

УДК 664.952

Бойцова Татьяна Марьяновна

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Владивосток, Россия*

Ресурсосберегающие технологии глубокой разделки сырья

Изучены фрагменты мышечной ткани минтая, которые образуются при глубокой разделке рыбы на филе и промытый рыбный фарш. Установлено, что при разделке минтая на филе глубоким производственным срезом при обескиуривании удаляется 1/3 часть общей мышечной ткани. Производственно срезанное мясо представляет собой двухкомпонентную ткань, состоящую из темной и светлой мускулатуры. Содержание липидов в ней в 3 раза выше, на 14% меньше солерастворимого белка, присутствуют активные протеолитические ферменты, выше пепсиновая активность. Относительная биологическая ценность составляет 75% по отношению к молоку. Может быть использовано как самостоятельное сырье для производства пищевых продуктов, в том числе формованных соленых изделий.

Промывные воды, образующиеся в процессе промывки измельченной мышечной ткани при производстве сурими, содержат 1 – 3 г в литре водорастворимого белка, который может быть осажден при помощи раствора хитозана. Белково-хитозановый осадок по своим технoхимическим характеристикам приближен к пищевому рыбному фаршу, обладает эмульгирующей способностью и рекомендован для производства продуктов типа соусов и паст.

Ключевые слова и словосочетания: мышечная ткань минтая, промывные воды при производстве сурими, технoхимические характеристики, хитозан.

Изменение сырьевой базы Дальневосточных морей влечет за собой, с одной стороны, освоение и привлечение для пищевого использования новых объектов промысла, с другой – повышение требований к бережному использованию сырья и внедрению ресурсосберегающих технологий глубокой разделки сырья. Разделка и переработка сырья должны проводиться непосредственно на производственном предприятии для максимального использования сырья в пищевых целях и для промышленной утилизации остающихся отходов.

Минтай (*Treragra chalcogramma*) в настоящее время является одним из основных объектов промысла, и его доминирующая роль в обозримом будущем сохранится. Однако добыча минтая постепенно снижается, увеличивается доля некондиционной части уловов при одновременном рас-

ширении неселективного промысла судами практически всех стран. Основной способ переработки минтая – производство филе (в том числе филе глубокого обесшкуривания) и промытого фарша (сурими), что предполагает невысокий выход готовой продукции (соответственно 20 – 25 и 12 – 16 %). Этот показатель является важнейшим критерием оценки способа переработки и формирования себестоимости. Отходы после филетирования: хребтовые кости, брюшную часть содержащие до 80% мышечной ткани от общей массы – чаще всего направляют на выпуск кормовой муки. Кроме того, при производстве филе глубокого обесшкуривания, которое более высоко ценится на мировом рынке, благодаря отсутствию темного мяса образуются пищевые отходы, основную массу которых составляет удаленная глубоким срезом кожа с прикрепленной темной мышечной тканью и фрагментами белой.

При измельчении филе на фарш, промывке его пресной водой для получения сурими с промывными водами теряются тонко измельченная мышечная ткань рыбы, которая не улавливается фильтрующим оборудованием, и водорастворимый белок, содержание которого составляет 1 – 3 г в литре воды [2].

Учитывая, что промышленная переработка минтая ведется в больших количествах, была поставлена цель – изучить технoхимическую характеристику образующихся при разделке фрагментов и предложить технологии их пищевого использования.

Материалы и методы

Объектами исследования служили: мышечная ткань минтая, промывная вода, образующаяся при промывке измельченной мышечной ткани минтая в технологическом процессе производства сурими, раствор хитозана. Объекты оценивали по органолептическим, технoхимическим, структурно-механическим характеристикам по стандартным методикам. Структуру оценивали на приборах: коническом пенетрометре КЗТ-4, реометрах Food Checker и FUDON; относительную биологическую ценность с использованием тест-организма *Tetrahymena pyriformis*; переваримость белков *in vitro* по А.А. Покровскому и И.Д. Ертанову [1965]; жирокислотный состав липидов на хроматографе фирмы Shimadzu.

Результаты и обсуждения

Темная мышечная ткань значительно отличается от белой и в основном состоит из темных тонких волокон, пространство между которыми заполнено саркоплазмой с высоким содержанием гликогена, миоглобина, гистидина, цитохрома С, то есть веществ, ускоряющих окисление липидов [3]. Содержание липидов в темной мышечной ткани в 5 – 50 раз выше, чем в белой. Эти мышцы характеризуются высокой ферментативной

активностью, содержат много железа, до 75% которого не входит в состав гемоглобина и миоглобина. Все это способствует большей подверженности темных мышц окислению и приводит к образованию и быстрому проявлению неприятного запаха в процессе хранения продукции.

