования существующих и разработки новых технологических процессов.

Биологическая ценность липидов водных биологических ресурсов определяется наличием в них биологически активных полиненасыщенных

кислот омега-3 и эссенциальных полиненасыщенных кислот, а также жирорастворимых витаминов А и Д.

Биологические эффекты полиненасыщенных жирных кислот можно разделить на две основные группы:

1. Включаются в структуру клеточных мембран, где регулируют текучесть мембран, а соответственно и активность мембранных белков, определяющих электрические и метаболические процессы в клетке (важность таких процессов трудно переоценить, ведь иногда даже опухолевая трансформация клетки начинается с «простого» изменения активности мембранного белка – протеинкиназы С).

2. Включаются в метаболизм в качестве субстрата для синтеза важнейших клеточных биорегуляторов – простагландинов, тромбоксанов и лейкотриенов.

Помимо омега-3 полиненасыщенных жирных кислот, существует омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты, которые человек получает с растительными маслами. Эффекты омега-6 и омега-3 полиненасыщенных жирных кислот очень похожи. Но в то же время, могут быть полностью противоположны. Например, при раке, болезнях суставов или астме омега-3 кислоты облегчают состояние, а омега-6, наоборот, провоцируют ухудшение. Очень важно, чтобы соотношение кислот семейств омега-6 к омега-3 в рационе здорового человека составляло приблизительно 8:1-10:1, а в случаях патологий липидного обмена 5:1, или даже 3:1. Анализ питания населения России показал, что это соотношение достигает 30:1. Такая ситуация провоцирует целый набор хронических патологий, поэтому включение в рацион омега-3 полиненасыщенных жирных кислот очень актуально для населения нашей страны. Омега-3 полиненасыщенных жирных кислот относятся к эссенциальным факторам питания, и их содержание должно постоянно составлять от 4 до 6 % рациона человека.

На рис. 3 изображены основные направления физиологического воздействия полиненасыщенных жирных кислот в снижении риска заболеваний.

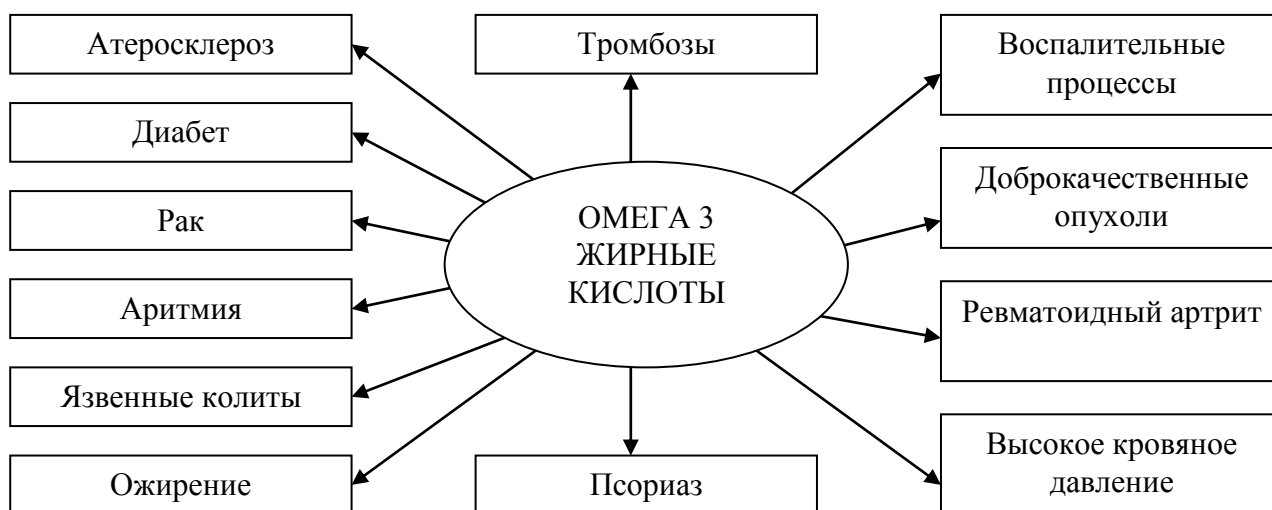


Рис. 3. Основные направления физиологического воздействия полиненасыщенных жирных кислот в снижении риска заболеваний

Эйкозаноиды, образовавшиеся из разных жирных кислот, могут обладать совершенно различными биологическими свойствами. Это открытие помогло понять причину того, почему народы, потребляющие большие количества морских продуктов, богатых омега-3 жирными кислотами, в значительно меньшей степени подвержены сердечно-сосудистым и другим заболеваниям, чем те, чья пища содержит заметные количества арахидоновой кислоты или много насыщенных жирных кислот (мясные и молочные продукты). Поэтому в мире все шире используют пищевые добавки и лекарственные препараты на основе рыбного жира [Боева, Сидоров, 2002; Оттавей, 2010].

Таким образом, триглицериды и фосфолипиды, биологически активные вещества, жизненно важные кислоты, витамины А, D и E, содержащиеся в жирах гидробионтов, обуславливают их высокую пищевую ценность. Используют их в педиатрии и для улучшения липидного обмена, снижения уровня холестерина, профилактики и лечения атеросклероза, гипертонической и других болезней у всех возрастных категорий, и особенно у пожилых людей [Левачев, 1988; Гордиенко, 1990; Ладодо, 1996; Самсонов, 1996; Тутельян, 1996; Горелова, 1999; Тутельян 1999; Беседнова, 2014;].

2. ПЕРЕРАБОТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Техника и технологии переработки жиросодержащего сырья постоянно совершенствуются. В настоящее время известны несколько способов получения жиров. Выбор того или иного способа зависит от сырья, содержания в нем жира и вида готового продукта [Справочник технолога..., 1971; Сборник технологических инструкций..., 1994; Технология рыбы..., 2006].

Жиры водных биологических ресурсов различного назначения, в т.ч. для производства медицинских, пищевых, ветеринарных жиров и биологически активных добавок к пище вырабатываются в два этапа. Первый этап производства предусматривает получение жира-полуфабриката и осуществляется в морских или береговых условиях. Второй этап – доведение жира-полуфабриката до требований, предъявляемых нормативными документами к готовой продукции. Очистка жира-полуфабриката, изменение его свойств, товарное оформление продукта осуществляется исключительно в береговых условиях. В значительной мере, это связано с организацией технологического процесса и со значительным водо- и энергопотреблением жирового производства. Выбор технологического процесса при производстве жира-полуфабриката зависит от вида жиросодержащего сырья, обеспеченности оборудованием предприятия и его производственной мощностью.

2.1. Способы получения жира из жиросодержащего сырья водных биологических ресурсов

Основная масса жиров, находящихся в сырье, представляет собой запасные липиды, которые сосредотачиваются в специализированных тканях: подкожная жировая клетчатка, внутреннее сало, печень, кости и другие. Кроме этого в тканях содержатся плазматические и структурные липиды, которые входят в состав клеточных оболочек и протоплазмы, образуя комплексы с белками. Для извлечения жира необходимо разрушить клеточные оболочки и жировые клетки, органически связанные с межклеточным веществом, состоящим

из коллагеновых и эластиновых волокон, и отделить его от образующихся коллоидных систем [Кизеветтер, 1973; Байдалинова, 2011].

Тепловой способ (вытапливание) получил наибольшее распространение в рыбной промышленности, является наиболее известным и используется с древних времен [Справочник технолога..., 1971; Технология рыбы..., 2006; Патент 2363726; Боева, 2013].

В основе этого способа лежит процесс термической обработки жирового сырья, обеспечивающий вытапливание жира и разрушение жировой ткани под влиянием воды, температуры и при помощи механического воздействия.

Применяют его в основном при обработке сырья с относительно высоким содержанием жира от 20 % (печень и внутренние органы рыб, покровное сало водных млекопитающих).

Вытапливание жира производят в котлах под избыточным давлением при контактном нагреве (температура острого пара 145-150 °С) или греют в котлах под вакуумом глухим паром (температура 95-100 °С).

На выход жира при вытапливании оказывают влияние следующие факторы: исходное содержание жира в сырье; степень измельчения сырья; способ его разогрева; температура вытапливания; количество добавляемой воды; способ отделения жира от водно-белковой части жира.

Оптимальная температура вытапливания составляет 70 °С. При этой температуре интенсифицируются процессы тепловой денатурации белков, что приводит к разрушению клеточных мембран и способствует выходу жира из жиросодержащих клеток.

Более интенсивное нагревание сырья, проводимое острым паром, а также быстрое достижение высокой температуры прогреваемой массы, способствует снижению выхода жира, по сравнению с относительно медленным прогреванием при использовании глухого пара. Добавление воды вызывает переход коллагена в глютин (водный раствор).

При вытапливании использование глухого пара позволяет получить более качественный продукт – жир, который имеет более низкие показатели окисления (пероксидное и альдегидное числа).

Способ отделения жира от водно-белковой части также оказывает влияние на его выход. Способ отстаивания недостаточно эффективен и выход жира не превышает 70–75 % от общего его содержания. Лучшим способом отделения жира от водно-белковой массы является центрифугирование.

Низкотемпературный способ (замораживание). Отличается невысоким выходом готового продукта и в основном используется для свежего сырья. В качестве сырья используют, как правило, жирную печень и покровное сало морских животных [Боева, Сидоров, Попова, 2006; Патент 2478692; Боева, Сидоров, Макарова, 2007; Патент 2277580].

Способ основан на разрушении структуры жировых клеток при замораживании. Для получения жира высокого качества жировое сырье замораживается при температуре минус (30-35) °С в течение 3,5-4,0 ч до конечной температуры не выше минус 20 °С. При более высокой температуре (минус 15 °С) не происходит полного разрушения жиросодержащих клеток, что снижает выход жира и ухудшает его качество. Выход жира составляет до 95 % от содержания в жировом сырье и характеризуется высоким качеством [Сборник технологических инструкций..., 1994; Технология рыбы..., 2006].

Способ щелочного гидролиза. Данный способ используется для получения препарата витамина А в жире из печени рыб или ветеринарного жира из внутренностей рыб [Сборник технических инструкций..., 1994; Технология рыбы..., 2006].

Режим гидролиза определяется такими условиями, как количество добавляемой к сырью воды и щелочи, а также температурой процесса. Общее количество воды составляет в 2-3 раза больше количества содержащихся в печени белковых веществ, для маложирного сырья в 4-5 раз. Количество щелочи зависит от состояния сырья и способа его консервирования.

При гидролизе печени в охлажденном или сыром виде рН обрабатываемой массы должно составлять от 8,6 до 10,0; для соленого сырья рН от 12,0 до 13,0.

Используется двухступенчатый режим обработки жиросодержащего сырья. На первом этапе производится нагревание сырья до температуры 50 °С, что способствует выделению жира, большая часть которого из мелкодиспергированного состояния переходит в крупнодиспергированное, что замедляет омыление. На следующем этапе температура повышается до 85 °С, что ускоряет процесс гидролиза и разрушает белок. Основная часть жира отделена от белка и находится в верхней части гидролизуемой массы, нижний слой – гидролизат, в котором содержатся полипептиды, аминокислоты, минеральные вещества и мыла. По завершению процесса гидролиза обработанную массу отстаивают и сливают.

Экстракционный способ. Данный способ в основном применяется в масложировой промышленности [Стопский, 1992; О'Брайен, 2007]. В рыбной промышленности используется редко, что связано с качеством сырья и режимами экстракции. Этот способ используется с применением органических растворителей для извлечения жирорастворимых веществ из печени и мозга водных млекопитающих для получения препаратов и концентратов жирорастворимых витаминов, лецитина и других веществ [Боева, Сидоров, Белоцерковец, 2006; Боева, Сидоров, Попова, 2007; Патент 2309757]. Кроме того, способ экстракции также используется для обезжиривания «сушенки» (сухого полуфабриката кормовой муки) с содержанием жира более 1%. Полученный продукт используется для изготовления стартовых кормов для молоди некоторых видов рыб [Технология рыбы..., 2006; Боева, 2008].

Основным недостатком экстракционного способа получения жира является токсичность органических растворителей, пожаро- и взрывоопасность производства.

Способ ферментативного гидролиза. Этот способ до последнего времени не использовался непосредственно для получения жира полуфабриката, но его применяли при изготовлении ферментативных белковых гидролизатов

[Разумовская, 1981; Байдалинова, 2006; Новикова, 2006; Патент 2648593]. Способ основан на разрушении жиросодержащих тканей сырья в результате воздействия протеолитических ферментов на белки, что способствует разрушению липопротеидных комплексов, что приводит к отделению жира от водно-белковой массы. Однако при этом проходят биохимические процессы, которые ухудшают качество жира. В качестве ферментных препаратов можно использовать различные их виды, предпочтительность определяется такими факторами, как доступностью цены и активностью по отношению к расщеплению выбранного вида сырья. Ферментные препараты могут быть микробного происхождения, растительного или животного. Особенно интенсивно проходит гидролиз липидов под действием липазы, в результате чего увеличивается кислотное число продуктов и они, как правило, реализуются в качестве низкосортных полуфабрикатов технических жиров. Для инактивации липазы можно применять подкисление сырья до pH 1-2 с использованием неорганических кислот с последующей нейтрализацией гидролизованной массы [Сергиенко, 2013; Патент 2478695; Артемова, 2013; Боева, 2015].

Гидромеханический способ. В основе этого способа лежит использование кавитационных явлений и механических импульсов, возникающих при движении рабочего органа машины и обрабатываемого сырья в водной среде. Явления кавитации возникают при достижении определенных значений гидростатического давления и гидродинамических условий [Технология рыбы..., 2006].

В обрабатывающую машину (например, молотковую дробилку) поступает жировое сырье и вода, нагретая до 80 °С. После обработки получают водно-белковую эмульсию, которую сепарируют для отделения жира. Данным способом извлекается до 80 % жира.

Электроимпульсный способ. Также используется для обработки жиросодержащего сырья, и применяется для снижения жирности готовой

продукции при последующей обработке. Например, при производстве кормовой муки из жирного сырья.

Измельченное сырье предварительно нагревается до температуры около 40 °С и подвергается воздействию электрического тока. Напряжение и частота электрического тока подбираются в зависимости от вида сырья. В результате денатурации белков и воздействия электрическим током происходит интенсивное разрушение мембран жиросодержащих клеток и выделение из них жира. Из обработанной массы жир извлекается центрифугированием или гидромеханическим способом [Боева, 2002].

Ультразвуковой способ. Основан на действии ультразвуковых колебаний с частотой от 300 до 1500 кГц на жиросодержащее сырье. Высокочастотные звуковые колебания в результате механического воздействия на молекулярном уровне изменяют структуру белка, что приводит к разрушению мембран клеток и выходу жира в межклеточное пространство. Жир от водно-белковой части сырья из обработанной массы извлекают центрифугированием [Патент 2468072; Технология рыбы..., 2006].

Внедрение данного способа в производство осложнено в связи со сложностью аппаратного оформления и отрицательного воздействия ультразвука на обслуживающий персонал.

2.2. Способы очистки жиров, полученных из водных биологических ресурсов

Для улучшения качества полученного из жиросодержащего сырья жира-полуфабриката существуют различные способы его очистки.

Наличие примесей определяют тот или иной цвет жиров, придают специфический запах и вкус, а также могут образовывать осадок, делая полученные жиры непрозрачными. При проведении очистки необходимо не только удалить нежелательные примеси, но и сохранить все ценные вещества, содержащиеся в продукте.

В зависимости от состава и качества полученного жира и его дальнейшего использования применяют следующие способы очистки: физические, химические, физико-химические [Справочник технолога, 1971; Быков, 1980; Сборник технологических инструкций, 1994; Байдалинова, 2006; Технология рыбы, 2006].

Физические способы. Применяются при первичной очистке жира для удаления нерастворимых веществ, образующихся или попавших в продукт при его получении. При использовании этих способов удаляются механические взвеси и часть коллоидно-растворимых белковых веществ.

Отстаиванием очищают жир от посторонних нерастворимых примесей. Преимуществами данного способа является простота аппаратного оформления, однако процесс протекает достаточно длительно, требуются значительные производственные площади и низкая эффективность, если удаляемые вещества имеют плотность, близкую к плотности жира. В настоящее время данный способ практически не применяется [Справочник технолога..., 1971].

Сепарирование также используется для очистки жира от примесей. Используется последовательное сепарирование – сначала на грязевом сепараторе, затем на жировом. В этом случае повышается производительность и улучшается очистка жира [Быков, 1980; Технология рыбы..., 2006].

Жир на сепаратор подают нагретый до 85-90 °С, что уменьшает его вязкость и способствует лучшему отделению примесей. Вода направляемая на сепаратор, должна иметь температуру выше температуры жира – обычно 95-100 °С. При работе сепаратора необходимо постоянно контролировать содержание жира в отходящей воде.

На грязевом сепараторе происходит отделение плотной части, куда входят белковые примеси. На жировом сепараторе жир отделяется от водной части. Общие потери жира к массе жира, поступившего на сепаратор, составляют 0,1-0,3 %. После сепарирования жир охлаждают в специальных ваннах. При

охлаждении часть триглицеридов с высокой температурой плавления кристаллизуется и отделяется в процессе фильтрации.

Фильтрация – это процесс разделения смеси, в которой количество твердой фракции по сравнению с количеством жидкой относительно небольшое. В жировой смеси после охлаждения содержание твердой фракции, содержащей триглицериды насыщенных жирных кислот, составляет 16-20 %. Фильтрацию проводят в фильтр-прессах или центрифугах. В качестве фильтров используется различный материал [Сборник технологических инструкций..., 1994; О'Брайен, 2007].

Химические способы. Данные способы основаны на обработке жиров химическими реагентами и используются для удаления содержащихся в жирах свободных жирных кислот, фосфолипидов, азотистых веществ, мыл и некоторых других соединений.

Гидратация (удаление примесей с помощью воды) дает возможность выделить содержащиеся в жире вещества с гидрофильными связями (белки, полипептиды, мыла и фосфолипиды). Фосфолипиды хотя и являются ценными компонентами в пищевом и биологическом отношении, но при хранении могут выпадать в виде осадка, ухудшая органолептические и технологические свойства продукта. При гидратации жир обрабатывается водой в струйном смесителе или путем орошения. Вещества, имеющие гидрофильные группы, набухают, плотность их увеличивается, скорость осаждения частиц возрастает.

Гидрогенизацию жиров морских животных и рыб применяют для получения отвержденных жиров (саломасов), используемых в зависимости от физико-химических показателей для пищевых (производство маргарина, кулинарных жиров и т. д.) и технических целей (производство мыла, стеарина и изолирующих материалов) [Технология рыбы..., 2006; О'Брайен, 2007].

