

УДК [664.959:639.21]:[664.951.014:577.115]

Д. А. Самойлова, М. Е. Цибизова

Внутренности пресноводных рыб как перспективный источник биологически активных липидных комплексов

D. A. Samoiloa, M. E. Tsibizova

Freshwater fish internals as a promising source of biologically active lipid complexes

Аннотация. Проведены исследования по разработке технологии извлечения жира из внутренностей пресноводных рыб. Изучение массового состава внутренностей пресноводных рыб показало, что наибольшее содержание жировых отложений, составляющее в среднем 13,8 %, характерно для внутренностей таких рыб, как сазан, судак, толстолобик, щука. Более высокое их содержание характерно для внутренностей толстолобика (14,4 %), что говорит о возможности его использования в качестве источника липидных комплексов. Установленный химический состав внутренних органов объектов исследования подтвердил максимальное содержание жира во внутренностях толстолобика (17,1 %) в отличие от внутренностей карпа и белого амура, уступающих по его содержанию в среднем на 10 %. Для обоснования рациональных режимов извлечения липидных комплексов из внутренностей пресноводных рыб апробированы способы экстрагирования жира: тепловой, ферментативный и низкотемпературный. Изучены показатели качества жира-сырца и сделано заключение о возможном комбинировании способов извлечения жира с целью увеличения его выхода и улучшения качественных характеристик.

Abstract. The research on development of technology of fat extraction from freshwater fish entrails has been carried out. The study of mass composition of freshwater fish internals has shown that the highest content of fat (averaged 13,8 %) is typical for internals of fish like carp, perch, silver carp, pike. The higher content is typical for silver carp (14.4 %) permitting the possibility of its use as a source of lipid complexes. The chemical composition of the internal organs of researched objects has been studied; to justify the rational modes of extracting lipid complexes from freshwater fish internals the methods of extracting fat (thermal, enzymatic and low temperature) have been tested. The quality indicators of raw fat have been analyzed and the conclusion on possibility of combining the ways of oil extraction in order to increase its output and improve the quality characteristics has been made.

Ключевые слова: пресноводные рыбы, жиросодержащие внутренности, жир-сырец, массовый состав, химический состав, ненасыщенные жирные кислоты, физико-химические показатели, липидные комплексы, рациональные режимы.

Key words: freshwater fish, fatty entrails, fat-raw product, mass composition, chemical composition, unsaturated fatty acids, physical and chemical indicators, lipid complexes, rational modes.

Введение

Тенденции питания населения России в последнее десятилетие демонстрируют постоянно растущий дефицит ненасыщенных жирных кислот, что наносит серьезный ущерб здоровью. Поэтому потребители все чаще отдают предпочтение биологически активным добавкам (БАД) на основе жиров, содержащих комплексы биологически активных веществ, включающих мононенасыщенные (МНЖК) и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе групп омега-3 и омега-6, относящихся к эссенциальным жирным кислотам, а также содержащих алкоксиглицериды и фосфолипиды.

Рекомендуемое соотношение кислот омега-3 и омега-6 в рационе питания здорового человека, относящегося к половозрастной группе (мужчины и женщины 40–59 лет), должно находиться в интервале от 1 : 8 до 1 : 10, а в случаях патологий липидного обмена рекомендуемое соотношение – 1 : 5, что обеспечивает сбалансированный синтез эйкозаноидов в организме. Согласно данным Института питания РАМН за 2014 г., соотношение омега-3 и омега-6 жирных кислот в указанной группе достигает 1 : 30, что противоречит принципам здорового питания и продуцирует ряд хронических патологий. Поэтому населению нашей страны независимо от их возраста жизненно важно включать в ежедневный рацион питания ПНЖК [1].

Общеизвестно, что водные биологические ресурсы являются полноценным источником ПНЖК, в частности пента- и гексаеновых, доля которых выше, чем в растительных жирах на 40 %, в жирах сельскохозяйственных животных они практически отсутствуют. Поэтому продолжение исследований по расширению источников полиненасыщенных жирных кислот из водных биоресурсов остается актуальным.