В то же время следует иметь в виду, что при промышленном обесшкуривании минтая в прикожном слое наряду с темной мышечной тканью остается достаточно большое количество белой мышечной ткани, из-за чего функционально-технологические свойства смеси двух видов мускулатуры будут находиться в зависимости от доли каждой из них.

Как показали исследования, темная мышечная ткань минтая в основном сосредоточена в боковой части тушки под кожей. Глубина проникновения темных мышц в белые выше в головной части тушки, чем в хвостовой, и составляет от 5 до 7 мм. Глубоким производственным срезом при обесшкуривании удаляется 1/3 часть общей массы мышечной ткани минтая, то есть достаточно большая доля. При препаративном отделении из срезанного мяса истинно темного его доля может колебаться от 20 до 50%.

Химический состав производственно срезанного темного мяса отличается от общей мышечной ткани минтая по содержанию основных компонентов. Массовая доля белка и воды находится примерно на одном уровне, а содержание липидов, хотя и не превышает 1%, все же более чем в 3 раза выше по сравнению с их долей в общей мышечной ткани [4]. Массовая доля солерастворимого белка на 14% меньше, чем в общей мышечной ткани, а водорастворимого – на 4% больше.

При изучении биологической ценности исследуемых тканей определяли действие на них пищеварительных ферментов пепсина и трипсина. Отмечено, что процесс автопротеолиза наиболее активно протекает в срезанном темном мясе (табл.1), что объясняется наличием в темных мышцах активных протеаз и может выступать как показатель способности мышечной ткани к тендеризации в соленом виде [5].

Таблица 1

**Переваримость белков мышечной ткани,
мг формольно-титруемого N на 100 г**

Объект	Автопротеолиз рН 6,9	Пепсин рН 2,6	Трипсин рН	Пепсин + Трипсин
Общая мышечная ткань минтая	—	41,14	231,40	273,28
Производственно срезанное тёмное мясо минтая	41,42	81,80	151,14	233,26

Наибольшее количество формольно-титруемого азота при суммарном действии пепсина и трипсина отмечено для общей мышечной ткани. Однако в пересчёте азота на 1 г белка эта разница уже меньше, соответст-

венно 14,6 и 14,0 мг/г белка. При этом пепсиновая активность выше у производственно срезанного мяса, а трипсиновая – у общей мышечной ткани.

Полученные данные согласуются и с результатами определения относительной биологической ценности по инфузории *Tetrahymena Pyriformis*, которая у производственно срезанного мяса выше, чем у общей мышечной ткани (соответственно 75,0 и 62,5%) и наиболее приближена к молоку, использованному как тест. Это объясняется, очевидно, большим набором ценных питательных компонентов в тёмной мышечной ткани минтая, что обеспечивает лучшие условия для жизни и размножения инфузории. Следовательно, мясо, находящееся в производственном срезе, имеет достаточно высокую питательную ценность, хорошо переваривается протеазами и может быть использовано в качестве белкового сырья для производства продуктов питания.

Как показали наши исследования, в составе липидов производственно срезанной и общей мышечной ткани минтая отмечаются значительные различия. Так, сумма насыщенных и моноеновых жирных кислот в производственно срезанной мышечной ткани несколько выше, чем в общей (26,22; 31,03% и 25,53; 26,21%) (табл. 2), что характерно для тканей с большей долей триглицеридов (запасных липидов). Общая мышечная ткань, имеющая меньшее количество липидов, основная доля которых приходится на фосфолипиды, наиболее богата полиненасыщенными жирными кислотами (соответственно 47,59 и 42,58%), что подтверждается и литературными данными о большом содержании в клетках тёмных мышц запасных липидов, необходимых для более активного расходования энергии [6].

Тёмная мышечная ткань минтая богата пальмитиновой и олеиновой кислотами, что также характерно для клеточных структур с высоким содержанием саркоплазмы. Содержание биологически важных незаменимых полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой – практически одинаково в исследуемых видах мышечной ткани. В то же время различие в содержании эссенциальных жирных кислот отмечено только для эйкозапентаеновой, доля которой значительно выше в липидах общей мышечной ткани. Оба вида мышечной ткани содержат эйкозапентаеновую и докозагексаеновую кислоты почти в 1,5 – 2 и 3,5 раза больше, чем липиды печени минтая, где сосредоточены запасные энергетические вещества и доля моноеновых жирных кислот, отвечающих за энергетический обмен, достаточно велика (в печени и производственно срезанной мышечной ткани соответственно 55,02 и 31,03%; в общей мышечной ткани 26,21%). Высокая доля моноеновых и полиеновых жирных кислот предопределяет рас-

положенность липидов производственного среза с тёмной мышечной тканью минтая к быстрому окислению.