Отверждение жира в процессе гидрогенизации является результатом насыщения непредельных соединений, а также их изомеризации. Основные факторы, определяющие свойства гидрогенизированных жиров: температура и давление гидрогенизации, количество и род катализатора, количество и

качество используемого водорода. Широко распространён способ получения пищевых жиров гидрогенизацией под небольшим избыточным давлением в автоклавах, снабженных эффективным перемешивающим устройством, с применением мелкодисперсного никелевого или медно-никелевого катализатора. В нашей стране впервые в мировой практике осуществлена промышленная гидрогенизация жиров для пищевых целей и мыловарения непрерывным методом в каскаде реакторов. При получении технических саломасов гидрогенизацию жиров проводят под давлением до 1 Мн/м^2 (10 ат) в аппаратах колонного типа.

Нейтрализация – это обработка жира с целью удаления свободных жирных кислот, образовавшихся в процессе гидролиза. Может осуществляться обработкой жира щелочью, карбонатом натрия, аммиаком.

Указанные способы нейтрализации основаны на взаимодействии анионов жирных кислот и катионов, чаще всего щелочных металлов.

Кроме того, может применяться электронейтрализация, которая позволяет отказаться от использования химически активных реагентов, что значительно улучшает условия труда обслуживающего персонала и уменьшить уровень энергозатрат. Электрообработка эмульсии жира осуществляется в катодной камере двухкамерного электроактиватора непрерывного действия [Технология рыбы..., 2006].

Физико-химические способы. Эти способы применяют для улучшения качественных показателей продукции. К ним относятся адсорбция, дистилляция и дезодорация.

Адсорбция применяется для отбеливания жиров с использованием отбеливающих бентонитовых глин. Основными компонентами отбеливающих глин являются алюмосиликаты, в составе которых присутствуют щелочные и щелочноземельные металлы. В небольшом количестве можно использовать активированный уголь (в смеси с глинами или самостоятельно). В процессе обработки на поверхности отбеливающих материалов адсорбируются жирорастворимые пигменты и некоторые низкомолекулярные соединения.

Недостатком данного способа является то, что в жирах протекают нежелательные процессы – изомеризация жирных кислот и снижение стабильности при хранении вследствие удаления природных антиоксидантов.

Дистилляция (перегонка) – это разделение фракций. Основана на различии в составах жидкости и образующегося из нее испарения жидкости с последующей конденсацией пара. Различают простую дистилляцию и молекулярную. Использование молекулярной дистилляции позволяет очистить жир от хлорорганических пестицидов [Технология морепродуктов, 2010].

Дезодорацию используют для удаления летучих веществ, определяющих специфический вкус и запах жиров. Дезодорация представляет собой удаление ненасыщенных углеводородов, низкомолекулярных кислот, альдегидов и природных эфирных масел из жира водяным паром при высокой температуре и остаточном давлении. При необходимости перед дезодорацией жир можно подвергнуть щелочной нейтрализации и отбеливанию.

Таким образом, из жиросодержащего сырья водных биологических ресурсов получают жир-полуфабрикат с использованием одного из выше перечисленных способов выделения жира, а затем его дообработывают для получения готовых продуктов, которые используют в различных отраслях промышленности.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ЖИРОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

3.1. Технология медицинского рыбного жира

Сырьем для производства медицинского жира является свежая, охлажденная, пастеризованная или мороженая печень тресковых пород рыб. Предпочтительно организовывать производство полуфабриката медицинского жира на борту добывающих судов при непродолжительном хранении печени-сырца или охлажденной печени. Продолжительность хранения печени сырца, извлеченной из брюшной полости, не должна превышать 8 ч при температуре не выше 8 °С. Рыбу, охлажденную морской водой до температуры не выше

5 °С, допускается хранить не более 24 ч. В теплое время года срок хранения рыбы на воздухе ограничивается 2 ч. Охлажденную льдом печень рекомендуется хранить не более 36 ч при температуре от минус 1 до 2 °С. При извлечении печени из брюшной полости рыб необходимо сразу же освободить ее от других внутренностей, особенно от желчного пузыря, разрыв которого может значительно ухудшить качество сырья. Содержание жира в печени должно быть не менее 10 %, иначе отделить жир от водно-белковой массы после разваривания и отстаивания будет затруднительно. При приёмке сырья учитывают, что содержание витамина А в печени не должно превышать 500 МЕ в 1 г жира, превышение может вызывать гипервитаминоз при пероральном использовании медицинского жира. Наличие нематод не должно превышать более 10 экз. на 1 кг печени, что обеспечивает биологическую безопасность сырья [Справочник технолога..., 1971; Ржавская, 1986; Крутченский, 1989; Сборник технологических инструкций..., 1994].

На рис. 4 представлена технологическая схема производства полуфабриката медицинского рыбного жира.

Медицинский жир изготавливают с соблюдением санитарных норм и правил. Вода, используемая для технологических целей, должна соответствовать требованиям действующего стандарта на воду питьевую. Морская вода должна соответствовать требованиям действующего стандарта на воду питьевую по коли-индексу.

После приема сырья его необходимо отсортировать: отделить недоброкачественную, значительно поврежденную паразитами, с признаками цирроза, ослабевшей консистенции и другими порочащими признаками печень. Затем при необходимости её промывают морской или пресной водой, имеющей температуру не выше 5 °С до полного устранения загрязнения с последующим стеканием.

Перед загрузкой печени в жиротопный котел желательно проводить ее измельчение, что позволяет увеличить выход жира на 4 % за счет увеличения удельной поверхности обрабатываемого сырья и снижения «заваривания» при

термической обработке. Однако, до измельчения, сырье необходимо подвергнуть подмораживанию для снижения потерь при измельчении.

Вытапливание жира из печени проводят в жиротопных котлах, снабженных паровой рубашкой, в течение 60 мин, постепенно увеличивая температуру до 80 °С при непрерывном перемешивании. В судовых условиях устанавливают жиротопные котлы, в которых предусмотрено использование острого пара, что значительно снижает выход жира и его качество. Закончив вытапливание жира, прекращают подачу пара в котел и оставляют его содержимое для отстоя в течение 1-2 ч.

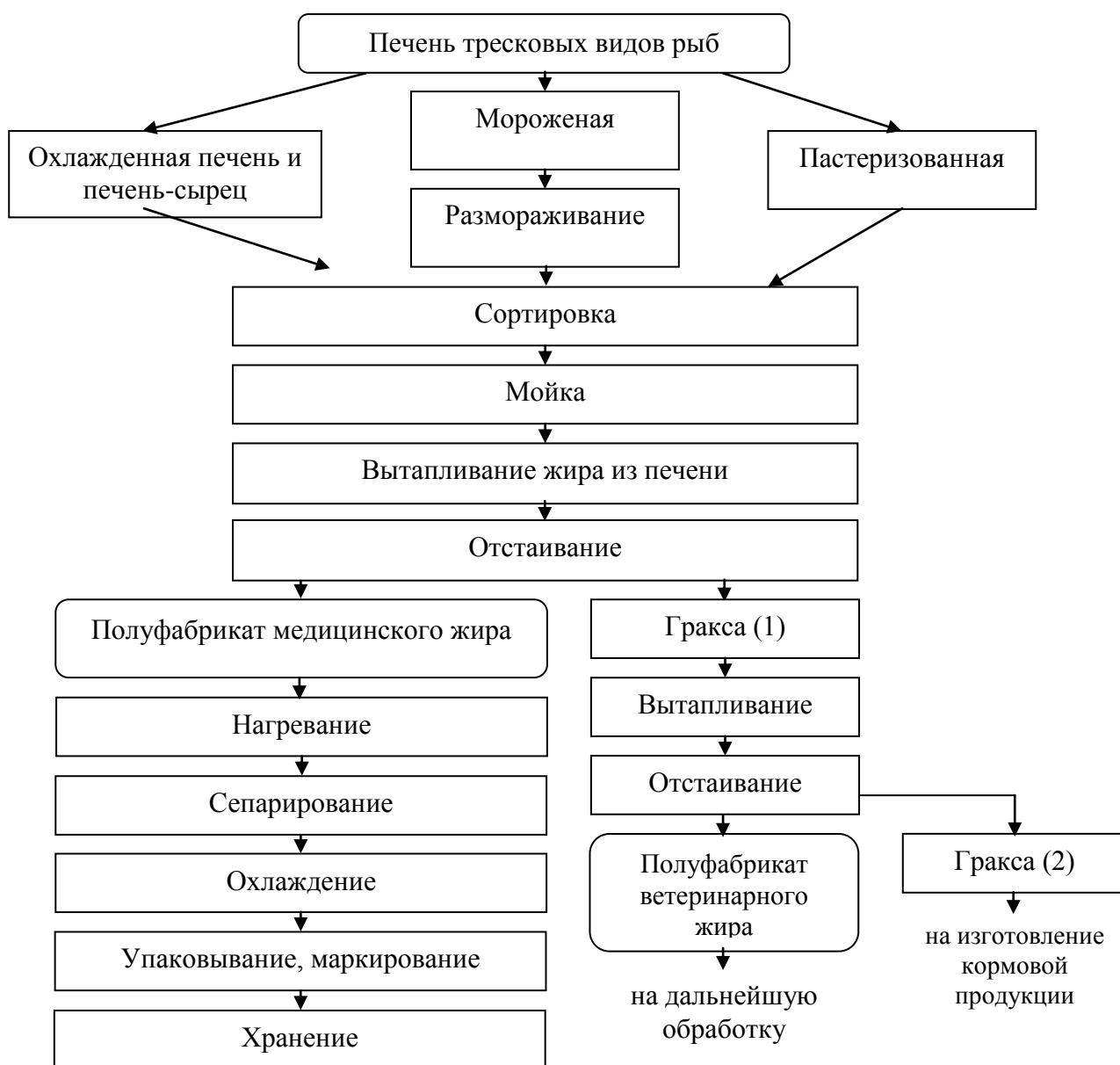


Рис. 4. Технологическая схема получения полуфабриката медицинского жира

Смесь, полученная в результате вытапливания, разделяется на две или три фракции в зависимости от химического состава сырья и вида используемого пара. Жир, имеющий плотность меньшую, чем плотность воды и плотных веществ, собирается в верхней части котла. Под слоем жира образуется слой граксы (1). При использовании тощей печени в нижней части котла собирается водный отстой, количество которого увеличивается за счет конденсата при использовании острого пара в процессе разогрева и вытапливания сырья. Выход жира составляет до 70 % от его общего содержания в сырье.

Отстоявшийся жир сливают по трубопроводу, используя фильтрующий материал. Для более эффективного использования сырья вытапливание повторяют, так как после первого вытапливания остается значительное количество жира (гракса 1). Режимы второго вытапливания и отстаивания аналогичны вышеописанным. В результате длительного воздействия высокой температуры, присутствия воды, азотистых веществ и контакта с кислородом воздуха, качество выделяемого при этом жира не соответствует требованиям, предъявляемым к полуфабрикату медицинского жира.

Полученный после второй обработки жир собирают и реализовывают как полуфабрикат ветеринарного жира. Граксу (2), образующуюся после повторного вытапливания, отделяют от водного отстоя и используют для изготовления кормовой продукции.

Жир, отделенный от граксы, после отстаивания содержит значительное количество примесей, воды и азотистых веществ, существенно ухудшающих качество жира при последующем хранении. Перед направлением полуфабриката медицинского жира на хранение желательно провести сепарирование для удаления примесей. Предварительное нагревание жира способствует снижению вязкости и лучшему отделению воды и гидрофильных примесей. Нагревание осуществляется подачей острого пара в продукт или с использованием теплообменников, греющей средой которых является перегретый пар. Подогревают жир до температуры 90 °С. Для удаления примесей и воды применяют жировые сепараторы различного типа. С целью

более эффективного удаления примесей в сепаратор одновременно с жиром подают горячую пресную воду с температурой от 90 до 95 °С в соотношении жир : вода – 5 : 1.

Для более эффективной очистки применяют двух или трех кратное сепарирование. Жир после сепарирования прозрачный, без посторонних примесей. В судовых условиях сепарирование, как правило, не применяется, что значительно снижает качество жира-полуфабриката.

Следующая технологическая операция после сепарирования – охлаждение. Охлаждение необходимо применять сразу после очистки для снижения скорости химических реакций, так как это в дальнейшем может привести к ухудшению качества жира при хранении. Для этого используются теплообменники типа труба в трубе, в которых циркулирует холодная вода. Температура, до которой охлаждают жир, должна быть не выше 25 °С.

Фасуют медицинский жир полуфабрикат в бочки полиэтиленовые с крышкой или в тару разрешенную Роспотребнадзором. Ёмкости с жиром снабжают удостоверением о качестве, в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями, действующими на территории страны.

Полуфабрикат медицинского жира в условиях промыслового судна хранят при возможно более низких температурах. Желательно сокращать пребывание жира на борту судна для получения более качественного продукта.

На береговом предприятии проводят дальнейшую обработку медицинского жира полуфабриката. На рис. 5 представлена технологическая схема изготовления медицинского рыбного жира.

При приеме сырья (полуфабриката медицинского жира) проводят количественную и качественную оценку. Определяют: кислотное число, которое не должно превышать 1,5 мг КОН/г жира; альдегидное число, которое не должно превышать 6 мг/100 г коричневого альдегида; органолептические свойства продукта. Полуфабрикат жира, не соответствующий по качеству требованиям технических условий хотя бы по одному показателю, принимается

с пониженной товарной ценностью и используется на другие цели, например как ветеринарный жир.

В случае помутнения жира-полуфабриката в процессе хранения его подвергают повторному нагреванию и сепарированию. Однако, повторное нагревание отрицательно сказывается на качестве жира: неизбежно разрушаются биологически активные вещества и накапливаются продукты окисления.

Затем проводят охлаждение и фильтрование. При медленном охлаждении жира до температуры 0 °С его перемешивают в течение 3-4 ч. Выкристаллизовавшийся при охлаждении продукт «стеарин» является смесью триглицеридов, в состав которых входят различные насыщенные жирные кислоты, среди которых преобладает стеариновая кислота. Охлажденный жир направляется на фильтрацию для отделения стеарина, который в дальнейшем может использоваться как самостоятельный продукт для изготовления косметических средств, ветеринарного жира или других целей.



Рис. 5. Технологическая схема изготовления медицинского рыбного жира

В зависимости от уровня содержания в жире витаминов А и D, после фильтрации, его направляют на витаминизацию или товарное оформление.

Выход готового медицинского жира зависит от химического состава сырья и параметров технологического процесса и составляет в среднем 38 % от массы перерабатываемого сырья.

В соответствии с фармакопейной статьей содержание витамина А в 1 г медицинского жира должно быть от 350 до 1000 МЕ в пересчете на ретинол ацетат, витамина D – от 50 до 100 МЕ в пересчете на эргокальциферол (D₂). Жир, с содержанием витаминов А и D₂ ниже установленной нормативным документом нормой, направляют на витаминизацию. Витаминизацию жира осуществляют путем добавления к нему при перемешивании концентратов витаминов А и D₂, допущенных к употреблению в соответствии с нормативными документами. Массу препарата витамина А и D₂, необходимого для витаминизации (x). Определяют по формуле 1.

$$x = \frac{M(a-b)}{c}, \quad (1)$$

где: М – масса жира подвергаемого витаминизации, кг; а – требуемое содержание витамина А и D₂ в витаминизированном жире, МЕ на 1 г; b – содержание витамина А или D₂ в витаминизированном жире, МЕ на 1 г; с – содержание витамина А или D₂ в используемом витаминном препарате, МЕ на 1 г.

Для витаминизации жир загружают в аппараты, снабженные мешалкой, и добавляют препараты витаминов. Процесс витаминизации проводят при перемешивании в течение 20-30 мин.

По органолептическим показателям рыбный жир представляет собой прозрачную маслянистую жидкость от светло-желтого до желтого цвета со слабым специфическим, непрогорклым запахом и вкусом.

Физико-химические показатели жира должны соответствовать: число омыления от 180 до 196 %; иодное число от 140 до 175 %J₂; кислотное число не

более 2 мг КОН/г; содержание альдегидов в препарате в пересчете на коричный альдегид должно быть не более 14,0 мг %.

Микробиологические показатели: аэробных бактерий не более – 5×10^3 ; дрожжевых и плесневых грибов не более – 10^2 ; *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* – отсутствуют; другие кишечные бактерии не более – 10^2 .

Содержание хлорорганических пестицидов не должно превышать 0,05 мг/кг.

Расфасовывают медицинский рыбный жир по 50, 100, 150, 200 или 250 мл во флаконы оранжевого стекла и герметично закрывают полиэтиленовыми пробками с навинчиваемыми пластмассовыми или полиэтиленовыми крышками. На флаконы наклеивают этикетки из бумаги этикеточной или писчей. На этикетке флакона указывают: название препарата, объем в мл, содержание витамина А и D в МЕ, предприятие-изготовитель, «Применять по назначению врача», номер серии, условия хранения, срок годности. Флаконы вместе с листом-вкладышем помещают в индивидуальную картонную пачку из картона коробочного. На пачке дополнительно указывается штрих-код.

Транспортирование осуществляют всеми видами крытого транспорта при температуре не выше 10 °С.

При хранении готового медицинского рыбного жира необходимо соблюдать условия, при которых сохраняются его качественные показатели. Жир хранят в сухом, защищенном от света месте при температуре не выше 10 °С. Допускается замораживание. Срок годности 1 год с даты производства [Фармакопейная статья ФС 42-2772].

3.2. Технология ветеринарного рыбного жира

Ветеринарные жиры изготавливаются для подкормки сельскохозяйственных животных с целью повышения их иммунитета к различным заболеваниям, прироста мышечной массы, улучшения здоровья

животных [Справочник технолога..., 1971; Сборник технологических инструкций..., 1994; Технология рыбы..., 2006].

Для изготовления ветеринарного жира используется полуфабрикат, качество которого не соответствует требованиям на медицинский и пищевой рыбный жир. Для обеспечения продукции высокого качества используется полуфабрикат, предназначенный для производства ветеринарного жира, но могут быть использованы жиры 1 и 2 сорта, а при дефиците сырья на предприятии 3 сорта. В зависимости от качества полуфабриката выбирается способ его очистки (например, способ рафинации). На рис. 6 представлена технологическая схема производства ветеринарного рыбного жира.

При приеме полуфабриката жира контролируются его качественные показатели, основным из которых является кислотное число. В зависимости от качества полуфабриката его хранят в отдельных ёмкостях, допускается смешивать различные партии полуфабрикатов жиров, если они имеют сходные качественные признаки. Хранят полуфабрикаты жира в чистых сухих ёмкостях в защищенном от света месте. Температура хранения не превышает 25 °С. При использовании жиров содержащих значительное количество гидрофильных примесей, которые делают жир мутным, применяется нагревание и сепарирование.