Для расширения спектра лечебных свойств комплексов ПНЖК учеными также разработаны технологии получения БАД, в состав которых входят помимо основного компонента – рыбного жира – еще и биологически активные добавки: жирорастворимые витамины, экстракты водорослей, лецитины и другие. Так, Н. П. Боевой, Н. Н. Сидоровым, О. А. Баловой и др. разработаны технологии БАД из тюленьего жира "Тюленол с долюцаром" с добавлением долюцара, "Тюленол с морскими водорослями" с экстрактами

ламинарии и спирулины, которые оказывают иммуностропное, гепатопротекторное и противовоспалительное действие на организм человека, обладают токсикопротекторными свойствами [2], [3].

Т. К. Лебской, Л. А. Шаповаловой и др. показана возможность получения композиционных БАД на основе рыбного жира и фосфолипидов из гонад морского гребешка и ежа, каротиноидов морского огурца, которые эффективно используются в профилактике ишемической болезни сердца и гипертонии [4], [5]. Г. В. Крутченский, Р. Г. Янчева, В. В. Овчинников и др. разработали такие добавки к пище из печени крабов и кальмаров, как "Крусмарин", "Эйколан", "Кальмаровое масло", уникальность которых обусловлена содержанием алкоксиглицеридов, повышающих устойчивость иммунной системы организма человека и улучшающих процесс кроветворения при воздействии ионизирующей радиации и химиотерапии [6]. Не снижается интерес фармацевтической индустрии и к жиру из печени акул, содержащего значительное количество таких липидных фракций, как алкоксиглицериды и сквален, являющихся природными переносчиками кислорода, а также скваламин, противобактериальное и противогрибковое действие которого общеизвестно. Таким образом, жир из водных биологических ресурсов является основным компонентом для создания БАД, играющих главную роль в профилактике гиперхолестеринемии, гипертонии и тромбоцитопении человека.

Традиционным сырьем для получения медицинского рыбного жира и концентратов витаминов А и Д является печень тресковых рыб и макруруса тупорылого. Ветеринарный жир, как правило, получают из вторичных рыбных ресурсов с массовой долей жира не менее 10 %. Кроме того, на получение рыбного жира направляются и миктофиды – мелкие мезопелагические рыбы, липиды которых характеризуются высоким (от 23 до 30 %) содержанием ПНЖК и отсутствием такой фракции, как воск, которые снижают пищевую ценность жира [7].

Общезвестно, что качественные характеристики жира зависят от свойств исходного сырья и условий его извлечения. Учеными разработаны различные способы выделения жира-сырца из рыбного сырья, в основе которых заложены физические, химические и биотехнологические принципы разрушения жировых клеток с целью его максимального извлечения.

Проведенный авторами анализ научной и патентной литературы по проблеме извлечения липидных комплексов показал, что при тепловом способе разрушения жировых клеток при температуре 80 °С саркоплазматические белки коагулируют, а белки соединительной ткани – коллагены – гидролизуются в глютин, приводя к нарушению их целостности и извлечению жира. Нагрев предварительно размороженного жиросодержащего сырья ведет к уменьшению вязкости жира вследствие ослабления поверхностного натяжения ассоциаций жировых молекул, что облегчает слияние мелких капелек жира в более крупные образования, увеличивая скорость экстракции [8]. Но направление мороженого жиросодержащего сырья для получения жира оказывает влияние на его качественные характеристики, в том числе органолептические, что связано не только с качеством исходного сырья, но и способом отделения жира от граксы.

Применение замораживания жиросодержащего сырья при температуре воздуха от –35 °С до –30 °С для извлечения жира позволяет реализовать механическое разрушение жировых клеток, тем самым увеличивая выход жира до 95 % от его общего содержания в материале. Полученный низкотемпературным способом жир отличается светло-желтым цветом, низким содержанием свободных жирных кислот, отсутствием в нем продуктов окисления [7, с. 103]. Но практическое применение данного способа сдерживается из-за необходимости наличия высококвалифицированного обслуживающего персонала и использования холодильного оборудования шокового замораживания, которое для малых предприятий по большей части недоступно.

Механический способ извлечения жира основан на измельчении жиросодержащего сырья, приводящего к разрушению оболочек жировых клеток с последующим отделением жира на сепараторах, что позволяет получить конечный продукт, представляющий собой желто-оранжевую непрозрачную жидкость с неприятным запахом [9]. Ухудшение качества полученного жира происходит, по-видимому, в результате биохимических изменений в нем при контакте с кислородом воздуха, провоцирующим перекисное окисление, влияющее на органолептические показатели готового продукта. Выход жира при механическом извлечении варьируется от 70 до 75 % от его общего содержания в сырье.