Таблица 2

Состав жирных кислот минтая, % от суммы жирных кислот

Жирная кислота (ЖК)	Общая мышечная ткань минтая	Производственно срезанное тёмное мясо минтая	Печень
14 : 0	1,65	1,85	4,30
15 : 0	0,26	0,24	0,26
16 : 0	19,57	19,81	12,39
17 : 0	0,14	0,17	0,08
18 : 0	3,47	3,66	1,83
Сумма насыщенных ЖК	25,53	26,22	20,70
16 : 1 w 7	3,84	5,22	11,15
18 : 1 w 9	9,24	11,99	15,39
18 : 1 w 7	6,62	6,64	6,41
20 : 1 w 11	1,81	1,81	6,54
20 : 1 w 9	2,06	2,15	4,15
22 : 1 w 11	1,08	1,19	7,71
22 : 1 w 9	0,26	0,34	1,46
Сумма мононенасыщенных ЖК	26,21	31,03	55,02
16 : 2 w 4	0,61	0,72	0,76
18 : 2 w 6	1,75	1,28	0,88
18 : 4 w 3	0,55	0,56	1,81
20 : 4 w 6	1,28	1,02	0,23
20 : 5 w 3 (ЭПК)	21,74	16,29	10,78
22 : 5 w 3	0,80	0,84	0,66
22 : 6 w 3 (ДГК)	19,01	19,80	5,70
Сумма полиненасыщенных ЖК	47,59	42,58	23,86
Сумма ЖК w 6	3,49	2,74	1,55
Сумма ЖК w 3	43,17	38,58	20,66

Степень окисления липидов при холодильном хранении, прослеженная по накоплению малонового альдегида, в производственно срезанной тёмной мышечной ткани в 1,5 раза выше, что характерно для быстро окисляющегося сырья.

Исследование функционально-технологических свойств различных видов мышечной ткани минтая показало, что влагоудерживающая способность (ВУС) у производственно срезанного тёмного мяса на 18% ниже (табл. 3) из-за меньшего содержания в тёмных мышцах миофибриллярных белков. Предельное напряжение сдвига (ПНС) имеет примерно одинаковое значение для измельчённых исследуемых видов мышечной тка-

ни. В то же время величина нагрузки, необходимой для разрушения структуры формованного изделия (F), у приготовленного из производственно срезанного тёмного мяса значительно ниже, так как, вероятно, тормозящее действие оказывают повышенное содержание в нём саркоплазматических белков и липидов. Более низкие значения ВУС и F для образцов из измельчённого производственно срезанного тёмного мяса согласуются и с данными потерь при термической обработке формованных образцов.

Таблица 3

Функционально-технологические свойства измельчённой мышечной ткани минтая различного состава

Объект	ВУС, %	F, г/см ²	ПНС, Па	Потери при тепловой обработке, % массы
Производственно срезанное тёмное мясо минтая	43,0	350	27,80	7,7
Общая мышечная ткань минтая	52,9	500	28,00	4,3

По органолептическим характеристикам фарши, приготовленные из исследуемых видов мышечной ткани минтая сырца, отличаются в основном по цвету и запаху.

Второй вид образующихся отходов – промывные воды, образующиеся после промывки измельченной мышечной ткани, представляют собой низкоконцентрированную белковую суспензию. Водорастворимый белок промывной воды находится в нативном состоянии, так как при проведении промывки измельченной мышечной ткани температура воды строго контролируется и не должна превышать 10 – 12 °С во избежание ухудшения функциональных свойств фарша.

На наш взгляд, перспективным способом извлечения нативного белка может быть использование комплексообразователей. Одним из таких является хитозан – продукт переработки хитинсодержащих отходов ракообразных, который по химической природе обладает полиэлектролитическими свойствами [7]. Его аминогруппы обеспечивают прочную ковалентную связь с белковыми веществами. Активность функциональных групп хитозана повышается при переводе его в солевую форму, поэтому для исследования готовили 2%-й раствор хитозана в 2%-й уксусной кислоте.

Основываясь на сорбционной способности хитозана, было предположено, что функциональные группы молекул водорастворимого белка и хитозана будут взаимодействовать и образовывать агрегатные комплексы. Учитывая способность хитозана осаждаться из растворов, имеющих рН в области 5,6, эти комплексы можно перевести в осадок.