Нейтрализацию жиров проводят, если их кислотное число более 10 мг КОН/г для прозрачных жиров или 3 мг КОН/г – для непрозрачных. В зависимости от величины кислотного числа их нейтрализацию можно проводить в один или два этапа. Нейтрализацию проводят водными растворами щелочей (едкий натрий или едкое кали). Повышение температуры и внесение растворов реагентов позволяет сократить потери жира за счет омыления триглицеридов. Продолжительность нейтрализации составляет от 15 до 20 мин.

Для удаления гидрофильных примесей (гидратации) используется вода температурой 60 °С. Вода, взаимодействуя с гидрофильными веществами, вызывает их набухание и осаждение.

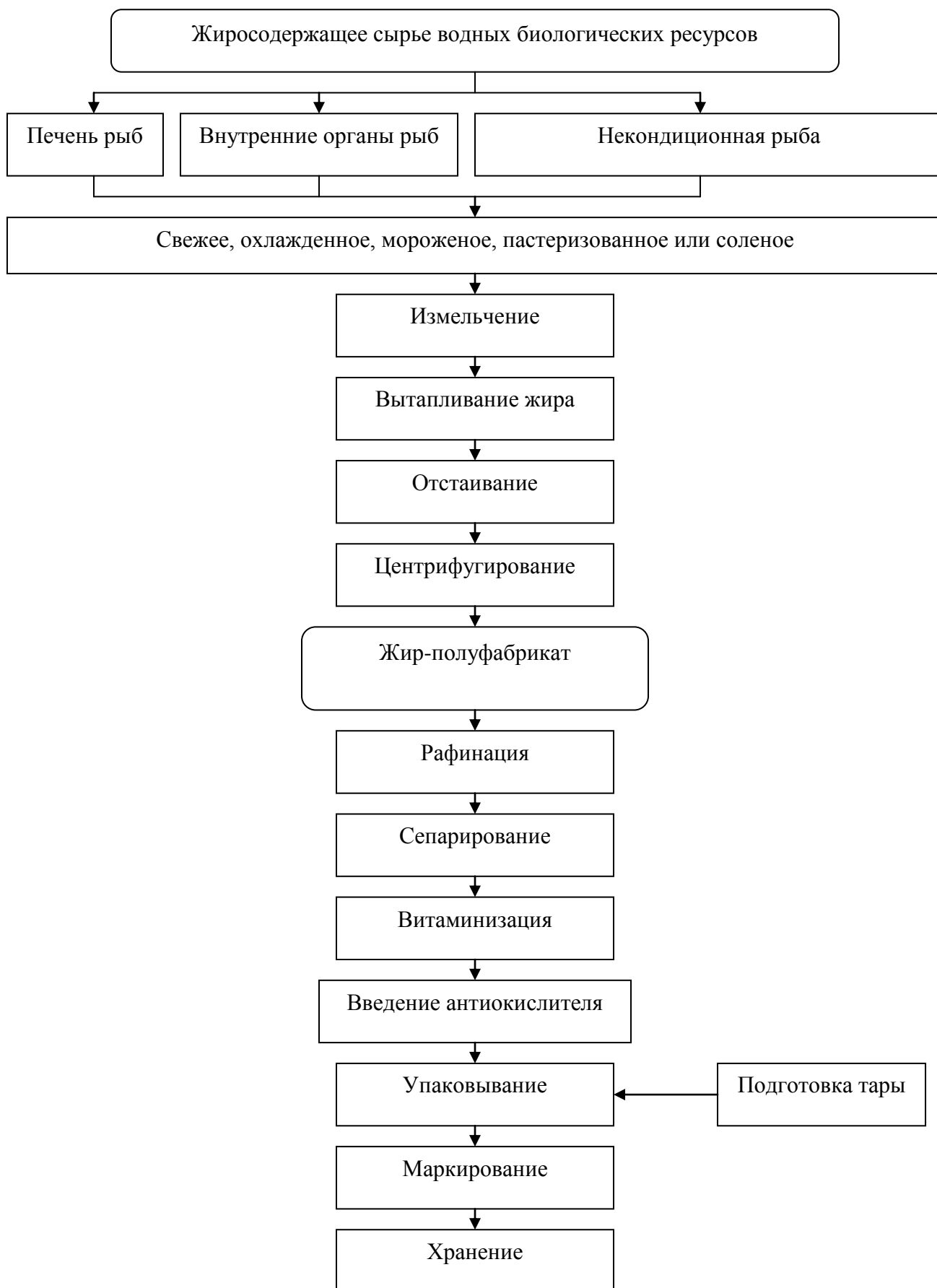


Рис. 6. Технологическая схема получения ветеринарного рыбного жира

В процессе нейтрализации жира с большим кислотным числом происходит образование значительного количества мыл, поэтому гидратацию проводят несколько раз. Далее жир направляется на нагревание и сепарирование. Очищенный жир подается на охлаждение.

При производстве ветеринарного жира предусмотрено его витаминизация. Витаминизацию жира проводят если содержание витамина А в жире менее 500 МЕ/г. В витаминизированном жире нормируется содержание не только витамина А (1000 МЕ/г), но и витамина D (500 МЕ/г). Витаминизацию можно заменить операцией «нормализация», когда предусматривается смешение различных партий ветеринарного жира, имеющих различное содержание витамина А для обеспечения необходимого его содержания в объединенной партии.

Для стабилизации жира используют различные антиокислители, например ионол. Ионол растворяют в небольшом количестве жира и вводят в основной объём продукта в количестве, обеспечивающем в готовом продукте массовую долю ионола от 0,15 до 0,20 % к массе жира.

Затем жир расфасовывают, взвешивают и упаковывают. Расфасовывают жир в стальные бочки вместимостью до 200 дм³. Допускается отправка готового продукта в железнодорожных или автомобильных цистернах. Разрешено фасовать жир в металлические и стеклянные банки различной ёмкости.

Ветеринарный жир хранят в темных складских помещениях при возможно более низкой температуре не выше 30 °С. Срок хранения готового продукта не более одного года с даты изготовления.

3.3. Технология пищевого жира из рыбного сырья

Пищевые рыбные жиры производятся из жиросодержащего сырья (из печени и внутренностей различных видов рыб, покровного сала млекопитающих, жирной мелкой рыбы, отходов разделки беспозвоночных). Пищевой рыбный жир на береговых предприятиях может изготавливаться

из жира-полуфабриката, полученного в условиях промысла [Технология рыбы..., 2006].

Пищевые рыбные жиры используются для дальнейшей переработки в кулинарных целях и служат сырьем для производства биологически активных добавок к пище. Кулинарное использование пищевого рыбного жира без дополнительной обработки затруднено, так как по органолептическим свойствам, в частности по запаху, это специфический продукт и он не находит широкого применения. Поэтому его подвергают гидрогенизации и получают продукт с измененными свойствами, так называемые твердые жиры – саломасы.

Пищевой рыбный жир согласно ГОСТ 8714 «Жир пищевой из рыбы и морских млекопитающих» по органолептическим показателям соответствует следующим требованиям: запах и вкус должны быть свойственны данному виду жира, без прогорклости и посторонних запахов; цвет от желтого до светло-коричневого. В табл. 6 представлены качественные характеристики пищевого рыбного жира.

Таблица 6. Качественные характеристики пищевого рыбного жира

Наименование показателей	Характеристика и норма
Перекисное число, не более, ммоль O ₂ /кг	10,0
Кислотное число, не более, мг КОН/г,	4,0
Массовая доля неомыляемых веществ, не более, %	2,5
Массовая доля влаги и примесей нежирового характера, не более, %	0,5
в т.ч. примесей нежирового характера, не более, %	0,2

Полученный пищевой жир упаковывают:

- в танки судов;
- в вагоны цистерны с нижним сливом;

- в стальные бочки вместимостью до 275 дм³;
- в металлические фляги вместимостью не более 25 дм³;
- в полиэтиленовые бочки вместимостью до 50 дм³.

Тару всех видов заполняют жиром на 99 % общего объема тары. Далее проводят маркирование продукции.

Продукцию перевозят водным, железнодорожным или автомобильным транспортом: в зимний и переходные периоды года – в крытых транспортных средствах и цистернах с нижним сливом; в летний – в изотермических вагонах при температуре от 9 до 15 °С, при условии предъявления продукции к перевозке с такой же температурой. При транспортировании жир должен быть защищен от света.

Срок хранения пищевого жира при температуре не выше 10 °С в темном помещении один год со дня выработки.

3.4. Технология жиров различного назначения из водных млекопитающих

Из покровного сала морских млекопитающих – гренландского тюленя, сивуча, лахтака (морского зайца), крылатки (полосатого тюленя), ларги (пятнистого тюленя), акибы (кольчатой нерпы), других ластоногих и белухи – получают жир пищевой по ГОСТ 8714 и жир ветеринарный по ГОСТ 9393. Технологический процесс получения жира включает первичную обработку сырья на берегу или на специализированных зверобойных судах в море с последующей дообработкой жирового сырья на береговых предприятиях [Назаренко, 1984; Берзин, 1990; Акулин, 1995].

Вырабатываемый жир пищевой из ластоногих используется как самостоятельный пищевой продукт и как сырье для получения биологически-активных добавок к пище. Жир ветеринарный применяется при кормлении сельскохозяйственных животных, птиц, в пушном звероводстве и товарном рыбоводстве.

Для получения жира пищевого и жира ветеринарного используют морских млекопитающих (ластоногих) – сырец в соответствии с требованиями Роспотребнадзора. В процессе переработки сырца также получают ценные продукты – меховые шкуры и мясокостную муку.

Технологическая схема получения жира из морских млекопитающих представлена на рис. 7.

Начальной технологической операцией является снятие хоровин. Процесс проводится на зверобойном судне или на берегу.

Срок хранения туш морских млекопитающих с момента убоя до разделки не должен превышать 5 ч.

Снятую хоровину охлаждают в течение 20-30 мин и промывают забортной морской водой температурой не выше 10 °С в течение 20-30 мин для загустения жира и очищения хоровин от крови и грязи. Промытые хоровины оставляют для стекания воды на 1-2 ч.

В случаях задержки обработки шкуры верхний слой сала с прирезами мяса окисляется, что влияет на качество получаемого из него жира. В связи с этим верхний слой окислившегося сала вместе с остатками мяса необходимо удалить. Это достигается двойной строжкой сала. При первой предварительной срезке удаляют окислившийся слой сала вместе с прирезами мяса, после этого приступают к обычному процессу строжки сала со шкуры. Механическую строжку сала осуществляют на специальных мездрительных машинах.

Жир-сыроток, который образуется при измельчении сала (строжке), собирают в чистые металлические фляги, металлические или полиэтиленовые бочки. К собранному в ёмкости жиру-сыроту добавляют соль в количестве 10 % к массе жира и антиокислитель ионол в количестве 0,15 % к массе жира и тщательно перемешивают. Хранение жира-сыротока допускается при температуре не выше 10 °С не более трех месяцев со дня изготовления.

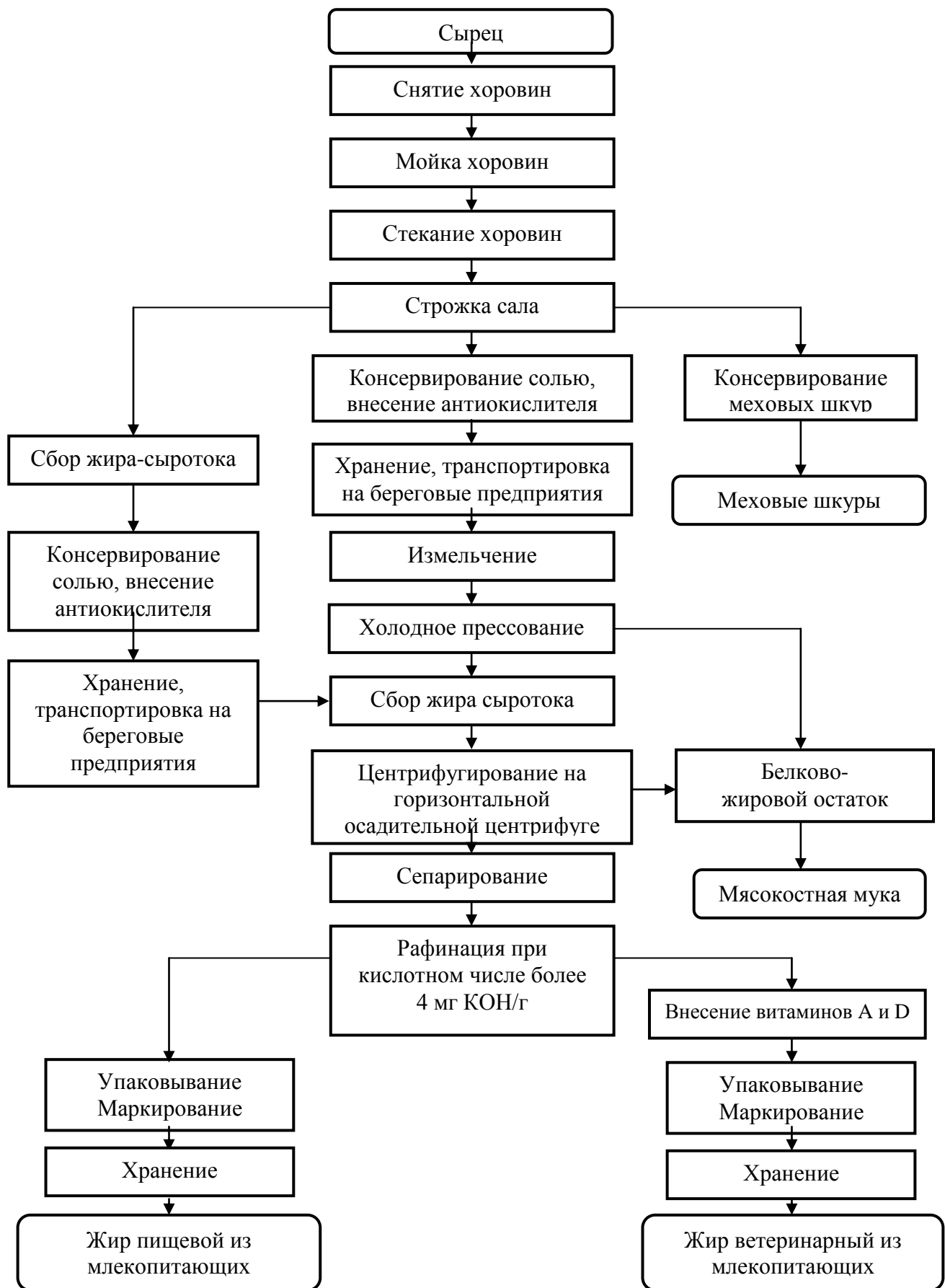


Рис. 7. Технологическая схема получения пищевого и ветеринарного жира из морских млекопитающих

Снятое с хоровин сало нарезают на куски и измельчают на волчке (с диаметром решетки 7 мм) или другом измельчителе. Измельченное сало (шелега) собирают в чистые ёмкости: металлические фляги, металлические или полиэтиленовые бочки. В ёмкости вместе с шелегой вносят рассчитанное количество соли и тщательно перемешивают. Необходимое количество антиокислителя растворяют в небольшом объеме жира и периодически вводят в ёмкость во время посола. Расход соли к массе шелеги составляет 10-15 %, расход антиокислителя 0,15 % к массе шелеги.

При отсутствии измельчителя на судне сало со шкур снимают кусками крупного размера или пластами, после чего засаливают в чистых ёмкостях (металлических, полиэтиленовых бочках), не дающих течи. Перед посолом на дно ёмкости насыпают слой соли 5-7 см, на него кладут слой сала, засыпают солью, с последующими слоями сала и т.д. Куски сала складывают плотно друг к другу.

При наличии морозильного оборудования на береговых предприятиях или на специализированных зверобойных судах возможно хранить покровное сало замороженным. При замораживании в виде блоков куски или пласты сала укладывают в металлические прямоугольные стандартные блок-формы, предварительно выложенные антиадгезионной бумагой, (пергаментом или парафинированной бумагой) или полиэтиленовой пленкой. Куски или пласты сала укладывают в блок-формы равномерно, плотно, доверху, с разравниванием по длине противня. Масса противня с салом 8-9 кг.

Затем его направляют транспортером (или вручную) на замораживание в плиточный или роторный морозильный аппарат, где сало выдерживают до достижения температуры в толще блока при сухом искусственном способе не выше минус 18 °С, при рассольном – минус 12 °С.

Рекомендуемая скорость замораживания сала составляет: 0,7-5,0 см/ч в воздушных аппаратах; 2-5 см/ч в плиточных морозильных аппаратах.

Окончание замораживания устанавливается по контрольному измерению температуры в центре блока мороженой продукции. После этого блок-формы

из противня выгружают на упаковочный стол, помещают в полиэтиленовые мешки, вакуумируют и расфасовывают в ламинированные коробки по 3-4 блок-формы, в зависимости от объема коробки.

Коробки предварительно маркируют, затем обтягивают упаковочной лентой и направляют транспортером (или вручную) в морозильную камеру (или в трюм), где автоматически поддерживается температура хранения минус 18 °С. Срок хранения не более 6 мес.

Полуфабрикат (пласт сала) поступает на береговые предприятия для дальнейшей переработки. Из ёмкостей с шелегой или посоленным салом сливают жир-сыроток в бак-приемник для жира-сыротока. Шелегу или посоленное сало направляют на измельчитель со степенью измельчения 2-3 мм. Для лучшего измельчения шелегу и посоленное сало охлаждают до температуры минус (1-5) °С. Замороженное сало размораживают до температуры минус 10 °С и также направляют на измельчение.

Жир-сыроток, образовавшийся при измельчении, собирают через отцеживатель в бак-приемник для жира-сыротока, а измельченную массу шнеком направляют на пресс, где происходит её прессование.

Жир-сыроток, образовавшийся при прессовании также сливают в бак-приемник для жира-сыротока, а отпрессованную массу (белково-жировой остаток) направляют на производство кормовой муки.

Для отделения белковых, механических взвесей и воды жир-сыроток направляют на супердекантор. Очищенный жир сливают в приемник жира, а образовавшийся белково-жировой остаток поступает на производство мясокостной муки.

При наличии в очищенном жире белковых примесей и воды его пропускают через жировой сепаратор, возможно два-три раза до получения прозрачного продукта. Перед сепарированием жир нагревают до температуры 85–95 °С при соотношении подаваемого жира и воды 5:1. При обработке жира с высоким содержанием белковых примесей массу воды рекомендуется увеличить.

Сепарированный прозрачный жир сливают в чистую ёмкость (бак) и охлаждают для температуры 20-25°C. Маркируют с указанием вида жира, его массы, кислотного числа, даты изготовления и в зависимости от показателей качества направляют на дальнейшую обработку (рафинацию, витаминизацию или упаковку).