По данным Ф. М. Ржавской, сущность гидромеханического способа получения жира заключается в механическом измельчении жиросодержащего сырья с добавлением горячей воды с температурой 85 °С при гидромодуле 1:2 с последующим сепарированием смеси с целью отделения жира от водно-белковой массы [7, с. 75]. К недостаткам данного способа можно отнести образование большого количества сточных вод.

В основе импульсной обработки жиросодержащего сырья лежит использование кавитационных явлений и механических импульсов в водной среде. Смешивание измельченного сырья с водой температурой 85 °С осуществляется при гидромодуле 1 : 2. Импульсы, возникающие в результате кавитации, вызывают разрушение жировой ткани, что приводит к извлечению до 80 % жира, который представляет собой светло-желтую непрозрачную вязкую жидкость с невыраженным рыбным запахом [7, с. 128]. Но данный способ не нашел широкого применения в промышленности из-за необходимости использования специального технологического оборудования.

Электроимпульсный способ применяется в основном для извлечения жира из высокожирных рыб с содержанием жира до 25 % и слабой структурой тканей. Он заключается в воздействии на измельченное

и подогретое до 40 °С сырье постоянным электрическим током, приводящее к разрушению жиросодержащих клеток и выделению жира. Эффективность данного способа обусловлена тем, что клеточные мембраны имеют нежную и пластичную структуру, содержат 8–15 % сухой клеточной субстанции и около 70–90 % клеточных липидов, представленных триглицеридами и фосфолипидами. Поэтому при воздействии электрического поля на рыбное сырье изменяется структура плазматических оболочек клеток ткани, что сопровождается падением удельного сопротивления и увеличением их проницаемости. Полнота разрушения жировых клеток сырья зависит от вида сырья, напряженности электрического поля и продолжительности его воздействия [7, с. 125]. Такой способ обработки обеспечивает увеличение выхода жира до 90 %. Он имеет светло-желтый цвет, вязкую консистенцию, приятный рыбный запах. Как правило, электроимпульсный способ является предварительным видом обработки жиросодержащего сырья и используется для его подготовки к последующему извлечению жира.

К химическим способам извлечения жира относят экстракцию органическими растворителями и мягкий щелочной гидролиз. Процесс экстракции осуществляется в присутствии одного или нескольких органических растворителей – бензина, дихлорэтана, трихлорэтилена. В целях более быстрого разрушения оболочки жировых клеток прибегают к мягкому щелочному гидролизу, который заключается в обработке в течение 1,5–2,0 ч жиросодержащего сырья 1 М раствором гидроксида натрия или калия, вносимого в количестве 4,5 % к массе сырья, при нагревании смеси до температуры 90–95 °С с последующей нейтрализацией таким же количеством серной кислоты, после чего реакционную смесь сепарируют [7, с. 132]. Такое воздействие разрушает белково-липидные комплексы клеток сырья, тем самым увеличивая выход жира до 80 % от его содержания в сырье. К недостаткам данного способа относится использование щелочи в количестве 4,5 % к массе сырья, что оказывает отрицательное влияние на свойства самого жира, который гидролизуется с образованием большого количества свободных жирных кислот, а высокая температура обеспечивает образование стойких жировых эмульсий, приводящих к снижению выхода жира.

Ферментативный способ разрушения жиросодержащих клеток сырья осуществляется протеолитическими ферментами, действующими на белки, что приводит к разрушению клеточных мембран клеток сырья и липопротеидных комплексов, вследствие чего происходит выделение жира. По данным ученых, доза вносимого ферментного препарата составляет 0,2–0,3 % к массе сырья. Ферментацию проводят в течение 3 ч при температуре 37–40 °С. Далее смесь сепарируют для отделения жира [7, с. 114]. Такой способ позволяет получить до 72–75 % жира от его общего содержания в сырье. В то же время одновременно с гидролизом белков происходит ряд биохимических процессов, ухудшающих качество жира, что снижает технологическую эффективность извлечения жира-сырца. На взгляд авторов, качество извлекаемого жира-сырца будет зависеть от субстратной специфичности применяемых для разрушения белково-липидных комплексов ферментных препаратов.