Для проведения исследований нейтрализованный до pH 6,1 – 6,4 раствор хитозана добавляли в промывную воду, образующуюся после получения сурими, предварительно доведенную NaHCO_3 до pH 5 – 7. Для определения оптимальных параметров высаждения была составлена матрица планирования эксперимента, экспериментально получены определяющие факторы, с использованием компьютерной программы TADLE CURVE 3D построены графические зависимости всех значимых факторов, получена система уравнений регрессии и определены их коэффициенты:

$$Y_M = -26,661 + 0,346X_M - 0,144X_M^2 + 31,354X_6 - 2,241X_6^2;$$

$$Y_6 = 95,064 - 38,956X_M + 5,096X_M^2 = 18,572X_6 - 1,205X_6^2.$$

После решения уравнений методом поиска максимальных функций в прямоугольнике были получены оптимальные значения: максимальный выход осадка $Y_M = 82,5$ % и максимальный выход белка $Y_6 = 95,5$ достигаются при соотношении промывная вода : раствор хитозана $X_M = 3,5$ и pH смеси $X_6 = 7,1$.

Выделившийся осадок представляет собой плотную массу, соответствующую по органолептическим показателям (цвету, вкусу, запаху) непромытому фаршу рыбы. В исследуемом образце массовая доля белка, липидов, воды составляла соответственно 15,3; 0,2; 81,0%. Консистенция осадка от мажущейся до творогообразной. Хитозан равномерно распределен в осадке и прочно связан с белком. Было установлено, что его присутствие придает осадку способность к образованию стойких эмульсий. При этом содержание масла в эмульсии может быть уменьшено до 35%, что позволяет получать низкокалорийные устойчивые эмульсии с консистенцией густой сметаны (Пат. № 2137390).

Надосадочная жидкость по сравнению с исходной промывной водой прозрачная или слегка мутноватая. Доля белка, перешедшего в осадок, составило 78 – 93%. Учитывая, что хитозан может быть использован как сорбент бактериальных суспензий, а белково-хитозановый осадок получен из промывных вод фаршевого производства, где один из результатов промывки – снижение бактериальной обсемененности промытого фарша, был проведен микробиологический контроль осадка. Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в осадке в пределах нормы, установленной для пищевого рыбного фарша ($5 \cdot 10^4$ КОЕ/г). При замораживании или тепловой обработке контаминация снижается до $10^2 - 10^3$ КОЕ/г.

Таким образом, были изучены пищевые фрагменты мышечной ткани, образующиеся при глубокой разделке минтая для производства филе и промытого рыбного фарша.

Срезанные при производстве филе фрагменты мышечной ткани обладают высокой пищевой ценностью и могут быть использованы в виде фаршевой массы как самостоятельное сырье для производства продуктов питания, также его рекомендуется направлять для производства формованной созревающей при посоле продукции. Срок хранения в мороженом виде не более 2 месяцев.

Из промывных вод фаршевого производства при помощи раствора хитозана может быть выделен белково-хитозановый осадок, который по своим технoхимическим характеристикам приближен к пищевому рыбному фаршу, обладает эмульгирующей способностью и рекомендован для производства стойких эмульсионных продуктов типа соусы и пасты.

Предлагаемые технологические решения позволят повысить долю пищевого использования сырья при таких глубоких способах переработки, как технология филе и технология промытого рыбного фарша.

1. Покровский А.А. Атакуемость белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами *in vitro* / А.А. Покровский, И.Д. Ертанов // Вопросы питания. – 1965. – №3. – С. 38 – 44.

2. Сафронова Т.М. Хитозан как флокулянт нативного рыбного белка / Т.М. Сафронова, Т.М. Бойцова // Новые перспективы в исследовании хитина и хитозана: материалы V науч.-техн. конф. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – С. 251.

3. Колаковский Э. Технология пищевого рыбного фарша / Э. Колаковский. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 220 с.

4. Бойцова Т.М. Технохимические свойства темной мышечной ткани минтая / Т.М. Бойцова, А.А. Дорошенко, А.Г. Шипова // Изв. ТИНРО: Биотехнология переработки гидробионтов. – Владивосток: ТИНРО. 2001. Т. 129. – С.120 – 130.

5. Виняр Т.Н. Ингибитор трипсина из мышечной ткани минтая / Т.Н. Виняр, Т.П. Калиниченко, А.М. Павловский, Т.Н. Слуцкая // Изв. ТИНРО: Химия и технология обработки гидробионтов. – 1999. – Т. 125. – С. 72 – 76.

6. Лав Р. Химическая биохимия рыб / Р. Лав. – М.: Пищ. промышленность, 1976. – 349 с.

7. Максимова С.Н. Хитозан в технологии рыбных продуктов: характеристики, функции, эффективность: монография / С.Н. Максимова, Т.М. Сафронова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – 256 с.