Жир с кислотным числом более 4 мг КОН/г подвергают рафинации, которая включает нейтрализацию щелочью (едкий натр или едкое кали), промывку и сепарирование жира. Для нейтрализации жир подогревают до температуры 50-60 °С в реакторе для рафинации. К подогретому жиру при непрерывном перемешивании приливают тонкой струей раствор щелочи концентрацией 10 % (100 г/дм³) в количестве, необходим для связывания содержащихся в жире свободных жирных кислот (формула 2). Перемешивание жира продолжают в течение 15-20 мин, после чего выключают мешалку и отстаивают жир не менее 2 ч для отделения образовавшегося раствора мыла. Допускается для лучшего осаждения мыла добавлять к жиру раствор поваренной соли концентрацией 5-7 %. Расход соли – 3-5 % массы жира.

Масса (в кг) кристаллического едкого натра (x_1) или кали (x_2) для нейтрализации жира

$$x_1 = \frac{40 \cdot A \cdot B}{56,1 \cdot 1000} = \frac{A \cdot B}{1400} ; \quad (2)$$

$$x_2 = \frac{A \cdot B}{1000} , \quad (3)$$

где: 40 – молекулярная масса гидроокиси натрия (едкого натра); А – масса подвергаемого нейтрализации жира, кг; В – кислотное число жира, мг КОН/г; 56,1 – молекулярная масса гидроокиси калия (едкого кали); 1000 – коэффициент пересчета миллиграммов щелочи в килограммы.

Для обеспечения полного связывания свободных кислот допускается добавлять в жир небольшой избыток щелочи (не более 5 % расчетной массы).

После отстаивания нейтрализованного жира, сливают из реактора нижний слой мыльной жидкости. Для освобождения жира от остатков мыла и щелочи

его промывают 2-3 раза горячим солевым раствором концентрацией 10 %, температурой 85-90 °С. Во время промывания жир слегка перемешивают с солевым раствором. После каждого промывания жир отстаивают в течение 45-60 мин. Расход солевого раствора концентрацией 10 % для промывания – 50-60 дм³ на 100 кг жира. Полноту промывания жира проверяют пробой на фенолфталеин. Промытый жир направляют на сепарирование. Температура жира и воды при подаче на жировой сепаратор 85-95 °С.

Рафинированный жир сепарируют и сливают в чистую ёмкость для хранения до витаминизации или упаковывания.

Для упаковки жира пищевого применяют:

- стальные бочки вместимостью до 275 дм³;
- металлические фляги вместимостью не более 25 дм³;
- полиэтиленовые бочки вместимостью до 50 дм³;
- канистры стальные вместимостью не более 20 дм³.

Пробки стальных бочек, крышки фляг пломбируют. Полиэтиленовые бочки закрывают крышками со съёмной резьбой.

Тару всех видов заполняют жиром на 99 % общего объема тары.

Жир пищевой маркируют в соответствии ГОСТ 7630-87.

Транспортирование жира пищевого осуществляют железнодорожным и автомобильным транспортом, в зимний и переходной период года в крытых транспортных средствах при температуре от 5 °С до 10 °С.

При перевозке к месту поставки для пищевых и ветеринарных целей жир должен быть предохранен от воздействия света.

Срок хранения жира пищевого при температуре не выше 10 °С в темном помещении – 1 год со дня выработки.

По желанию потребителя ветеринарный жир витаминизируют. Для витаминизации жира используют препараты витаминов: витамин А в жире; раствор ретинола ацетата или ретинола пальмитата (витамина А) в масле (для нужд животноводства); раствор эргокальциферола (витамина D₂) в масле; витамин D₃ в масляных растворах (для нужд животноводства); концентрат

витаминов А и D₂. Препараты витаминов хранить в плотно закрытой посуде при температуре не выше 5 °С, защищая от дневного света.

Направляемые на витаминизацию жиры по содержанию неомыляемых веществ, кислотному числу, прозрачности, цвету, запаху и вкусу должны отвечать требованиям ГОСТ 9393 на ветеринарный жир. При витаминизации жира, предназначенного для ветеринарных целей и подкормки сельскохозяйственных животных и птиц, добавляются к нему витамины А, D₂ или D₃.

Масса (в кг) препаратов витаминов А, D₂ или D₃ (х), которые необходимо добавлять к жиру

$$x = \frac{A(a - b)}{в}, \quad (4)$$

где: А – масса подвергаемого витаминизации жира, кг; а – требуемое содержание витамина А или D в 1 г ветеринарного жира, МЕ; б – содержание витамина А или D в 1 г подвергаемого витаминизации жира, МЕ; в – содержание витамина А или D в 1 г используемого витаминного препарата, международные единицы (МЕ).

Витаминизацию жира проводят в специальном баке с мешалкой, вращающейся с частотой 15-30 мин⁻¹ (15-30 об/мин). Препараты витаминов вводят в бак одновременно с жиром и перемешивают в течение 30-40 мин.

Для стабилизации ветеринарного жира используется антиокислитель ионол, который растворяют в небольшой по массе части жира и полученный раствор вручную или с помощью дозатора вводят периодически в жир, отдельными дозами, при тщательном перемешивании в течение 30-40 мин.

Расход антиокислителя ионола — 0,15-0,20 % массы обрабатываемого жира.

Готовый ветеринарный жир с антиокислителем помещают в чистые сборные баки и, не задерживая, подвергают упаковыванию.

Для упаковки жира ветеринарного используют:

– стальные бочки вместимостью до 275 дм³;

- металлические фляги вместимостью не более 25 дм³;
- полиэтиленовые бочки вместимостью до 50 дм³;
- канистры стальные вместимостью не более 20 дм³.

Тару заполняют жиром на 99 % общего объема тары.

По договоренности с потребителем допускается упаковывание жира в цистерны. Тара должна быть чистой, сухой, без посторонних запахов.

Тару с продукцией маркируют в соответствии с требованиями на правила маркирования тары с рыбными продуктами с нанесением следующих дополнительных данных: «стабилизированный антиокислителем», «массовая доля ионола, %».

Ветеринарный жир хранить при температуре окружающего воздуха (в летний период не выше 30 °С) в темном складском помещении. Срок хранения — не более одного года с даты изготовления.

3.5. Технология гидрогенизированных жиров

По органолептическим показателям пищевой жир, получаемый из рыбного сырья и морских млекопитающих, невозможно без дополнительной обработки использовать на кулинарные цели. Кроме того, полученные из натуральных жиров морских млекопитающих и рыб непищевые продукты (например, мыло), обладают мазеобразной консистенцией и неприятным запахом. Оно может быть использовано только в качестве технического моющего средства.

Переработка жиров путем гидрогенизации позволяет получить высококачественный продукт – маргарин, широко употребляемый населением [Стопский, 1992; Байдалинова, 2006; Технология рыбы..., 2006; О'Брайен, 2007].

В нашей стране в широких масштабах производились гидрогенизированные продукты из китового жира. Однако, такая обработка жиров, не позволяет сохранить уникальный жирнокислотный состав липидов сырья и ведет к потере биологической активности жирорастворимых витаминов. Но в некоторых странах, например Японии, Норвегии,

Великобритании и др. производят значительное количество различных видов гидрогенизированных продуктов (саломасы, маргарины и др.) из жиров различного вида сырья морского происхождения.

На рис. 8 представлена технологическая схема производства гидрогенизированных продуктов из пищевого жира. При обработке жиров различного назначения оборудование на производственных линиях монтируется отдельно.

Гидратация используется для выделения содержащихся в жире веществ с гидрофильными (белки, полипептиды, мыла и фосфолипиды) связями. Далее очищенный жир нагревают до 90-95 °С и сепарируют для отделения жира от образующейся эмульсии.

Для удаления из продукта пигментных и других веществ, придающих ему окраску, применяется адсорбция. Используются различные виды адсорбентов, чаще всего бентонитовая глина.

Очищенный жир подвергают гидрогенизации. Целью является изменение температуры плавления триглицеридов за счет частичного или полного насыщения двойных связей водородом. Процесс протекает в присутствии катализатора в гетерогенных условиях в трехфазной системе газ – жидкость – твердый катализатор и состоит из четырех стадий: подготовка жировой суспензии катализатора; подготовка водорода; гидрогенизирование; отделение гидрогенизатора от гидрогенизированного жира. В качестве катализатора используется никель, добавляемый в количестве 0,05-0,10 % от массы обрабатываемого жира. С целью повышения активности катализатора к никелю можно добавить медь. Процесс проводят при температуре от 170 до 200 °С. По окончании процесса катализатор отделяют фильтрованием.

Далее проводят дезодорацию, которая обеспечивает удаление низкомолекулярных веществ, которые придают продукту специфический запах. Саломасу разогревают до температуры 160 °С для снижения вязкости продукта и повышения отделения летучих компонентов. Однако повышение температуры приводит к нежелательным изменениям свойств жира.

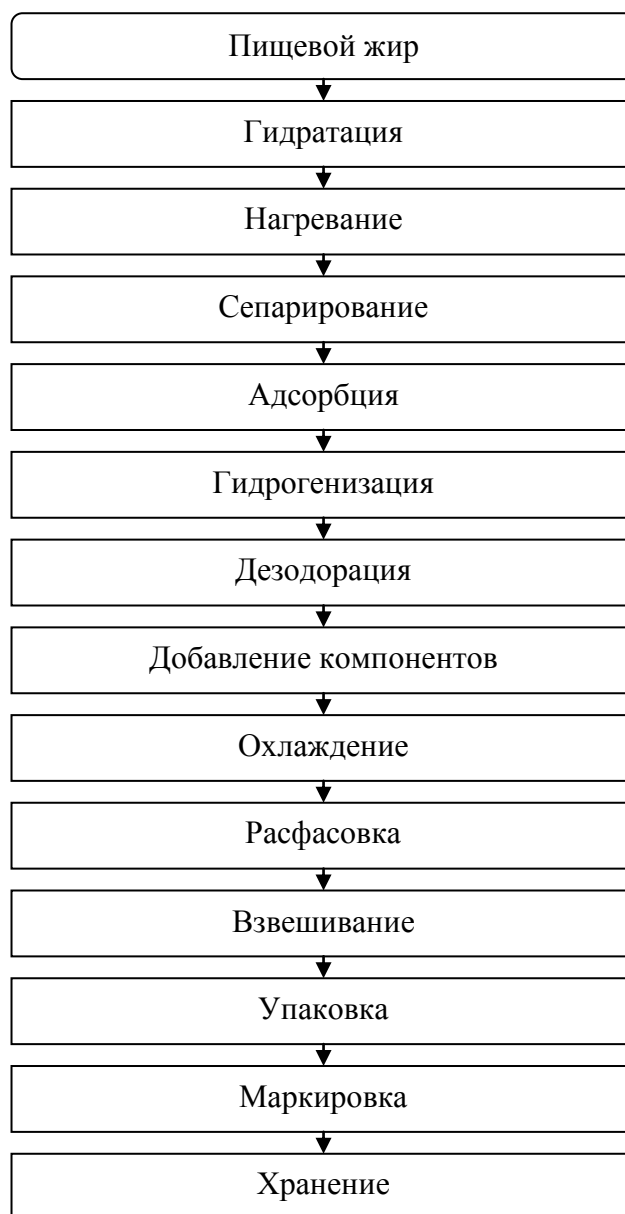


Рис. 8. Технологическая схема производства гидрогенизированных продуктов из пищевого жира

После дезодорации к полученному продукту добавляют компоненты, которые повышают калорийность продукта, его биологическую ценность и увеличивают срок хранения. Калорийность повышают за счет введения различных эмульгаторов, таких как, например, лецитин, моно- и триглицериды в количестве от 0,2 до 0,4 % от массы продукта. Витаминизация продукта за счет добавления жирорастворимых витаминов А, D и E позволяет повысить его биологическую ценность. Для улучшения органолептических свойств в продукт вносят различные пищевые добавки: синтетические вкусоароматические

вещества, красители и имитаторы вкуса. Для увеличения срока хранения вводятся антиокислители, в частности ионол. Функцию антиокислителя также выполняет витамин Е. Добавление всех компонентов строго регламентируется по показателю ПДК и они должны быть допущены для использования в пищевых продуктах.

Полученный продукт охлаждают и фасуют в потребительскую тару. Температура охлаждения обычно не превышает 20 °С. Для фасования используют полимерную тару или комбинированные упаковочные материалы, разрешенные для контактирования с пищевым продуктом. Упаковка должна быть непрозрачной, без нарушения её герметичности. Полученный продукт хранят в темных складских помещениях при температуре около 0 °С.

3.6. Технология жиров из вторичных сырьевых ресурсов

При проведении различных технологических операций переработки сырья из водных биологических ресурсов образуются отходы, которые можно назвать вторичными сырьевыми ресурсами [Борисочкина, 1991; Боева, 2008; Бредихина, 2009; Бредихина, 2012].

Значительное количество жиров можно получить при переработке вторичных сырьевых ресурсов на пищевые и кормовые продукты. В частности, значительное количество рыбных жиров при производстве кормовой муки на прессово-сушильных, центробежно-сушильных установках и установках прямой сушки. Получают следующие виды жиров: жир рыбный технический; жир рыбный полуфабрикат для промышленной переработки, соответствующий требованиям действующей нормативной документации.

На рис. 9 представлена схема технологического процесса получения жира из подпрессовых бульонов.

Для изготовления рыбных жиров используется следующее сырье:

- бульон, получаемый при прессовании проваренной рыбной массы на прессово-сушильной или центрифужно-сушильной установке;

- жир, получаемый при прессовании высушенной рыбной массы на установке прямой вакуум-сушки;
- бульон, получаемый в процессе бланширования рыбы при производстве консервов.

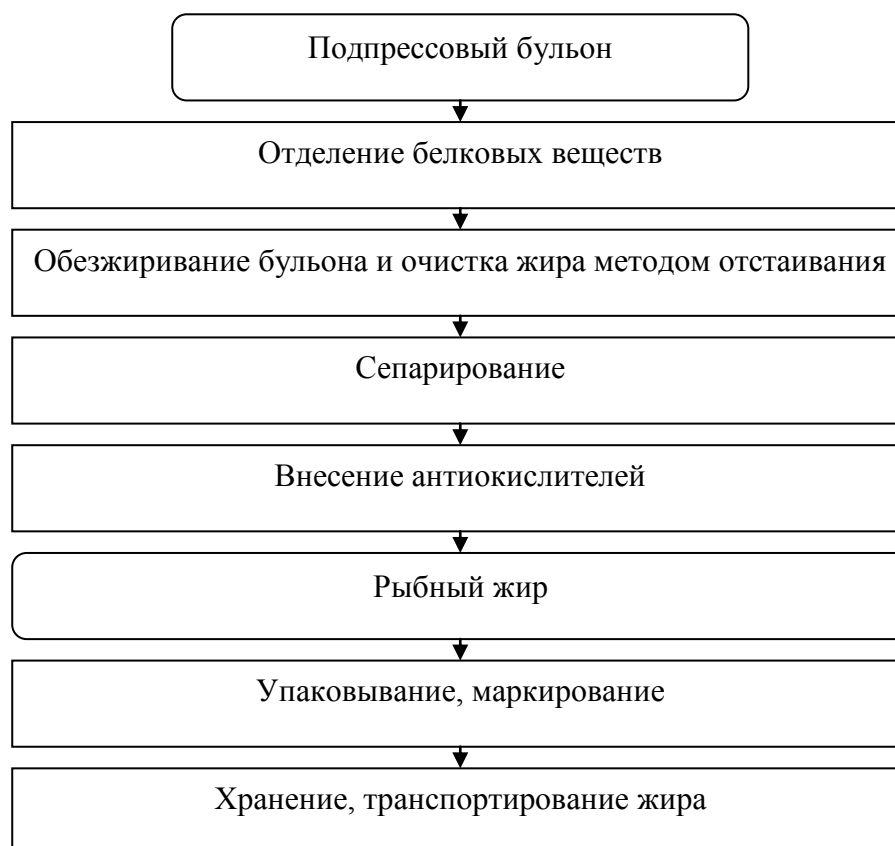


Рис. 9. Технологическая схема получения жира из подпрессового бульона

Полученный подпрессовый бульон, образующийся при прессовании разваренной рыбной массы в производстве кормовой муки на прессово-сушильной или центрифужно-сушильной установке, собирают в приемные ёмкости или в отстойники. В процессе работы пресса необходимо следить за чистотой отверстий зерной решетки и при необходимости продувать их паром. Жир, который получают при прессовании высушенной рыбной массы на установках прямой вакуум-сушки, сливают по зееру в поддон, затем самотеком через фильтр грубой очистки собирают в приемную ёмкость или отстойник. Затем бульон направляют на супердеканторы (центрифуги и

грязевые сепараторы), где происходит отделение белковых взвесей. Перед подачей подпрессового бульона в центрифугу в него добавляют горячую воду в количестве 10-15 % объема бульона, что обеспечивает более полное отделение белковых взвесей и исключает перегрузку центрифуги. Процесс центрифугирования проводят при температуре подпрессового бульона не ниже 80 °С. Отделенный плотный осадок направляют в шнек для подачи на сушку. Очищенный от жира и белковых взвесей бульон направляют на ультрафильтрационную установку или на выпарные аппараты для дальнейшей переработки. Жиросодержащую фракцию подают в сборник-подогреватель.

При отсутствии центрифуги бульон отстаивают в сборнике-подогревателе при температуре не ниже 50 °С в начале отстаивания и 90-95 °С при повторных отстаиваниях. Верхний жировой слой подают на грязевой сепаратор, нижний белковый слой используется в процессе производства кормовой муки. При отсутствии грязевого сепаратора бульон после центрифуги отстаивают в сборнике-подогревателе, затем через фильтр подают на жировой сепаратор.

При отсутствии оборудования для очистки жира центрифугированием его многократно отстаивают для чего, используют отстойники с подогревом, состоящие из нескольких секций. Бульон из-под пресса подают в сборник-подогреватель, поддерживая температуру бульона в первой секции не ниже 50 °С, в последующих секциях 90-95 °С. В сборнике-подогревателе происходит расслоение бульона на водожировую эмульсию, обезжиренный бульон и плотный остаток. Верхний водожировой слой подают в следующую секцию отстойника для повторного отстаивания. В секциях отстойника уровень жиросодержащего слоя поддерживают так, чтобы при сливе в последующую секцию поступало минимальное количество бульона. Для лучшего отделения жира от белковых взвесей в сборник-подогреватель добавляют горячую воду температурой 90-95 °С и после тщательного перемешивания смеси жира и воды происходит повторное отстаивание. Отстоявшийся жиросодержащий слой направляют по сливному патрубку через фильтр на сепарирование. Нижний

слой отстоявшегося бульона постоянно удаляют через шнек подачи жома на сушку.