Таким образом, проведенный анализ способов выделения жира из жиросодержащего рыбного сырья показал достоинства и недостатки каждого способа, эффективность которых зависит от качественных характеристик сырья и способа последующего его отделения от грависы.

В соответствии с вышеизложенным целью проводимых исследований – установление рациональных режимов извлечения жира-сырца (липидного комплекса) из внутренностей пресноводных рыб Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, воспроизводство которых развивается в Астраханском регионе. Для достижения поставленной цели необходимо обосновать выбор рационального способа извлечения жира-сырца и изучить показатели качества полученных модельных образцов.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований использовались вторичные ресурсы, образуемые в результате глубокой разделки пресноводных рыб весеннего вылова, – внутренности белого амура, карася, карпа, леща, сазана, судака, толстолобика, щуки.

Анализ способов выделения жира из водных биоресурсов показал, что ключевым фактором, обосновывающим их эффективность, является выход жира. Повышение температуры при обработке жиросодержащего сырья выше 60 °С приводит к негативным изменениям качества жира вследствие образования стойких жировых эмульсий, влияющих на выход продукта. Изменение pH реакционной смеси позволяет регулировать активность протеолитических и липолитических ферментов, находящихся во внутренностях пресноводных рыб. Так, смещение pH от нейтральной в щелочную среду (от pH 7 до pH 9) активизирует действие липаз кишечника рыб, что приводит к накоплению свободных жирных кислот, а следовательно, к ухудшению качества жира.

Поэтому при постановке модельных экспериментов были апробированы следующие способы извлечения жира из внутренностей рыб: тепловой – при температуре смеси 80 ± 5 °С в течение 2 ч при pH 6,8, ферментативный с использованием фермента алкалазы (Alcalase®FG Novozymes A/S, Дания), относящегося к классу сериновых протеаз бактериального происхождения и полученного из штамма *Bacillus licheniformis*. Возможность использования данного фермента вызвана его широкой субстратной специфичностью, что позволяет наиболее эффективно разрушать гидрофобные связи между белковыми и жировыми клетками

сырья. Доза вносимого фермента составляла 0,2 и 0,4 % к массе внутренностей, что обусловлено активностью ферментного препарата, которая составила 1500 ПА/г. Ферментация проводилась при температуре $40 \pm 0,2$ °С в течение 3 ч, затем полученную смесь для отделения жира от водно-белкового остатка сепарировали при вращении ротора сепаратора 1000 об/мин в течение 30 мин.

Низкотемпературный способ извлечения жира из внутренностей рыб был осуществлен следующим образом: замороженное до -18 °С сырье подвергалось измельчению в течение 5 мин до размера частиц 0,5–1 см и центрифугированию при вращении ротора центрифуги 3000 об/мин, продолжительность которого составляла 20 мин.

Органолептические показатели рыбьего жира-сырца (внешний вид, цвет, запах, вкус, прозрачность) определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 7631¹ и 7636². Химический состав объектов исследования (массовая доля воды, белка, жира и минеральных веществ), показатели качества полученных образцов рыбного жира (кислотное, перекисное, йодное числа) устанавливали стандартными методами по ГОСТ 7636.

Результаты и их обсуждение

Критерием для определения направлений рационального использования внутренностей пресноводных рыб является их массовый состав, т. е. процентное соотношение кишечника, печени, наличие гонад, жировых отложений (табл. 1).

Таблица 1

Массовый состав основных частей внутренних органов пресноводных рыб весеннего вылова

Внутренности пресноводных рыб	Массовый состав, %							
	Печень	Сердце	Кишечник	Желчный пузырь	Плавательный пузырь	Икра	Молоки	Жировые отложения
Белый амур	16,2 ± 0,1	2,0 ± 0,2	23,2 ± 0,1	9,1 ± 0,1	8,1 ± 0,1	32,3 ± 0,1	15,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2
Карп	15,1 ± 0,2	2,2 ± 0,1	23,1 ± 0,2	8,1 ± 0,3	8,9 ± 0,2	31,5 ± 0,2	16,3 ± 0,2	3,7 ± 0,1
Сазан	16,1 ± 0,2	2,1 ± 0,1	23,3 ± 0,1	7,9 ± 0,1	8,7 ± 0,3	20,1 ± 0,2	16,9 ± 0,1	13,6 ± 0,2
Судак	15,9 ± 0,1	2,3 ± 0,2	22,9 ± 0,3	7,8 ± 0,2	8,1 ± 0,1	21,1 ± 0,1	16,5 ± 0,1	13,5 ± 0,1
Толстолобик	15,9 ± 0,2	2,1 ± 0,1	22,9 ± 0,1	7,9 ± 0,2	8,0 ± 0,2	20,1 ± 0,3	16,7 ± 0,1	14,4 ± 0,2
Щука	15,1 ± 0,1	1,9 ± 0,2	22,5 ± 0,1	8,0 ± 0,1	8,2 ± 0,2	20,5 ± 0,1	18,3 ± 0,1	13,7 ± 0,2

Изучение массового состава внутренних органов пресноводных рыб весеннего вылова показало (табл. 1), что их основная часть представлена кишечником (в среднем 22,9 %), печенью (в среднем 15,7 %) и икрой (или молоками), варьирующими от 15,1 до 32,3 % от общей массы внутренностей. Наибольшее содержание жировых отложений, которое в среднем составляет 13,8 %, характерно для внутренностей таких рыб, как сазан, судак, толстолобик, щука, что говорит о возможности использования их в качестве сырья для извлечения липидных комплексов. Самая высокая доля жировых отложений характерна для внутренностей толстолобика (14,4 %). Внутренности белого амура и карпа не могут использоваться в данном направлении ввиду незначительного содержания жировых отложений, которое варьирует от 2,1 до 3,7 %.

Так как ключевым требованием к источнику получения жира является его содержание, которое должно быть не менее 10 % [10], то был изучен химический состав внутренностей пресноводных рыб, выловленных в весенний период (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав внутренностей пресноводных рыб весеннего вылова

Пресноводные рыбы	Содержание, %			
	Вода	Белок	Жир	Минеральные вещества
Белый амур	65,5 ± 0,1	27,3 ± 0,3	6,0 ± 0,1	1,2 ± 0,1
Карп	75,6 ± 0,3	18,4 ± 0,3	4,9 ± 0,2	1,1 ± 0,1
Сазан	72,5 ± 0,1	13,9 ± 0,1	12,5 ± 0,1	1,1 ± 0,1
Судак	69,1 ± 0,3	15,4 ± 0,1	14,4 ± 0,2	1,1 ± 0,2
Толстолобик	65,5 ± 0,1	16,2 ± 0,2	17,1 ± 0,3	1,2 ± 0,2
Щука	70,1 ± 0,2	15,6 ± 0,1	13,2 ± 0,1	1,1 ± 0,1

¹ ГОСТ 7631–2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. Введ. 1985-01-01. М. : Стандартинформ, 2010. 17 с.

² ГОСТ 7636–2008. Рыба. Морские млекопитающие, морские беспозвоночные, водоросли и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 1985-01-01. М. : Стандартинформ, 2010. 87 с.

Согласно данным, представленным в табл. 2, содержание белка и жира во внутренностях рыб весеннего вылова зависит от их вида, но доля минеральных веществ в них практически одинакова. Кишечник прудовых рыб характеризуется достаточно высоким содержанием белка, его наибольшее содержание зафиксировано у белого амура (27,3 %), которое выше, чем у карпа на 8,9 % и на 11,1 % – у толстолобика. Массовая доля белка во внутренностях пресноводных – сазана, судака и щуки – близка, но ниже, чем во внутренностях карпа на 3,4 %, толстолобика – на 1,2 %. Максимальное содержание жира отмечено во внутренностях толстолобика (15,1 %) в отличие от карпа и белого амура, доля которого уступает по своему содержанию в среднем на 8,8 % внутренностям толстолобика. Содержание жира во внутренностях сазана, судака, щуки весеннего вылова близко, но ниже, чем во внутренностях толстолобика в среднем на 3,7 %.

Полученные результаты химического состава внутренних органов пресноводных рыб весеннего вылова позволяют определить внутренности толстолобика как потенциальное сырье для извлечения из них жира-сырца (липидных комплексов).