Жир, очищенный на центрифуге или способом отстаивания, собирают в напорных баках и направляют на сепарирование. При сепарировании используют пресную или морскую (если производство кормовой муки происходит в судовых условиях) воду. Перед сепарированием жир и воду нагревают до 90-95 °С, но температура воды должна быть на 50 °С выше температуры жира. Соотношение жира и воды при сепарировании поддерживается в пределах (%): 90-92 : 10-8, добиваясь наиболее высокой степени очистки жира. Содержание жира в отходящих водах не должно превышать 0,3 %. Контроль процесса сепарирования осуществляется определением прозрачности отсепарированного жира. При обнаружении помутнения жира подачу его прекращают, а сепаратор промывают горячей водой.

Для лучшего сохранения рыбного жира в него добавляют антиокислитель. Отсепарированный жир собирают в специальную ёмкость, куда добавляют антиокислитель ионол (% к массе жира): 0,12 % для технического жира; 0,15-0,2 % для жира-полуфабриката. Дозу ионола растворяют в небольшом объеме жира в мерной ёмкости и вносят отдельными порциями при тщательном перемешивании в общий объем жира температурой не ниже 25-30 °С.

Очищенный жир сливают в чистые сухие банки, контейнеры вместимостью до 3 т, сборники или бочки. Жир, полученный отстаиванием, и жир, полученный сепарированием, не следует смешивать при его упаковывании.

Упаковывают рыбные жиры в соответствии с требованиями нормативной документации на каждый вид тары:

- стеклянные бутылки и банки вместимостью не более 10 дм³;
- бочки полиэтиленовые вместимостью 50 дм³;
- бочки стальные сварные и закатные с гофрами на корпусе вместимостью не более 200 м³;

- бочки металлические вместимостью не более 250 дм³;
- фляги металлические;
- танки судов;
- железнодорожные цистерны;
- контейнеры металлические вместимостью до 3 т.

Каждый вид жиров разливают отдельно, тару заполняют на 99 % её объема.

Маркируют тару с рыбным жиром согласно стандарту на правила маркирования тары с рыбными продуктами. На таре с рыбным жиром, стабилизированным антиокислителем, дополнительно указывают «стабилизирован антиокислителем».

Рыбные жиры хранят при температуре окружающего воздуха (в летний период не выше 30 °С) в темном складском помещении не более одного года с даты изготовления.

3.7. Технология жиров сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий

На очистных сооружениях рыбоперерабатывающих предприятиях обрабатываются сточные воды, образующиеся при различных технологических операциях. Схема обработки сточных вод предлагается двухступенчатая – отстаивание и флотация. Существуют три варианта очистных сооружений: в первом варианте очистка осуществляется в осветлителях-перегнвателях и флотаторах, во втором – в жироловках и флотаторах и в третьем – в жироловках и флотационных машинах пенной сепарации.

Сточные воды по напорному трубопроводу поступают в гидроциклоны, а затем подаются в осветлители-перегнватели. В осветлителях с естественной аэрацией осаждаются взвешенные частицы и всплывает жиромасса. Осветленные сточные воды направляются на очистку во флотационную установку, которая состоит из флотатора и напорного резервуара со струйной аэрацией. Установка работает с рециркуляцией очищенной воды. Очищенные

стоки через резервуар очищенной воды сбрасываются в бытовую сеть предприятия и далее в городскую канализацию. Жиромасса используется в дополнительной переработке с получением технической продукции [Боева, 2004; Технология рыбы..., 2006; Бредихина, 2009].

3.8. Перспективные технологии жиров из различных видов сырья

При получении жира из различных видов сырья водных биологических ресурсов ставится задача получения максимального количества жира. На настоящее время разработаны перспективные технологии получения жира, которые предусматривают, например, интенсификацию процесса получения жира по известным технологиям или разработку принципиально новых технологий.

В связи с освоением такого объекта промысла, как **мелкие мезопелагические рыбы**, которые характеризуются высокой жирностью и слабой структурой мышечной ткани разработана новая технология получения рыбного жира. Традиционная технология получения кормовой и жировой продукции не обеспечивает высокий выход жира из жирного сырья и получаемая кормовая мука не отвечает требованиям нормативной документации, в частности содержит повышенное количество жира. Применение электрофизических методов обработки сырья позволяет увеличить выход жира и решить проблему получения кормовой муки с заданными свойствами [Боева, 1994; Боева, 2002; Патент 2121845].

Для данного вида сырья предложено использовать предварительную электрообработку (электроплазмолиз) с целью увеличения выхода жира (рис. 10). При разрушении клеточной структуры тканей рыбы электрическим током, приводящем к высвобождению заключенных в них различных органических и неорганических веществ и переводу значительного количества связанной воды в свободное состояние облегчается дальнейший процесс извлечения жира из сырья и его обезвоживание. Полнота разрушения жировых клеток сырья зависит от напряженности электрического поля и

продолжительности его воздействия. Электроплазмолиз может существенно увеличить выход жира.

Размороженное на воздухе при температуре не выше 20 °С сырьё смешивали с водой (до 50 % объема) и подвергали электрообработке при напряженности электрического поля в интервале 0-50 В/см и продолжительностью до 25 с. Выделившийся жир был отделен на центрифуге. При электрообработке выход жира увеличивается от 15 до 30 %.

Проведенные исследования показали, что электрообработка рыбного сырья приводит к увеличению количества свободных жирных кислот в 1-1,5 раза по сравнению с липидами рыб, не подвергнутых обработке. Также такой вид обработки влияет на показатели, характеризующие степень окисления жиров. Глубина окислительных изменений зависит от параметров электрообработки. При повышенной напряженности электрического поля (40 В/см), длительности обработки 7 с и добавлении до 20 % воды в липидах интенсивно накапливаются продукты окисления. Снижение напряженности электрического поля до 20 В/см, увеличение продолжительности обработки до 7-11 с, добавление к измельченному сырью не менее 20 % воды задерживают процессы окисления липидов. Для данного вида сырья приведенные режимы электрообработки являются оптимальными.

Другим направлением предварительной обработки сырья с повышенным содержанием жира является использование ультразвука. Применение ультразвука в различных технологических процессах позволяет их интенсифицировать и повысить качество готовой продукции. Для получения максимального выхода жира из мелких мезопелагических рыб, проводились сравнительные исследования по применению ультразвука на различных этапах технологического процесса производства кормовой рыбной муки из мороженого сырья. Воздействие ультразвука на сырьё до его термической обработки и после разваривания без жидкой фазы не обеспечивает необходимого выделения жира, т.к. в процессе обработки образуется осадок с содержанием жира от 10 до 13 %.

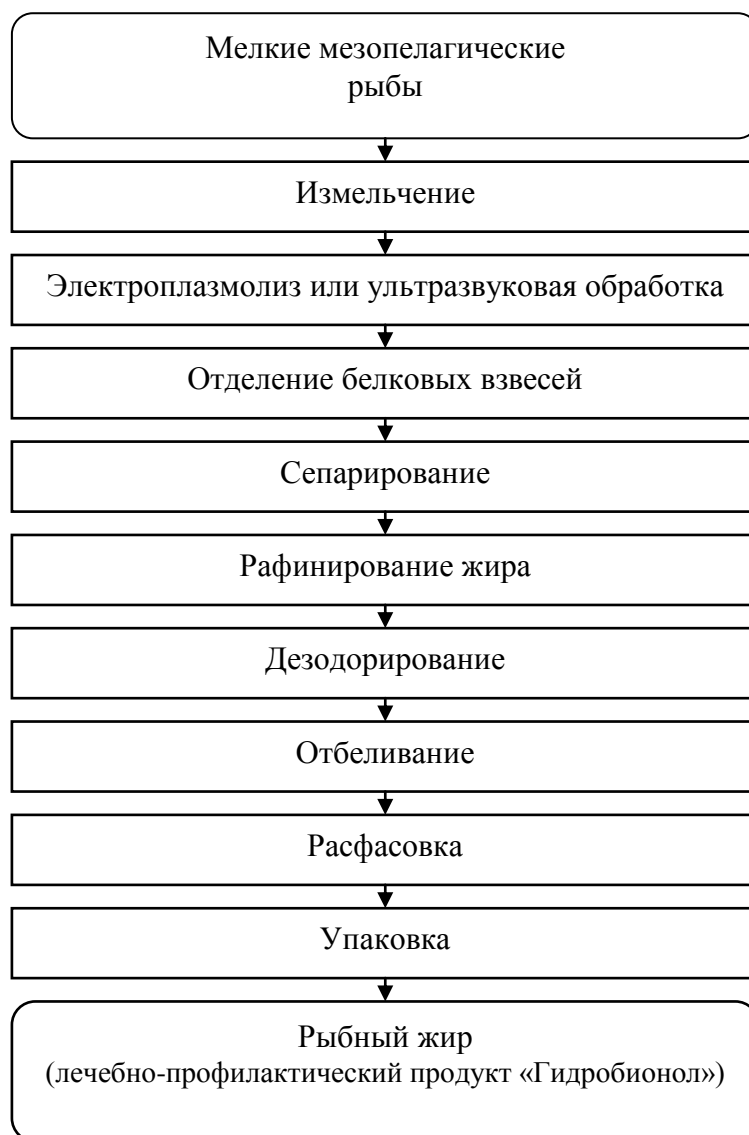


Рис. 10. Технологическая схема получения жира из мелких мезопелагических рыб с использованием электрофизических методов

На первом этапе технологического процесса предусматривается измельчение сырья, его разваривание в теплообменнике с подачей глухого пара при температуре 70-75 °С и продолжительностью 600-750 с, отделение основного количества жира из бульона, образовавшегося во время разваривания сырья. Далее разваренную массу отправляют на центрифугирование, где происходит разделение на две фракции: плотный остаток и бульон. Плотную массу обрабатывают ультразвуком мощностью 1,2-1,5 Вт/см² в течение 360-600 с, предварительно смешав её с обезжиренным бульоном в соотношении 1:2, и вторично центрифугируют. Бульон,

образовавшийся при первом и втором центрифугировании, подвергают сепарированию с получением обезжиренного бульона и жира. Обезжиренный бульон упаривают или обрабатывают способом ультрафильтрации. Полученный концентрат бульона добавляют к жому, полученному после вторичного центрифугирования, который направляют на сушку и получают кормовую рыбную муку. Суммарный выход жира по предложенной технологии составляет 90-99 % (первая стадия разваривания 78-80 %, вторая 10-20 %). Содержание жира в муке должно составить 1,5-2,0 %.

Таким образом, использование электрофизических методов обработки жирного сырья, в частности мелких мезопелагических рыб, позволяет увеличить выход жира в сравнении с традиционным способом вытапливания, а также при обработке белкового осадка получить муку соответствующую нормативной документации.

3.9. Хранение жиров

Химические свойства жиров определяются главным образом эфирной связью между радикалом глицерина и радикалом жирных кислот, наличием или отсутствием двойных связей в структуре радикалов жирных кислот и подвижностью водородных атомов жирных кислот [Тютюнников, 1974; Ржавская, 1976; О'Брайен, 2007].

Наличие эфирной связи делает возможным реакции омыления (гидролиза) и переэтерификации глицеридов, а наличие двойных связей и подвижных атомов водорода обуславливает способность глицеридов к реакциям присоединения и замещения. *Поэтому жиры как в процессе производства, так и хранения легко подвергаются химическим изменениям.*

В практике производства жиров большое значение имеет окисление жиров под действием кислорода воздуха, которое приводит к коренным изменениям химического состава жира и делает его непригодным для пищевых целей [Ржавская, 1976].

Гидролиз и окислительная порча липидов рыб. Липиды (жиры), выделенные из тканей в промышленных условиях, а также находящиеся в различных морепродуктах, в процессе хранения в обработанном и необработанном виде подвергаются воздействию факторов, вызывающих изменения их органолептических признаков. Эти изменения проявляются в приобретении липидами постороннего вкуса и запаха, с развитием которых качество продуктов снижается, что может вызвать перевод их из категории пищевых в категорию технических. К настоящему времени установлено, что изменения липидов обусловлены биохимическими и химическими процессами. В зависимости от условий в липидах могут образовываться вещества, свидетельствующие об одновременном протекании гидролитического расщепления (гидролиза) и окисления – накопления первичных и вторичных продуктов окисления или преобладания одного из них.

Гидролитическое расщепление липидов. Гидролиз липидов представляет собой процесс расщепления их молекул на основные структурные элементы. Структурные элементы всех классов липидов соединены с помощью сложноэфирных связей, поэтому разрушение последних происходит при обязательном участии воды. В результате гидролиза липидов в первую очередь накапливаются свободные жирные кислоты. Гидролиз липидов является обратным процессом, при котором направление зависит от условий, в которых он протекает и концентрации исходных компонентов и продуктов реакции.

Гидролиз липидов с достаточной интенсивностью протекает в присутствии липолитических ферментов (собственных и ферментов микроорганизмов), относящихся к группе эстераз и способствующих образованию свободных жирных кислот. Характерная особенность ферментов состоит в их специфичности, селективности их действия.

Окислительная порча липидов. Окисление липидов происходит вследствие их соприкосновения с кислородом воздуха или тканей. При этом в липидах появляются новые вещества, природа и соотношение которых зависят от свойств липидов и условий окисления. Условия окисления определяют в

свою очередь его направление и глубину. Окисленные липиды в соответствии с их органолептическими признаками часто называют прогорклыми. В таких липидах обнаружены перекисные, окси-, эпоксикарбонильные соединения (альдегиды и кетоны) разного молекулярного веса и степени ненасыщенности.

Окисление масел и жиров — сложный процесс, идущий по радикально-цепному механизму. Начальными (первичными) продуктами окисления являются разнообразные по строению пероксиды и гидропероксиды. В результате их сложных превращений образуются вторичные продукты окисления: спирты, альдегиды, кетоны и кислоты с различной длиной углеродной цепи, а также их разнообразные производные (рис. 11).

На скорость окисления, в первую очередь, влияют состав и строение липидной фракции, влажность, температура, наличие металлов переменной валентности, свет [Ржавская, 1976; О’Брайен, 2007].

При окислении липидов кислород реагирует с радикалами жирных кислот. Процесс окисления липидов (жиров) является самоускоряющимся или автокаталитическим, т.к. скорость окисления со временем возрастает благодаря образованию продуктов, катализирующих протекание реакций, затем уменьшается.

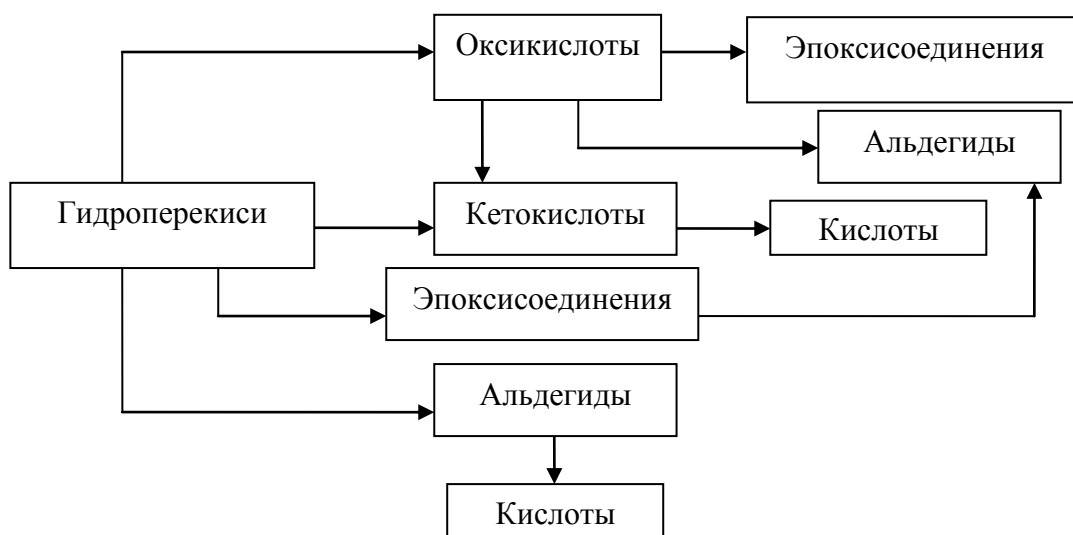
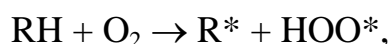


Рис. 11. Схема образования вторичных продуктов окисления липидов

Окисление липидов протекает по разветвленной цепной реакции. Каждая из которых состоит из следующих основных стадий элементарных реакций: зарождения цепи; продолжения цепи; разветвления цепи; обрыва цепи. В общем виде механизм окисления жиров и действия антиокислителей может быть представлен следующим образом:

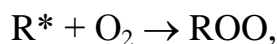
Зарождение цепи (инициирование цепи реакции) – стадия образования свободных радикалов:



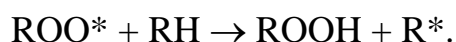
где R^* – свободный углеводородный радикал;

HOO – свободный перекисный радикал O^*-OH .

Продолжение цепи – стадия, сопровождающаяся превращениями свободного радикала под действием кислорода с образованием пероксидрадикала:



который способен к взаимодействию с другой ненасыщенной жирной кислотой или ее ацилом RH ; при этом образуется новый свободный радикал и гидропероксид:



Разветвление цепи – стадия, на которой за счет распада продуктов реакции образуются дополнительные свободные радикалы, численно превышающие свободные радикала при зарождении и продолжении цепи:



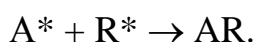
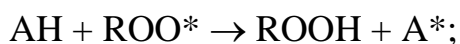
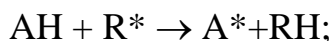
Обрыв цепи – стадия, на которой происходит рекомбинация свободных радикалов, в результате чего они насыщают свободную валентность, стабилизируются и цепь реакции обрывается. Возможны 3 типа рекомбинации: при взаимодействии двух свободных радикалов



свободного R^* и перекисного ROO^* радикалов;

двух перекисных радикалов.

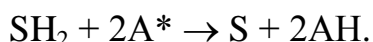
Антиокислители. Введение антиоксиданта (АН) приводит к образованию новых радикалов A^* , отличающихся значительно большей стабильностью, чем радикалы R^* , что приводит к замедлению реакции, а в конечном итоге, при определенных условиях, к ее резкому торможению:



Следовательно, *антиокислители* (антиоксиданты) — это вещества, включающиеся в процесс автоокисления различных продуктов и образующие стабильные промежуточные соединения, за счет чего блокируется цепная окислительная реакция.

Синергисты – вещества, усиливающие действие антиокислителей, сами обычно не обладают антиокислительными свойствами. К ним относятся вещества, инактивирующие ионы тяжелых металлов с образованием комплексных соединений.

Применение синергистов SH_2 основано на способности восстанавливать радикалы A^* , не реагируя с радикалами ROO^* :



Различают три подкласса антиокислителей с учетом их отдельных технологических функций: 1) антиокислители; 2) синергисты антиокислителей; 3) комплексообразователи [Булдаков, 1996; Нечаев, 2002; Боева, 2005; Солдатенков, 2006; Сарафанова, 2007; О'Брайен, 2007].

Антиокислители, используемые для стабилизации жиров. Из природных антиокислителей необходимо, в первую очередь, отметить *токоферолы* (E306-E309), которые присутствуют в ряде растительных масел.

Токоферолы в виде смеси изомеров содержатся в растительных жирах (500-100 мг %): масле пшеничных зародышей, кукурузном, подсолнечном и других; в животных жирах их содержание невысоко. Из смеси токоферолов

наибольшей витаминной активностью обладает α -токоферол и наибольшую антиоксидантную активность проявляет γ -токоферол.

Токоферолы хорошо растворимы в маслах, устойчивы к действию высоких температур, их потери при технологической обработке не велики. Они являются важнейшими природными антиоксидантами.

Аскорбиновая кислота E300, ее натриевая E301, кальциевая E302 и калиевая E303 соли применяются в качестве антиокислителей и синергистов. Восстанавливает фенольные соединения и связывает металлы.

Производные аскорбиновой кислоты — *аскорбилпальмитат* E304 и *аскорбилстеарат* E305 — жирорастворимые антиоксиданты с С-витаминной активностью. Эфиры аскорбиновой кислоты и высокомолекулярных жирных кислот эффективны при совместном использовании с лецитинами, токоферолами. Не влияют на вкус, запах и цвет пищевых продуктов.

Октил- и додецилгаллаты — кристаллические вещества с горьким вкусом, растворимы в жирах и маслах, нерастворимы в воде. Производные галловой кислоты — хорошие антиоксиданты. Основные синергисты – лецитин и лимонная кислота.

Гваяковая смола (E314) — нерастворимая в воде смесь α -, β -гваяковых кислот. Выделяется из произрастающего в тропиках дерева *L. Guajacum officinales* или *L. Guajacum sanctum*.

Широкое применение в качестве антиоксидантов нашли производные фенолов: третбутилгидрохинон, бутилгидроксианизол, бутилгидрокситолуол.

Третбутилгидрохинон (ТБГХ, ТВНQ, 2-третбутил-1,4-диоксибензол) E319. Бесцветное кристаллическое вещество.

Бутилгидрокситолуол (ионол, ВНТ; БОТ) E321 один из наиболее распространенных синтетических антиокислителей. Ионол термостабилен и не разрушается при выпечке изделий, обработке кондитерских масс.

Бутилгидроксианизол (БОА, ВНА) E320 состоит из смеси двух изомеров: 2- и 3-третбутил-4-гидроксианизолов. Относится к группе одноядерных соединений с одной гидроксильной группой Один из наиболее часто

применяемых антиоксидантов. Устойчив к высоким температурам и к воздействию слабых щелочей, не растворим в воде, не окрашивается при загрязнении железом. Скорость окисления жира в присутствии бутилоксианизола (БОА) понижается в несколько раз. Фенольный запах БОА при концентрациях, применяемых в пищевых продуктах, не оказывает влияния на их органолептику. Кроме того, для подавления этого запаха рекомендуется добавление ванилина. Полярнографическое изучение фенольных антиокислителей показало, что анодное окисление некоторых из этих веществ связано с образованием свободных радикалов.

Радикалы из бутилокситолуола и токоферола являются коротко живущими и при образовании 2,2,6,6-тетра-трет-бутилстильбенхинона или α -токоферилхинона быстро реагируют далее, радикал бутилоксианизола проявляет значительную устойчивость.

Максимально безвредным количеством было принято 0,3 % бутилоксианизола от общего количества пищи. Ежедневное максимальное допустимое количество бутилоксианизола составляет 0,02 %.

Антиокислительные составы на основе БОА и БОТ хорошо стабилизируют различные рыбные жиры.

Скорость разрушения смеси бутилоксианизола была изучена в условиях хранения жира при температуре 60 °С. Эти исследования показали, что разрушение бутилоксианизола протекает в две ступени: начальный слабый распад и последующее быстрое уменьшение концентрации БОА.

Бутилокситолуол в смеси с бутилоксианизолом при содержании в жире 0,02 % повышает стойкость к окислению рыбного жира, при их совместном применении наблюдается заметный синергетический эффект.

Производные фенолов вносятся в пищевые продукты исключительно в малых количествах, их эффективность тем больше, чем длинней индукционный период окисления. В то же время следует помнить, что все они задерживают процесс окисления жиров только ограниченное время.

Лецитины E322. Антиокислители, эмульгаторы. Лецитины являются антиоксидантами и синергистами окисления масел и жиров.

Кверцетин, дигидрокверцетин – производные флавонов, получают из коры дуба, лиственницы и из некоторых других растений. Обладают сильными антиокислительными свойствами, которые усиливаются в присутствии лимонной и аскорбиновой кислот.

Лимонная кислота E330 и ее соли – цитраты натрия E331 (одно-, двух- и трехзамещенные), калия E332 (двух- и трехзамещенный), кальция E333 являются регуляторами кислотности, стабилизаторами и комплексообразователями. Действие лимонной кислоты и ее солей основано на их способности связывать металлы с образованием хелатных соединений.

Винная кислота E334 – синергист антиокислителей, комплексообразователь, соли винной кислоты: тартраты E333, E336, E337 – комплексообразователи.

Биологические активные вещества растительного происхождения в качестве антиокислителей. Эфирные масла. На основе биологически активных веществ растительного сырья в Японии, США, Канаде, Англии и России предложен ряд составов для защиты жиров и масел. Обширный арсенал сырья растительного происхождения в последние годы вызывает все больший интерес исследователей к использованию их в качестве антиокислителей [Боева, 2004; Боева, 2005].

Антиокислительные свойства проявляют некоторые пряности и их экстракты: анис, кардамон, кориандр, укроп, фенхель, имбирь, красный перец. Некоторые из них повышают стойкость жиров в два, три раза.

Стабилизирующие вещества не должны сообщать продукту посторонних вкусов, запаха и проявлять вредное физиологическое воздействие на организм. Этим требованиям в определенной мере удовлетворяют некоторые растительные средства, содержащие в своем составе токоферолы, аскорбиновую и лимонную кислоты, эфиры стеариновых кислот, флавоноиды и др.

Эфирные масла – прозрачные, бесцветные или слегка окрашенные жидкости, имеющие выраженный характерный запах. Обладают свойством летучести, не оставляют жировых пятен на бумаге, практически нерастворимы в воде, окисляются и осмоляются под воздействием света и кислорода. Количество различных органических и неорганических веществ, входящих в состав эфирных масел, варьирует от 120 до 500. Эфирные масла обладают бактерицидными свойствами, и применение их в парфюмерных и косметических изделиях способствует оздоровлению не только тела человека, но и окружающей среды.

Эфирное масло сладкого апельсина обладает противолихорадочным и дезинфицирующим свойствами. Оно стимулирует пищеварение, функции желчного пузыря, почек, мочевого пузыря, работу сердца. Апельсиновое (сладкое) эфирное масло используют для лечения желудочно-кишечных заболеваний, при сердцебиении, неврозах, снижении иммунной защиты организма. Улучшает зрение, если это связано с гиповитаминозами и переутомлением. Водный или масляный раствор эфирного масла применяют для лечения стоматита, пародонтоза (устраняет воспаление и кровотечение десен, деструктивные изменения в тканях).

Масло лимона тонизирует вегетативную нервную систему, эффективное средство против вегетососудистой дистонии. Хорошее противовирусное средство: эффективно при гриппе, герпесе, ветрянке, вирусном гепатите, кори, паротите. Облегчает лихорадку, способствует нормализации температуры тела. Средство от головной боли, тошноты, головокружения, вызванных спазмами сосудов головного мозга или передозировкой кофеина. Нормализует обмен веществ и утилизацию жиров, средство от ожирения, устраняет целлюлит. Растворяет камни желчного пузыря и почек. Омолаживает стенки сосудов, оказывает антисклеротическое действие. Препятствует варикозному расширению вен и развитию геморроя. Участвует в очистке организма от шлаков, имеет противоанемическое действие, активизирует лейкоциты в системе защиты организма, нормализует формулу крови.

В медицине довольно часто используется извлекаемая из пихтовой хвои с веточками – пихтовой лапки – смесь эфира борнеола-борнилацетата, свободного борнеола, камфена и скипидара, известная под названием пихтового масла.

Это прозрачная жидкость от бесцветного до светло-желтого цвета, очень летучая, с характерным смолистым запахом. Фармакологические свойства пихтового масла дают все основания признать его тонизирующим, общеукрепляющим и бактерицидным средством. Оно так же активизирует функцию половых желез и гормональной системы. Используется для лечения разнообразных заболеваний: остеохондроза, стенокардии, псориаза, глаукомы и даже приостанавливает рост злокачественных опухолей. Весьма своеобразно пихта регулирует давление крови: пониженное выравнивает, высокое снижает, не оказывая абсолютно никакого воздействия на нормальное. Пихтовое масло содержит в себе 35 биологически активных веществ. Фитонциды оказывают губительное действие на микробы. Витамины, эфирные масла стимулируют защитные силы организма, способствуют усилению кровообращения и т.д.

При изучении влияния эфирных масел лимона, апельсина, укропа и пихты было выявлено их положительное влияние на стабилизацию концентрата полиненасыщенных жирных кислот омега-3 (БАД «Концентрат омега-3») [Боева 2004; Боева, 2005].

4. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЖИРОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Современное развитие науки и техники позволяют получить из жиров рыб и морских животных не только продукцию, предназначенную для пищевых, кормовых и технических целей, но и широко распространенные в настоящее время биологически активные добавки к пище. Это значительно расширяет ассортимент вырабатываемой продукции, позволяет получать дополнительную прибыль предприятиям и решает вопрос о снабжении

организма человека биологически активными веществами [Зайцев, 1980; Гурин, 1981; Рисман, 1998; Лебская, 2000; Пилат, 2002; Оттавей, 2010].

4.1. Биологически активные вещества (БАВ) и их роль в современной нутрициологии

Сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни человека является одной из самых важных и актуальных проблем. Значительные перемены в образе жизни и питания человека повысили риск возникновения ряда заболеваний, в том числе диабета, рака, ожирения, сердечно-сосудистых и гипертонических болезней. Изменение состояния окружающей среды, загрязнение воды, развитие пищевой индустрии и технологии (рафинирование, стерилизация, консервация, биотехнологии, генные модификации и пр.) повлияло на ухудшение качества пищи и на удаление из нее важнейших для человека пищевых, биологических и регуляторных веществ. Другой важной причиной возникновения многих видов патологии и заболеваний является существенное изменение структуры и качества питания населения: увеличение употребления жиров, белков, углеводов и выраженный дефицит клетчатки, дефицит минеральных веществ, в частности, кальция и железа [Рисман, 1998; Пилат, 2002; Оттавей, 2010].

Питание относится к важнейшим факторам окружающей среды и в течение всей жизни воздействует на организм человека. Пищевые вещества, преобразуясь в процессе метаболизма в структурные и функциональные элементы клеток, обеспечивают физиологическую и умственную работоспособность, определяют здоровье и продолжительность жизни человека.

В современной нутрициологии пища рассматривается не только как источник энергии, но и как источник БАВ, оказывающих активное регулирующее влияние на функцию отдельных органов и систем. По мнению ученых, в основе современных представлений о здоровом питании лежит концепция оптимального питания, предусматривающая полное обеспечение

потребностей организма человека в энергии, макро- и микронутриентах и целого ряда минорных биологически активных компонентов пищи. Таким образом, биологически активные вещества растительного и животного происхождения, содержащиеся в лекарственных растениях, в плодах, во всевозможных видах водных биологических ресурсах и в других продуктах, дополнительно включаемые в рацион современного человека или употребляемые им в чистом виде, могут составить один из важнейших вариантов оптимального питания, при котором может быть достигнуто и сохранено хорошее здоровье человека [Тутельян, 1996; Рисман, 1998; Тутельян, 1999; Пилат, 2002; Оттавей, 2010].

Природные или идентичные природным БАВ, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов называются биологически активными добавками (БАД). Фактически БАД к пище – функциональные ингредиенты или выделенные из них биологически активные вещества в концентрированном виде, которые необходимы для обеспечения физиологически оптимального функционирования человеческого организма и которые современный человек недополучает с пищей. Задача, возложенная на БАД – оптимизация питания с целью оздоровления, снижения риска заболеваний, профилактики и лечения заболеваний в составе диетологических мероприятий за счет восполнения комплекса БАВ. БАД к пище являются важным элементом оптимизации питания с целью укрепления здоровья и снижения риска различных заболеваний и имеют ряд преимуществ по сравнению с обогащенными, функциональными и генетически модифицированными продуктами питания:

- БАД к пище позволяет быстро восполнить дефицит биологически активных веществ, содержание которых было понижено несбалансированной диетой, не повышая калорийность питания.
- биологически активные вещества в БАД находятся в компактной форме, удобной для хранения и транспортировки (капсулы, таблетки) и их

оптимальное соотношение рассчитывается индивидуально с учетом пола, возраста, состояния здоровья и прочих физиологических аспектов.

В лечебно-профилактической классификации пищевые БАД подразделяют на микронутриенты (или нутрицевтики), парафармацевтики и зубиотики.

Микронутриенты или нутрицевтики. Эту группу БАД можно со всеми основаниями причислить к пище, поскольку она в большинстве случаев представлена хорошо изученными естественными её компонентами, физиологическая потребность и биологическая роль которых установлены, такими как: витамины, каротиноиды, высшие полиненасыщенные жирные кислоты, аминокислоты, моно-, ди- и полисахариды, а также пищевые волокна (целлюлоза и пектины) и микроэлементы – железо, цинк, селен, йод, фтор и др. Они применяются для коррекции химического состава пищи человека (дополнительные источники нутриентов: белка, аминокислот, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон).

Использование нутрицевтиков в повседневном питании больных и здоровых людей позволяет:

- легко и быстро устранить недостаток эссенциальных пищевых веществ, который повсеместно выявляется у большинства взрослого и детского населения России;
- максимально учесть в питании конкретного человека индивидуальные потребности, которые зависят от возраста, пола, интенсивности физических нагрузок, экологических условий региона обитания и т.д.;
- за счет усиления элементов защиты клеточных ферментных систем повысить общую, неспецифическую резистентность организма к действию неблагоприятных факторов окружающей среды у населения.

Таким образом, использование нутрицевтиков является эффективным средством профилактики, а также дополнительного (а иногда, и основного) лечения больных при широко распространенных хронических заболеваниях, как ожирение, сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания,

иммунодефицитные состояния, заболевания желудочно-кишечного тракта и других заболеваний.

Парафармацевтики – это БАД, содержащие компоненты растительного, животного, минерального и другого происхождения, способные оказывать регулирующее влияние на функции отдельных органов и систем организма человека. Как правило, это минорные компоненты пищи, такие как органические кислоты, биофлавоноиды, кофеин, биогенные амины, регуляторные ди- и олигопептиды, некоторые олигосахариды и т.д. Это могут быть и экстракты трав, которые обычно в пищу не употребляются. Такие БАД стоят ближе к фармацевтической продукции, однако дозы действующих начал должны находиться на уровне их среднего поступления с пищей, и быть ниже терапевтической. Действие парафармацевтиков реализуется по следующим направлениям:

- регуляция в физиологической активности отдельных органов и систем;
- активация систем, участвующих в развитии адаптационных реакций организма;
- регуляция деятельности нервной системы, включая высшую нервную деятельность;
- регуляция микробиоценоза желудочно-кишечного тракта.

В подавляющем большинстве парафармацевтики безопасны в применении. Они имеют более широкий, чем у лекарств, диапазон доз, при которых оказывают свое нормализующее или корригирующее действие на функции отдельных органов и систем организма человека при значительно более низкой вероятности проявления, в сравнении с лекарственными средствами, токсических и побочных эффектов.

Эубиотики — биологические препараты, содержащие живые микроорганизмы для нормальной микрофлоры кишечника. В кишечнике находятся 400-500 различных видов микроорганизмов, наиболее важными из них являются аэробные лактобактерии (*L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. salivores*, *L. cellobiosus*) и анаэробные бифидобактерии

(*Bifidumbakterium bifidum*, *B. bifidus*, *B. infantis*, *B. longum*, *B. adolescentis*).

Кишечная микрофлора играет большую роль в поддержании здоровья, выполняя ряд функций, имеющих важное значение для жизнедеятельности человека: участвует в синтезе витаминов группы В, К, аскорбиновой кислоты, повышая тем самым резистентность организма к неблагоприятным факторам внешней среды; участвует в электролитном обмене, регулирует метаболизм желчных кислот, холестерина; участвует в детоксикации экзогенных и эндогенных субстратов, выступая в роли «естественного биосорбента», а также осуществляя микробную трансформацию токсических веществ, синтезирует вещества с антибактериальной активностью и пр.

В соответствии номенклатурой пищевых продуктов БАД к пище производятся на основе [Приказ Минздрава РФ: от 26.03.2001 N 89 О государственной регистрации новых пищевых продуктов, материалов и изделий, парфюмерной и косметической продукции, средств и изделий для гигиены полости рта, табачных изделий. Утвержден 26.03.2001]:

- белков, аминокислот и их комплексов;
- эссенциальных липидов (растительных масел, рыбьего жира);
- углеводов и сахаров, меда, сиропов и др.;
- пищевых волокон;
- чистых субстанций макро- и микронутриентов, биологически активных веществ или их концентратов с использованием различных наполнителей;
- природных минералов, в т.ч. мумие;
- пищевых и лекарственных растений, в т.ч. цветочная пыльца;
- переработки мясомолочного сырья, субпродуктов, членистоногих, земноводных, продуктов пчеловодства;
- рыбы, морских беспозвоночных, ракообразных, моллюсков и др.;
- растительных организмов моря;
- пробиотических микроорганизмов;
- одноклеточных водорослей;

– дрожжей.

Таким образом, БАД занимают равноправное место среди диетологических методов оздоровления организма и профилактики заболеваний. В сферу воздействия БАД попадают молекулярные (биохимические и метаболические) процессы, межклеточные взаимодействия, функциональная активность отдельных органов и их систем и другие жизненно важные процессы. Таким образом, воздействия БАД на организм человека для обеспечения поддержания физиологически оптимального состояния, в т.ч. в условиях экологического, психического, физического стресса и при различных заболеваниях имеет существенное значение.

На рис. 12 в виде схемы представлено воздействие БАД на организм человека [Нечаев, 2002].

В настоящее время население нашей страны, особенно в зонах экологической напряженности, не обеспечено полноценным питанием, поэтому наблюдается дефицит нутриентов: витаминов, микроэлементов, эссенциальных компонентов липидной природы, что приводит к развитию сердечно-сосудистых и других заболеваний, а также снижению иммунного статуса организма.