Результаты органолептической оценки модельных образцов извлеченного различными способами жира-сырца из толстолобика весеннего вылова по таким показателям, как внешний вид, прозрачность, вкус, запах, цвет, представлены на рисунке.

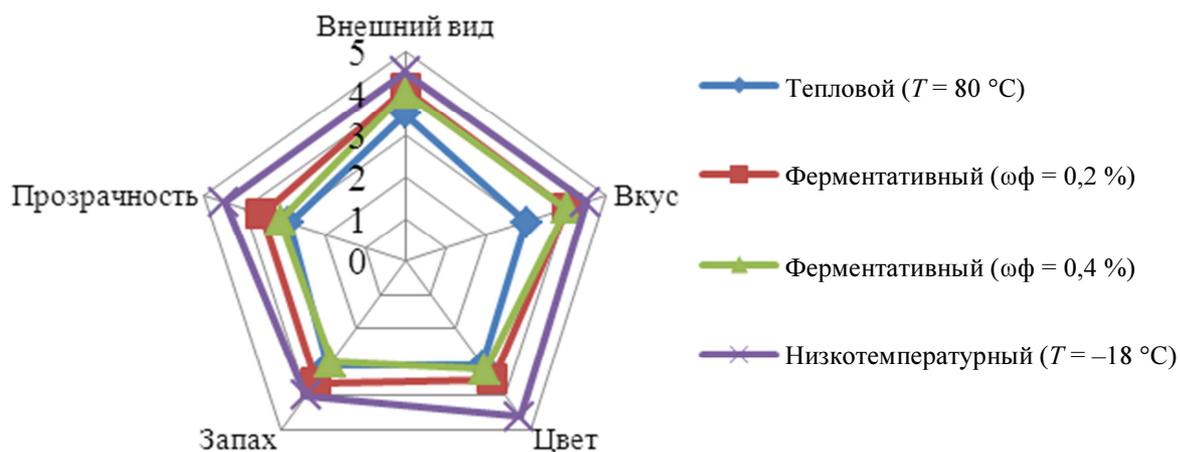


Рис. Органолептическая оценка качества жира-сырца из внутренностей толстолобика, полученного различными способами

Согласно полученным данным (рис.), лучшие органолептические показатели характерны для жира-сырца, полученного низкотемпературным способом. Недостаточной прозрачностью, неприятным запахом и более темным цветом отличается образец, извлеченный тепловым способом. Модельные образцы жира-сырца, полученные при варьировании дозы вносимого ферментного препарата, также отличаются прозрачностью, запахом, цветом. Установлено, что увеличение дозы ферментного препарата до 0,4 % к массе внутренностей приводит к ухудшению органолептических показателей жира-сырца, что связано с увеличением степени гидролиза белка, приводящего к образованию низкомолекулярных азотистых веществ, вступающих во взаимодействие с выделенными липидными комплексами.

Не менее важным критерием обоснования выбора способа выделения жира-сырца является его выход. Проведенные нами экспериментальные исследования показали, что при тепловом способе выход жира от его общего содержания в сырье составляет 68,5 %, что на 13,5 % ниже, чем при низкотемпературном – выход жира составил 79,3 %. При извлечении жира-сырца ферментативным способом с внесением 0,2 % ферментного препарата его выход составил 75,0 %, но увеличение дозы ферментного препарата до 0,4 % к массе внутренностей привело к снижению его выхода на 2,2 %. Таким образом, наибольший выход жира установлен при реализации низкотемпературного способа его извлечения.

Химические показатели качества извлеченного различными способами жира-сырца (липидных комплексов) представлены в табл. 3.

По данным, приведенным в табл. 3, можно сделать вывод, что наиболее приемлемыми химическими показателями качества обладают липидные комплексы из внутренностей толстолобика, полученные низкотемпературным способом, у которых кислотное число жира ниже в 2,4 и в 3,4 раза, чем у жира-сырца, извлеченного тепловым и ферментативным способом с дозой вносимого фермента 0,2 % к массе внутренностей соответственно. Увеличение дозы вносимого фермента до 0,4 % к массе внутренностей приводит к росту кислотного числа полученного жира в 1,1 раза. Но все модельные образцы жира-сырца

из внутренностей толстолобика весеннего вылова по показателю кислотного числа соответствуют требованиям нормативной документации³.

Таблица 3

Химические показатели качества жира-сырца, полученного различными способами из внутренностей толстолобика

Способы извлечения жира-сырца из внутренностей толстолобика	Показатели				
	Кислотное число, мг КОН/г		Перекисное число, моль активного кислорода/г		Йодное число, г йода на 100 г жира
	требование ТР ТС 021/2011	исследуемый образец	требование ТР ТС 021/2011	исследуемый образец	
Тепловой	не более 4,0	1,2 ± 0,2	не более 10,0	2,1 ± 0,1	172,7 ± 2,2
Ферментативный (с дозой вносимого фермента 0,2 % к массе внутренностей)		1,6 ± 0,1		2,5 ± 0,1	179 ± 2,1
Ферментативный (с дозой вносимого фермента 0,4 % к массе внутренностей)		1,8 ± 0,2		2,9 ± 0,2	176 ± 2,2
Низкотемпературный		0,5 ± 0,2		0,3 ± 0,1	193 ± 2,2

Также установлено, что перекисное число жира-сырца, полученного низкотемпературным способом, более чем в 7 раз ниже, чем жира-сырца, извлеченного тепловым и ферментативным способами. Увеличение дозы вносимого фермента до 0,4 % к массе внутренностей приводит к росту перекисного числа в 1,2 раза. Установленная динамика влияния способа извлечения жира на его перекисное число характерна и для йодного числа. Таким образом, по химическим показателям качества жира из внутренностей толстолобика весеннего вылова наиболее эффективным является низкотемпературный способ его извлечения.

Заключение

Изучение массового состава внутренностей пресноводных рыб, выловленных в весенний период, показало, что наибольшее содержание жировых отложений, составляющее в среднем 13,8 % от общей массы внутренностей, характерно для таких рыб, как сазан, судак, толстолобик, щука, что подтверждает возможность их использования в качестве источника липидных комплексов. Установленный химический состав показал максимальное содержание жира во внутренностях толстолобика (до 17,1 %) в отличие от внутренностей карпа и белого амура, уступающих по его содержанию в среднем на 10 %. Поэтому внутренности толстолобика были использованы при постановке модельных экспериментов по извлечению жира-сырца.

Результаты оценки органолептических и химических показателей качества полученных модельных образцов жира-сырца показали, что наиболее эффективным способом извлечения жира-сырца является низкотемпературный. Но, с нашей точки зрения, для увеличения выхода жира и улучшения его качественных характеристик возможно применение и ферментативной обработки сырья, которая позволяет максимально обособить липидные комплексы за счет биоконверсии тканей рыб. В дальнейшем будут продолжены исследования по установлению рациональных режимов извлечения жира из внутренностей пресноводных рыб осеннего вылова.

Библиографический список

1. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации / под ред. В. А. Тутельян. М. : Полисан, 2000. 41 с.
2. Боева Н. П., Ржавская Ф. М., Балова О. А. Разработка новых медицинских, лечебно-профилактических препаратов и продуктов на основе рыбных жиров // Технология переработки гидробионтов: междунар. конф. М., 1994. С. 113–114.

³ Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции". ТР ТС 021/2011 [Электронный ресурс]. 2011. 242 с.

3. Боева Н. П., Сидоров Н. Н., Белоцерковец В. М. Биологически активные добавки гипохолестеринемического действия из рыбных жиров // Рынок биологически активных добавок. 2002. № 1. С. 35–36.
4. Лебская Т. К. Применение БАД в составе рыбьего жира. Мурманск : Изд-во ПИНРО, 2000. 167 с.
5. Лебская Т. К., Шаповалова Л. А. К вопросу о получении БАД на основе рыбного жира и фосфолипидов из морской камбалы // Техника и технологии пищевых производств на рубеже 21 века : науч.-практ. конф. Мурманск : МГТУ, 2000. С. 5–15.
6. Получение жира из печени кальмара / Крутченский Г. В. [и др.] // Рыбное хозяйство. 1989. № 10. С. 89–91.
7. Ржавская Ф. М. Жиры рыб и морских млекопитающих. М. : Пищ. пром-сть, 1976. 470 с.
8. Гуревич С. Н., Пахомова М. А. О выборе способа извлечения жира из мороженой рыбы // Труды АтлантНИРО. 1972. Вып. 4. С. 72–75.
9. Чан Тхи Ньунг, Мукатова М. Д. Биотопливо из жиросодержащих отходов гидробионтов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хозяйство. 2010. № 1. С. 182–186.
10. Самойлова Д. А., Цибизова М. Е. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. Рыбное хозяйство. 2015. № 2. С. 129–136.