Решению этой проблемы может способствовать производство БАД из липидов рыб и нерыбных объектов промысла, характеризующихся присутствием значительных количеств омега-3 высоконенасыщенных жирных кислот с высокой физиологической активностью. Такая активность выражается в нормализации липидного обмена у живых организмов, снижении уровня холестерина в крови, что определяет возможность создания на основе рыбных жиров биологически активных добавок пищевого назначения, предназначенных для профилактики атеросклероза, ишемической болезни сердца, гипертонии.

На основании этого был разработан ряд технологий, позволяющих повысить уровень содержания омега-3 высоконенасыщенных кислот в жире из разных видов сырья и получить различные биологически активные добавки к пище.



Рис. 12. Воздействие БАД на организм человека

4.2. Технологии биологически активных добавок к пище на основе жиров водных биологических ресурсов

Очевидно, что для поддержания здоровья человека необходимо включать в его ежедневный рацион источники жирных кислот омега-3: рыбный и тюлений жиры или БАД к пище на их основе. К таким БАД к пище на основе натурального рыбьего жира относятся «Эйконол», «Эйковит», «Эйфитол» (НИИ «Тринита», Россия), «Полиен» (АО «Полиен», Россия), «Кодивитолен» из тресковых рыб, «Гидробионол» из мелких рыб средней и высокой жирности, «Биафишенол» из ветеринарного жира, полученного при производстве кормовой рыбной муки, «Концентрат омега-3», содержащий до 75 % эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот (разработанные ВНИРО), Moller's Tran (Peter Moller, Норвегия), Cod Liver Oil (Islannin Kalanmaksa Olju, Исландия) и на основе жира из покровного сала тюленя «Тюленол», «Тюленол с долюцаром», «Тюленол с морскими водорослями»

[Боева, 1994; Патент 2039793; Боева, 2002; Петрова, 2008; Петрова, Боева, 2008; Петрова, 2013].

Ниже рассмотрены технологические аспекты некоторых БАД к пище на основе жиров водных биологических ресурсов.

«Кодвитален» вырабатывается из печени тресковых рыб. Технология его получения предусматривает обработку жира-полуфабриката путем сепарирования, рафинации при определенных условиях и очистку от твердых глицеридов путем фильтрации. «Мягкая» рафинация исходного сырья позволяет значительно снизить содержание свободных жирных кислот и повысить в конечном продукте содержание биологически активных омега-3 высоконенасыщенных кислот. Наряду с повышенным содержанием высоконенасыщенных кислот омега-3 (выше 15 % от общей массы кислот) «Кодвитален» содержит натуральные витамины А и Д и рекомендуется при атеросклерозе, гипертонии, ишемической болезни сердца и заболеваниях, обусловленных недостатком витаминов А и Д особенно для детей и людей пожилого возраста.

В связи с тем, что жиры из печени тресковых пород рыб, в отдельных случаях, характеризуются повышенным содержанием хлорорганических пестицидов (ХОП), технология получения «Кодвиталена» предусматривает очистку жира способом молекулярной дистилляции по установленным оптимальным технологическим режимам, что позволяет снизить содержание ХОП до норм, соответствующих требованиям Минздрава РФ, при полной сохранности всех физиологически активных компонентов жира, а именно витаминов А и Д, а также полиненасыщенных жирных кислот.

«Гидробионол» вырабатывается из мелких рыб средней и высокой жирности с содержанием в липидах не менее 15-20 % омега-3 высоконенасыщенных кислот. Измельченное рыбное сырье подвергается электрообработке (плазмолизу) при определенных условиях с последующим выделением жира центрифугированием, что позволяет увеличить выход жира на 10-15 % и повысить сумму омега-3 высоконенасыщенных кислот в нем по

сравнению с традиционным прессово-сушильным способом. Получаемый лечебно-профилактический продукт гипохолестеринемического действия содержит 20-25 % омега-3 высоконенасыщенных жирных кислот в зависимости от вида сырья.

«**Биафишенол**» вырабатывается из ветеринарного жира и рыбных жиров, получающихся при производстве кормовой рыбной муки.

Вырабатываемые промышленностью рыбные жиры различны по составу и качественным показателям, поэтому первый этап работы заключался в проведении исследований 40 образцов рыбного жира, полученного из разного вида сырья при производстве кормовой муки прессово-сушильным способом.

Все образцы были охарактеризованы по показателям качества и состава жира (кислотному, пероксидному, альдегидному числам, содержанию неомыляемых веществ, витаминов А и Д, а также жирнокислотному и фракционному составу).

В результате сравнительных технологических экспериментов нами был предложен способ мягкой рафинации рыбных жиров с кислотным числом до 10 мг КОН/г смесью 1 % КОН и 1 % NaHCO_3 (пищевой соды) в соотношении 1:1 к расчетному количеству данной смеси необходимой для нейтрализации свободных жирных кислот, позволяющий повысить выход очищенного жира на 17-20 % и получить жир лучшего качества по сравнению с качеством жира, очищенного другими способами рафинации [Патент 2363726].

Следует отметить, что при разработанном режиме рафинации происходит некоторое перераспределение в составе жирных кислот, при этом снижается содержание насыщенных жирных кислот и увеличивается на 2,0-2,5 % содержание, особо ценных в лечебном отношении полиненасыщенных жирных кислот.

Разработанная технология получения БАД пищевого назначения предусматривает не только использование новых режимов рафинации, а также охлаждение и фильтрацию от твердых глицеридов, дезодорирование

активированным углем, осветление с помощью отбелочной глины и позволяет получать продукт высокого качества с низким содержанием свободных жирных кислот (кислотное число менее 4 мг КОН/г), светло-желтого цвета, незначительным запахом рыбного жира и повышенным содержанием омега-3 полиненасыщенных жирных кислот. Препарат предназначенный, для лечения атеросклероза, гипертонии, ишемической болезни сердца.

Вместе с тем, вырабатываемые в настоящее время в широком ассортименте лечебно-профилактические продукты гипохолестеринемического характера из рыбных жиров, отличаются лишь различными технологическими приемами их получения, но имеют практически одинаковое суммарное содержание эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот не более 15-20 % от общей суммы кислот. В связи с этим во ВНИРО разработана технология **«Концентрат омега-3»** биологически активной добавки нового поколения из рыбных жиров с повышенным содержанием биологически активных полиненасыщенных жирных кислот омега-3, что позволяет резко усилить лечебно-профилактический эффект этого продукта. Разработанная технология получения концентрата этиловых эфиров полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) из рыбных жиров предусматривает три стадии технологического процесса (рис. 13):

1 – переэтерификацию рыбного жира абсолютизированным этанолом в присутствии определенного катализатора для получения этиловых эфиров ПНЖК;

2 – концентрирование этиловых эфиров ПНЖК методом комплексообразования с мочевиной;

3 – очистку концентратов этиловых эфиров методом молекулярной дистилляции или методом адсорбционной хроматографии [Баскакова, 2015; Боева, 2005; Патент 2209235].

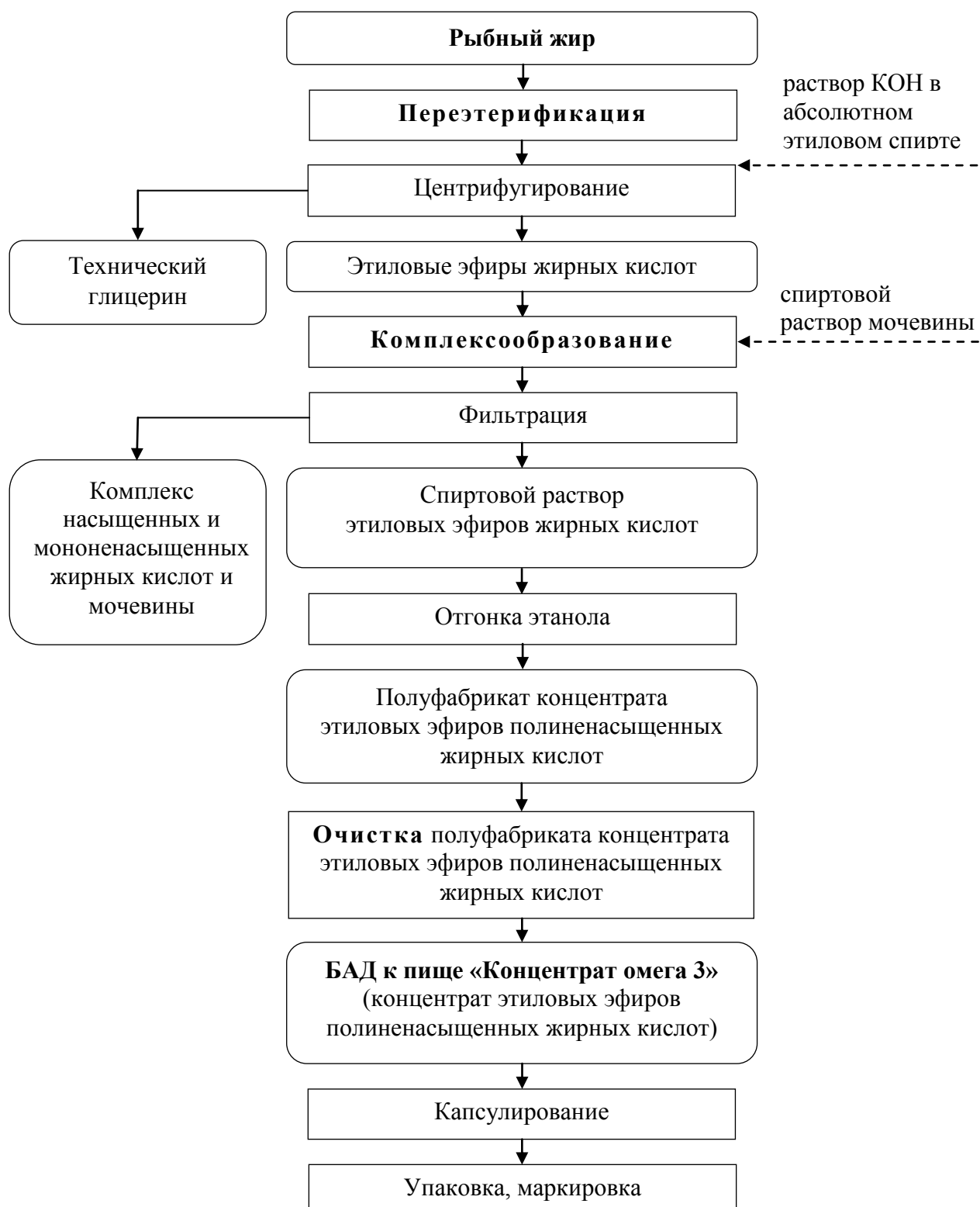


Рис. 13. Схема получения биологически активной добавки к пище «Концентрат омега-3»

Полученная БАД – «Концентрат омега-3» из рыбных жиров представляет жидкость светло-желтого цвета, характеризуется отсутствием специфического рыбного запаха и вкуса и следующими качественными показателями: кислотное число 1,5-2,0 мг КОН/г, пероксидное число 0,1 % I₂, альдегидное число 8,0-10,0 мг коричневого альдегида в 100 г ЭЭПНЖК, но главное – содержит 56-60 % биологически активных полиненасыщенных жирных кислот омега-3, что значительно повышает его эффект при лечении и профилактике атеросклероза, гипертонии и сердечно-сосудистых заболеваний.

Проведенные медико-биологические испытания образцов концентрата КЭЭПНЖК по изучению радиозащитной и гемостимулирующей активности показали, что концентрат обладает выраженным радиозащитным и стимулирующим действием. Этот факт позволяет расширить область применения концентрата ЭЭПНЖК в случае угнетения кроветворения и иммунитета при действии ионизирующей радиации или химиопрепаратов [Сидоров, 2004].

Все разработанные во ВНИРО БАДы из жиров получили положительную оценку Института питания РАМН и регистрационное удостоверение Минздрава РФ.

Производство БАД к пище «Биафишенол», «Биафишенол с витамином Е» освоено фирмой ООО «Дель-Риос» г. Москва. Производство опытных партий БАД к пище «Кодвитолен» и «Концентрат омега-3» осуществлялось в цехе Корпуса экспериментальных технологий ВНИРО.

Для расширения спектра лечебных свойств рыбьего и тюленьего жиров разрабатывают БАД к пище, в состав которых добавляют биологически активные компоненты: жирорастворимые витамины, лецитины и другие вещества. Так, разработанная пищевая добавка лечебно-профилактического действия с витамином Е из рыбных жиров решает еще одну важную задачу: помимо натуральных витаминов А и Д и полиненасыщенных жирных кислот, находящихся только в рыбном жире, снабжает организм человека важнейшим витамином Е – витамином молодости и воспроизводства.

Мурманскими учеными была получена БАД на основе рыбного жира и фосфолипидов, выделенных из гонад гребешка, морского ежа и отходов промпереработки сельди [Лебская, 2000; Лебская, Шаповалова, 2000]. Была подтверждена эффективность использования БАД в профилактике ишемической болезни сердца и гипертонии.

Помимо этого, разработаны БАД к пище, полученные из печени крабов и кальмаров – «**Крусмарин**», «**Эйколан**», «**Кальмаровое масло**», которые более эффективные, чем рыбные жиры, т.к. они содержат уникальные соединения липидной природы алкоксидиглицериды, которые повышают иммунную систему организма, защищая его от инфекций, улучшает процесс кроветворения при действии ионизирующей радиации и химиотерапии.

По современным представлениям алкоксиглицериды широко распространены в органическом мире, начиная с протоклетки и прокариот вплоть до высших форм организма, играя заметную роль в поддержании их гомеостаза. В мировой медицинской практике с 1970-х годов находят широкое применение алкоксиглицериды печени акулы при лечении онкологических, вирусных и другого типа заболеваний, вызываемых подавлением иммунной системы организма.

Во ВНИРО в лаборатории кормовых продуктов и БАВ были проведены работы по разработке БАД из липидов внутренних органов кальмара. В качестве объекта исследования были взяты гонады и печень командорского кальмара. Был определен фракционный и жирнокислотный состав и показатели качества выделенных из них липидов. Был определен состав алкоксиглицеридов из липидов внутренних органов кальмара, выделены и идентифицированы жирные спирты, входящие в состав алкоксиглицеридов, разработана методика количественного определения алкоксиглицеридов в различных липидах, основанная на переводе их в церол с выделением последнего методом колоночной хроматографии на силикагеле. В процессе исследования было установлено наличие в гонадах кальмара липидов с простой эфирной связью – алкоксиглицеридов с концентрацией от 30 до 40 % от общей

фракции липидов. Анализ жирнокислотного состава липидов показали наличие в них высокого суммарного содержания омега-3 полиненасыщенных жирных кислот от 35 до 45 % от суммы кислот, что указывает на ценность этого сырья для получения БАД гипоподемического и гипохолестеринемического действия. На основании проведенных исследований была разработана технология получения БАД из липидов внутренних органов кальмара, включающая их экстракцию и получения в конечном итоге концентрата алкоксиглицеридов. Разработана научно-техническая документация на новую БАД к пище – «Кальмаровое масло» [Сидоров, 2005; Патент 2266949; Сидоров, 2007].

С целью исследования иммунной и гемостимулирующей активности новой БАД были проведены биологические испытания в МРНЦ РАМН г. Обнинск под руководством профессора А.Г. Коноплянникова. Для сравнения были взяты образцы жира из печени акулы, уже зарекомендовавшего себя в медицинской практике, в качестве иммунноактивного препарата. Тестовой системой являлась экспериментальная модель для изучения размеров пула кроветворных стволовых клеток (КОЕ-С), которые, как известно, являются ответственными за иммунитет системы защиты человеческого организма. Величина КОЕ-С позволяет оценить потенциальные возможности кроветворной и иммунной системы к восстановлению при действии на организм любых повреждающих воздействия. Эксперименты проводились на мышах линии F1 при воздействии на них повреждающего ионизирующего излучения в дозе 6 Грей. Было установлено, что в дозе 0,2 мл липидов, принимаемых вместе с пищей, жир печени акулы и «Кальмаровое масло» проявили высокую активность по образованию КОЕ-С по сравнению с контролем.

При снижении вводимой дозы вещества наблюдается колебательный характер его действия для обоих препаратов, однако при высоких разведениях кальмаровое масло проявило такую же активность, как в дозе 0,2 мл, в то время как жир акулы имел активность на уровне контроля. На основании проведенных испытаний были определены оптимальные концентрации

кальмарового масла для использования их в рецептуре на БАД к пище. Биологические испытания гемостимулирующей и радиозащитной активности БАД из липидов внутренностей кальмара, проведенные в МРНЦ РАМН (г. Обнинск), показал их высокую гемостимулирующую активность и радиозащитное действие. При исследовании биологического действия отдельных фракций липидов внутренностей кальмара было установлено, что наибольшим гемостимулирующим и радиозащитным действием обладает фракция алкоксидиглицеридов [Сидоров, 2005].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Характеризуя современное состояние производства жиров из водных биологических ресурсов, следует отметить, что потребности в них на мировом рынке и в нашей стране удовлетворяются недостаточно. В частности, созданию дефицита жиров водных биологических ресурсов в последние годы в значительной мере способствовали неблагоприятные гидрологические явления, которые привели к резкому падению уловов рыбы, что значительно сократило объём сырья для производства жира в странах мира. В настоящее время производство рыбных жиров восстанавливается и улучшается ситуация на мировом рынке. Для полного удовлетворения потребности в жирах водных биологических ресурсов их производство должно развиваться не только в направлении увеличения объёмов выпускаемой продукции, но и повышения его качества.

Для увеличения объёма выпуска жиров водных биологических ресурсов необходимо расширение сырьевой базы для их производства как за счёт недоиспользуемых объектов промысла, так и вовлечение для изготовления жиров отходов от разделки сырья из водных биологических ресурсов на пищевые цели и прилова, который часто выбрасывают за борт. Необходимо создать условия для сбора, сортировки и хранения прилова и отходов от разделки в условиях промысла.

Внедрение новых технологий производства жиров и БАД к пище на основе жиров водных биологических ресурсов позволит получать продукцию высокого качества, существенно расширить ассортимент препаратов лечебно-профилактического действия.

Кроме того производство жиров из водных биологических ресурсов, особенно медицинского жира, требует государственной поддержки: дотирования и налоговых льгот для предприятий, внедряющих ресурсосберегающие и безотходные технологии в области переработки жиросодержащего сырья водных биологических ресурсов.

Таким образом, рыбная промышленность обладает большим ресурсным и технологическим потенциалом в области переработки жиросодержащего сырья для получения биологически активных препаратов на основе жиров водных биологических ресурсов, который заслуживает особого внимания.

ЛИТЕРАТУРА

- Акулин В.Н. 1995. Исследования в области технологии использования рыб и нерыбных объектов Дальнего Востока / В.Н. Акулин, Ю.Г. Блинов // ТИНРО-70. Владивосток. С. 32-51.
- Артемова А.Г. 2013. Технология получения жира пищевого из голов лососевых рыб ферментативным способом // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. М.: Информационно-аналитический центр медико-социальных проблем. Т. 9. № 2. С. 9-16.
- Байдалинова Л.С. 2006. Биотехнология морепродуктов // Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова, Н.Т. Сергеева. М.: Мир. 560 с.
- Байдалинова Л.С. 2011. Биохимия сырья водного происхождения: учеб. пособие / Л.С. Байдалинова, А.А. Яржомбек. Москва: Моркнига. 504 с.
- Баскакова Ю.А. 2015. Разработка технологии биологически активной добавки к пище «Концентрат омега 3» / Ю.А. Баскакова, Н.П. Боева // Рыбное хозяйство. №. 5. С. 96-101.
- Бергельсон Л.Д. 1981. Препаративная биохимия липидов // Л.Д. Бергельсон, Э.В. Дятловицкая, Ю.Г. Молотковский. М.: Наука. 256 с.
- Берзин А.А. 1990. Вопросы рационального использования морских млекопитающих дальневосточных морей // Известия ТИНРО. Владивосток. Т.112. С.127.

- Беседнова Н.Н. 2014. Морские гидробионты – потенциальные источники лекарств // Здоровье. Медицинская экология. Наука. №3(57). С. 4-10.
- Боева Н.П. 1994. Разработка новых медицинских, лечебно-профилактических препаратов и продуктов на основе рыбных жиров / Н.П. Боева, Ф.М. Ржавская, О.А. Балова // Технология переработки гидробионтов. Международная конференция. М. С.113 – 114
- Боева Н.П. 2002. Биологически активные добавки гипохолестеринемического действия из рыбных жиров / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, В.М. Белоцерковец // Рынок биологически активных добавок. №1(3). С.35 – 36
- Боева Н.П. 2002. Научное обоснование комплексной технологии кормовой муки из нетрадиционных объектов промысла: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М. 470 с.
- Боева Н.П. 2004. Использование эфирных масел для стабилизации концентрата ПНЖК / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, В.М. Белоцерковец, Ю.А. Шатилова (Ю.А. Баскакова) // Прикладная биохимия и технология гидробионтов: Труды ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. Т. 143. С. 115-117.
- Боева Н.П. 2004. К вопросу об утилизации вторичных сырьевых ресурсов рыбной отрасли / Н.П. Боева, О.В. Бредихина, С.В. Бредихин, А.И. Бочкарев // Прикладная биохимия и технология гидробионтов: Труды ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. Т. 143. С. 201-203.
- Боева Н.П. 2005. Изучение влияния антиоксидантов фирмы Danisco на качество концентрата этиловых эфиров полиненасыщенных жирных кислот / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, Ю.А. Шатилова (Ю.А. Баскакова), В.М. Белоцерковец // Вестник АГТУ. Научный журнал. Спец. приложение к № 4 (27), июль-август. Астрахань: АГТУ. С. 70-73.
- Боева Н.П. 2006. Изучение жирнокислотного состава липидов морских млекопитающих / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, А.М. Макарова, М.С. Попова (М.С. Петрова) // Рыбная промышленность. 2006. №3. С. 28-29
- Боева Н.П. 2006. Липиды мозга ластоногих как сырье для получения лецитина / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, В.М. Белоцерковец, М.С. Попова (М.С. Петрова) // Рыбная промышленность. № 4. С. 19–20.
- Боева Н.П. 2006. Низкотемпературный способ получения жира из покровного сала ластоногих / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, М.С. Попова (М.С. Петрова), А.М. Макарова // Материалы научно-практической конференции «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов». М.: Изд-во. ВНИРО. С. 167-170.
- Боева Н.П. 2007. Проблема повышения эффективности зверобойного промысла // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество». Калининград: Изд. АтлантНИРО. С. 36-38.

- Боева Н.П. 2007. Технология БАД к пище «Тюленол» из покровного сала тюленей / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, А.М. Макарова, М.С. Попова // Материалы научно-практических конгрессов III Всероссийского форума «Здоровье нации – основа процветания России» Раздел «Здоровое питание- здоровье нации». М. Т.2. Часть 1. С. 31-33.
- Боева Н.П. 2007. Технология лецитина из мозга тюленя / Н.П. Боева, Н.Н. Сидоров, М.С. Попова (М.С. Петрова) // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество». Калининград: Изд. АтлантНИРО. С.194-197.
- Боева Н.П. 2008. Технология рыбы и рыбных продуктов: Кормовые продукты из водных биологических ресурсов: Учебное пособие / Н.П. Боева, О.В. Бредихина, А.И. Бочкарев. М.: ВНИРО. 118 с.
- Боева Н.П. 2013. Печень атлантических макруросов – сырьё для производства пищевого рыбного жира / Н.П. Боева, Е.В. Сергиенко, О.В. Бредихина, Ю.А. Баскакова // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. М.: Информационно-аналитический центр медико-социальных проблем. Т. 9. № 1. С. 14-20.
- Боева Н.П. 2015. Новые подходы к технологии пищевого рыбного жира из голов лососевых рыб рода *Oncorhynchus* / Н.П. Боева, М.С. Петрова, А.Г. Артемова, Ю.А. Баскакова // Труды ВНИРО: Технология переработки водных биоресурсов. Т.158. С.162-166.
- Борисочкина Л.И. 1991. Современные тенденции в производстве и использовании рыбных жиров // Рыбное хозяйство. № 4. С. 76 – 79.
- Бредихина О. В. 2009. Научные основы производства рыбопродуктов: учебное пособие // О.В. Бредихина, С. А. Бредихин, М. В. Новикова. М.: КолосС. 152 с.
- Бредихина О.В. 2012. Сырьё и материалы рыбной промышленности: Учебное пособие / О.В. Бредихина, Е.Н. Харенко, М.В. Новикова, О.А. Легонькова, Л.Ф. Бедина, А.А. Яржамбек. М.: Изд-во «ВНИРО», 294 с.
- Булдаков А. С. 1996. Пищевые добавки: Справочник. СПб. 240 с.
- Быков В. П. 1980. Технология рыбных продуктов. М.: Пищевая промышленность. 320 с.
- Гигиенические требования к организации производства и оборота биологически активных добавок к пище: СанПиН 2.3.2.1290-03: утв. Гл. сан. врачом РФ 17.04.03: введ в действие с 20.06.03. М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2003. 16 с.
- Глубоковский М.К. и др. 2012. Сырьевая база Российского рыболовства в 2012 г. Изд-во ВНИРО. 512 с.
- Гордиенко А.Д. 1990. Фармакологические и биохимические эффекты ненасыщенных жирных кислот в лечебном питании детей с аллергическими заболеваниями. Фармакология и токсикология. Т. 53. С. 78 – 91

- Горелова Ж.Ю. 1999. Роль полиненасыщенных жирных кислот в лечебном питании детей с аллергическими заболеваниями / Ж.Ю. Горелова, К.С. Ладодо, М.М. Левачев // Вопросы питания. № 1. С. 31– 35
- Гурин И.С. 1981. Биологически активные вещества гидробионтов – источник новых лекарств и препаратов / И.С. Гурин, И.С. Ажгихин. М.: Морская формация. 134 с.
- Единые нормы выхода продуктов переработки водных биологических ресурсов и объектов аквакультуры. 2012. М.: Изд-во ВНИРО. 222 с.
- Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю).
- Зайцев В.П. 1980. Комплексное использование морских организмов / В.П. Зайцев, И.С. Ажгихин, В.Г. Гандель. М: Пищевая промышленность. 279 с.
- Кейтс М. 1975. Техника липидологии. М.: Изд-во Мир. 322 с.
- Кизеветтер И.В. 1973. Биохимия сырья водного происхождения. М.: Пищевая промышленность. 424 с.
- Кольман Я. 2004. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. М.: Рем Изд-во Мир. 469 с.
- Крутченский Г.В. 1989. Получение жира из печени кальмара / Г.В. Крутченский, Р.Г. Янчева, В.В. Овчинников и др. // Рыбное хозяйство. №10. С. 89-91
- Крутченский Г.В. 1989. Получение медицинского жира из печени минтая / Г.В. Крутченский, Р.Г. Янчева, Н.В. Бородина, В.В. Овчинников // Рыбное хозяйство. №11. С. 80-83.
- Ладодо К.С. 1996. Опыт применения рыбного жира «Полиен» в педиатрической практике / М.М. Левачев, В.И. Наумова и др. // Вопросы питания. № 2. С. 22– 25.
- Лебская Т.К. 2000. К вопросу о получении БАД на основе рыбного жира и фосфолипидов из морской камбалы / Т.К. Лебская, Л.А. Шаповалова // Материалы научно-практической конференции «Техника и технологии пищевых производств на рубеже 21 века». Мурманск: МГТУ. С.5-15.
- Лебская Т.К. 2000. Применение БАД в составе рыбьего жира. Мурманск: Изд.ПИНРО. С.16-17.
- Левачев М.М. 1988. Жиры рыб в диетотерапии ГЛП и гипертонии. М: Медицина. 84 с.
- Магомаев А.А. 1980. Определение массы частей тела и внутренних органов каспийского тюленя // Рыбное хозяйство. № 6. С. 75– 77.
- Мировое производство рыбной продукции 2007-2011 гг. (по материалам ФАО), 2013. М.: Изд-во ВНИРО. 68 с.
- МР 2.3.1.1915-04 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. М.: 2004. 35 с.
- Назаренко Ю.И. 1984. Биология и промысел беломорской популяции гренландского тюленя // Сб. Морские млекопитающие. М: Изд. «Наука». С. 109– 117

- Нечаев А. П. 2002. Пищевые добавки / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. М.: Колос. 256 с.
- Нечаев А.П. 2003. Пищевая химия. Спб.: ГИОРД. 540 с.
- Новикова М.В. 2006. Пищевые и биологически активные добавки / М.В. Новикова, Т.В. Иванникова. М.: ГОУВПО «МГУС». 74 с.
- О'Брайен Р. 2007. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Р. О'Брайен; пер. с англ. 2-го изд. В.Д. Широкова, Д.А. Бабейкиной, Н.С. Селивановой, Н.В. Магды. Спб.: Профессия. 752 с.
- Орлова Т.А. 2004. Технология получения продуктов и биологически активных веществ из морских гидробионтов / Т.А. Орлова, В.С. Зензеров. Апатиты: Изд-во. КНЦ РАН. 277 с.
- Оттавей Б.П. 2010. Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база / П.Б. Оттавей. Перев. с англ. СПб.: Профессия. 312 с.
- Патент 2039793. Попова И.М.; Бикбов Т.М. Способ получения рыбного жира «Эйконол». Оpubл. 20.07.1995.
- Патент 2121845. Боева Н.П.; Ржавская Ф.М. Способ получения рыбного жира. Оpubл. 20.11.1998.
- Патент 2209235. Белоцерковец В.М., Сидоров Н.Н. Боева Н.П. Способ получения концентрата этиловых эфиров полиненасыщенных высших жирных кислот. Оpubл. 27.07.2003.
- Патент 2266949. Боева Н.П., Белоцерковец В.М., Сидоров Н.Н. Способ получения жира из отходов разделки кальмара. Оpubл. 27.12.2005.
- Патент 2277580. Боева Н.П., Сидоров Н.Н., Макарова А.М. Способ переработки жиродержащего сырья морских млекопитающих. Оpubл. 10.06.2006.
- Патент 2309757. Боева Н.П., Сидоров Н.Н., Белоцерковец В.М., Попова М.С. Способ получения лецитина. Оpubл. 10.11.2007.
- Патент 2363726. Боева Н.П., Макарова А.М. Способ получения рыбьего жира. Оpubл. 10.08.2009.
- Патент 2390274. Боева Н.П., Петрова М.С., Макарова А.М. Способ получения крабового жира. Оpubл. 27.05.2010.
- Патент 2468072. Боева Н.П., Замылина Д.В., Харенко Е.Н., Бедина Л.Ф. Способ получения жира из печени рыб. Оpubл. 27.11.2012. Бюл. № 33. Дата подачи заявки 29.06.2011.
- Патент 2478695. Замылина Д.В., Боева Н.П., Сергиенко Е.В., Макарова А.М. Способ получения жира из печени рыб. Оpubл. 10.04.2013. Бюл. № 10. Дата подачи заявки 22.04.2011.
- Патент № 2440405. Боева Н.П., Макарова А.М., Петрова М.С. Способ получения биотоплива. Оpubл. 20.01.2012.

- Патент 2468593. Арнаутов М.В., Абрамова Л.Ю., Зорин С.Н., Сидорова Ю.В. Способ получения белкового ферментолизата из мяса мидий. Дата регистрации: 29.09.2011.
- Петрова М.С. 2008. Рентабельность зверобойного промысла / М.С. Петрова, Н.П. Боева // Рыбпром. № 1. С. 40 – 41.
- Петрова М.С. 2008. Технология получения БАД к пище «Лецитин в тюленьем жире» // Рыбное хозяйство. №2. С. 103-104.
- Петрова М.С. 2013. Йодсодержащие натуральные биологически активные добавки на основе жиров из гидробионтов / М.С. Петрова, Н.П. Боева // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. М.: Информационно-аналитический центр медико-социальных проблем. Т. 9. № 4. С. 5-10.
- Пилат Т.Л. 2002. Биологически активные добавки к пище / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. М: Аввалон. 710 с.
- Разумовская Р.Г. 1981. Получение гидролизатов, белковой массы и концентратов из мелкой рыбы / Р.Г. Разумовская, А.П. Черногорцев // Рыбное хозяйство. № 10. С. 60-66.
- Ржавская Ф.М. 1976. Жиры рыб и морских млекопитающих. М.: Пищевая промышленность. 470 с.
- Ржавская Ф.М. 1980. Состав и свойства липидов гидробионтов // Использование биологических ресурсов мирового океана. М.: Наука. С. 189– 209.
- Ржавская Ф.М. 1986. Возможные источники сырья для получения медицинского рыбного жира / Ф.М. Ржавская, А.И. Жогов // Рыбное хозяйство. № 4. С. 61-64.
- Рисман М. 1998. Биологически активные пищевые добавки: неизвестное об известном// Пер. с англ. М.А. Новицкой, А.М. Славиной. М.: Арт-Бизнес-Центр. 489 с.
- Самсонов М.А. 1996. Жир морских рыб в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний / М.А. Самсонов, А.В. Погожева // Вестник РАМН. №2. С.43-49.
- СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых производств». М.: 2002.
- СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок». М.: 2003.
- Сарафанова Л.А. 2007. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. Спб.: Профессия. 256 с.
- Сафронова Т.М. 1991. Сырье и материалы рыбной промышленности. М.: Агропромиздат. 191 с.
- Сафронова Т.М. 2001. Технология продуктов из гидробионтов / Т.М. Сафронова, В.И. Шендерюк. М: Колос. 487 с.
- Сборник технических инструкций по обработке рыбы. 1994 / Под ред. Белогурова А.Н., Васильевой М.С. М.: Колос. Т.2. 589 с.

- Сергиенко Е.В. 2013. О возможности использования отходов переработки лососевых рыб на предприятиях Курильских островов в качестве сырья для получения пищевого жира / Е.В. Сергиенко, Н.П. Боева, А.Г. Артемова, А.И. Бочкарев // Рыбное хозяйство. № 2. С. 114-118.
- Сидоров Н.Н. 2004. Разработка технологии биологически активной добавки к пище «Концентрат-ω3». Изучение её биологической активности // Н.Н. Сидоров, Н.П. Боева, В.М. Белоцерковец, А.М. Макарова, Ю.А. Шатилова (Ю.А. Баскакова), А.Г. Конопляников // Прикладная биохимия и технология гидробионтов: Труды ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. Т.143. С. 143-148.
- Сидоров Н.Н. 2005. Биологические испытания новой БАД к пище «Кальмаровое масло» из жира внутренних органов кальмара / Н.Н. Сидоров, Н.П. Боева, А.Г. Конопляников // Мат. научно-практической конференции «Значение биотехнологии для здорового питания и решения медико-социальных проблем». Калининград. С. 90-91.
- Сидоров Н.Н. 2006. Особенности жирнокислотного состава липидов покровного сала ластоногих / Н.Н. Сидоров, М.С. Попова (М.С. Петрова) // Материалы научно-практической конференции «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов». М.: Изд-во ВНИРО. С.165–168.
- Сидоров Н.Н. 2007. Технология получения концентрата астаксантина из отходов от производства кальмарового масла / Н.Н. Сидоров, Н.П. Боева, В.М. Белоцерковец // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество». Калининград: Изд. АтлантНИРО. С. 214-215.
- Солдатенков А.Т. 2006. Основы органической химии пищевых, кормовых и биологически активных добавок: Учебное пособие // А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, Ле Туан Ань, В.Н. Буянов. М: Химия. 278 с.
- Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих. 1999 / Под ред. В.П. Быкова. М.: Изд-во ВНИРО. 262 с.
- Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб. 1998. М.: Изд-во ВНИРО. 224 с.
- Справочник технолога рыбной промышленности: в 4 т. / Под ред. В. М. Новикова. М.: Пищевая промышленность, 1971. Т. 3. 528 с.
- Стопский В. С. 1992. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья: Учебник для сред. спец. учеб. заведений / В. С. Стопский, В. В. Ключкин, Н. В. Андреев. М.: Колос. 286 с.
- Технология морепродуктов: Учебное пособие. 2010 // Е.Е. Иванова, Г.И. Касьянов, С.П. Запорожская. М.: КолосС, 2010. 183 с.

- Технология рыбы и рыбных продуктов. 2006 // Под редакцией Ершова А.М. С.Пб.: ГИОРД. 941 с.
- Тутельян В.А. 1996. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности биологически активных добавок к пище // Вопросы питания. № 6. С. 3-11.
- Тутельян В.А. 1999. Биологически активные добавки в питании человека (оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине // В.А. Тутельян, Б.П. Суханов, А.Н. Австриевских, В.М. Поздняковский. Томск: Изд-во НТЛ. 296 с.
- Тютюнников Б.Н. 1974. Химия жиров. М.: Пищевая промышленность. 448 с.
- Фармакопейная статья 42-2772-99 «Жир рыбий очищенный для внутреннего применения. Определение витаминов А и Д».

*Боева Нэля Петровна, Бредихина Ольга Валентиновна,
Петрова Маргарита Сергеевна, Баскакова Юлия Александровна*

**Технология жиров
из водных биологических ресурсов**

Монография

Подписано в печать 30.06.2016 г. Формат 60 x 84 1/16.

Печ. л. 6,75. Тираж 22 экз. Заказ №

Издательство ВНИРО
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17

Тел.: (499) 264-65-33

Факс.: (499) 264-91-87