Reference

1. MR 2.3.1.2432-08 Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pischevykh veschestvah dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii [Norms of physiological needs for energy and nutrients for different groups of population of the Russian Federation] / pod red. V. A. Tutelyan. M. : Polisan, 2000. 41 p.
2. Boeva N. P., Rzhavskaya F. M., Balova O. A. Razrabotka novykh meditsinskih, lecheno-profilakticheskikh preparatov i produktov na osnove rybnyykh zhirov [Development of new medical, therapeutic and preventive medicines and products based on fish oils] // Tehnologiya pererabotki gidrobiontov: mezhdunar. konf. M., 1994. P. 113–114.
3. Boeva N. P., Sidorov N. N., Belotserkovets V. M. Biologicheski aktivnyye dobavki gipoholestrinemicheskogo deystviya iz rybnyykh zhirov [Dietary supplements of hypoholestrinemic action from fish oils] // Rynok biologicheskii aktivnykh dobavok. 2002. N 1. P. 35–36.
4. Lebskaya T. K. Primenenie BAD v sostave rybego zhira [Use of dietary supplements in the composition of fish oil]. Murmansk : Izd-vo PINRO, 2000. 167 p.
5. Lebskaya T. K., Shapovalova L. A. K voprosu o poluchenii BAD na osnove rybnogo zhira i fosfolipidov iz morskoy kambaly [Obtaining dietary supplements based on fish oil of plaice] // Tehnika i tehnologii pischevykh proizvodstv na rubezhe 21 veka : nauch.-prakt. konf. Murmansk : MGTU, 2000. P. 5–15.
6. Poluchenie zhira iz pecheni kalmara [Preparation of fat from squid liver] / Krutchenskiy G. V. [i dr.] // Rybnoe hozyaystvo. 1989. N 10. P. 89–91.
7. Rzhavskaya F. M. Zhiry ryb i morskikh mlekopitayuschih [Fat of fish and marine mammals]. M. : Pisch. prom-st, 1976. 470 p.
8. Gurevich S. N., Pahomova M. A. O vybore sposoba izvlecheniya zhira iz morozhenoy ryby [Choice of method for extracting fat from frozen fish] // Trudy AtlantNIRO. 1972. Vyp. 4. P. 72–75.
9. Chan Thi Nyung, Mukatova M. D. Biotoplivo iz zhirosoderzhaschih othodov gidrobiontov [Biofuels from fat-containing aquatic waste] // Vestn. Astrahan. gos. tehn. un-ta. Ser. Rybnoe hozyaystvo. 2010. N 1. P. 182–186.
10. Samoylova D. A., Tsibizova M. E. Vtorichnye resursy rybnoy promyshlennosti kak istochnik pischevykh i biologicheskii aktivnykh dobavok [Secondary resources of fishing industry as a source of food and dietary supplements] // Vestn. Astrahan. gos. tehn. un-ta. Ser. Rybnoe hozyaystvo. 2015. N 2. P. 129–136.

Сведения об авторах

Самойлова Дарья Александровна – ФГБОУ ВПО "Астраханский государственный технический университет", кафедра технологии товаров и товароведение, аспирант; e-mail: das_114857@mail.ru

Samoilova D. A. – FSEI HPE "Astrakhan State Technical University", Department of Technology of Products and Merchandising, Ph.D. Student; e-mail: das_114857@mail.ru

Цибизова Мария Евгеньевна – ФГБОУ ВПО "Астраханский государственный технический университет", кафедра технологии товаров и товароведение, д-р техн. наук, доцент; e-mail: m.e.zibizova@mail.ru

Tsibizova M. E. – FSEI HPE "Astrakhan State Technical University", Department of Technology of Products and Merchandising, Dr of Tech. Sci., Associate Professor; e-mail: m.e.zibizova@mail.ru