

УДК 664.957

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА ИЗ ОТХОДОВ  
ЧАСТИКОВЫХ РЫБ**

**МАЙДА - ТОР БАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН АҚУЫЗ ГИДРОЛИЗАТТАР  
ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PROTEIN HYDROLYZATE OF WASTE  
ORDINARY FISH**

*A.N. YESSIMBEK, N.K. AKHMETOVA*  
*A.N. YESSIMBEK, N.K. AKHMETOVA*  
*A.N. YESSIMBEK, N.K. AKHMETOVA*

(Алматинский технологический университет)  
(Алматы технологиялық университеті)  
(Almaty Technological University)  
E-mail: n.ahmetova@atu.kz

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований по обоснованию оптимальных режимов обработки рыбного сырья. Установлена зависимость гидролиза рыбного сырья от температуры и продолжительности процесса, определено влияние протеолитической активности сырья на динамику накопления тирозина в гидролизуемой смеси. Предложена технология получения белкового гидролизата из отходов рыбоперерабатывающих производств. Предложенное техническое решение может быть рекомендовано для внедрения на рыбоперерабатывающих предприятиях Республики Казахстан в связи с существующими на них проблемами переработки отходов, а также малоценного и малорентабельного рыбного сырья.*

*Мақалада балық шикізатын өңдеуінің оңтайлы режимдерін дәлелдеу бойынша эксперименталды зерттеулердің нәтижелері берілген. Балық шикізатының гидролиз үдерісінің температура мен ұзақтылығынан тәуелділігі, шикізаттың протеолитикалық белсенділігінің гидролизатталатын шикізатта тирозинның жинақталу динамикасына әсері анықталған. Балық өңдеу өндірістері қалдықтарынан ақуызды гидролизат алу технологиясы ұсынылған. Ұсынылған техникалық шешімді Қазақстан Республикасының балық өңдеу өндірістеріне балық қалдықтары мен ұсақ балық шикізатын өңдеу мәселерін шешу үшін енгізуге ұсынылады.*

*The article presents the results of experimental studies on the rationale for optimal regimes for processing of fish raw materials. The dependence of the hydrolysis of fish raw material on the temperature and*

*duration of the process was determined, the influence of the proteolytic activity of the raw material on the dynamics of tyrosine accumulation in the hydrolyzed mixture was also determined. The technology of obtaining protein hydrolyzate from fish processing waste products is proposed. The proposed technical solution can be recommended for introduction at fish processing enterprises of the Republic of Kazakhstan in connection with the problems of waste processing that exist on them, as well as low-value and marginally profitable fish raw materials.*

**Ключевые слова:** рыбные отходы, ферментативный гидролиз, белковый гидролизат, протеолитическая активность, рыбное сырье.

**Негізгі сөздер:** балық қалдықтары, ферментативті гидролиз, ақуыз гидролизаты, протеолитикалық белсенділік, балық шикізаты.

**Keywords:** fish waste, enzymatic hydrolysis, protein hydrolyzate, proteolytic activity, fish raw materials.

### *Введение*

Загрязнение отходами – глобальная проблема человечества. Только в Казахстане их ежегодно образуется около 1 млрд т в год. Из них 5-6 млн т – твёрдые бытовые отходы (ТБО). Существенная часть ТБО (30-38 %) – отходы пищевых производств, среди которых основная часть – белоксодержащие отходы. Утилизация белоксодержащих пищевых отходов – актуальная и требующая высокопрофессионального подхода экологическая и инженерная задача. Скоропортящиеся белковые отходы не только загрязняют окружающую среду, создавая в ней неблагоприятные микробиологические условия, но и являются источником потерь потенциально ценного белка. Так, на рыбоперерабатывающих предприятиях более 30% сырья, направляемого на переработку, идет в отходы [1]. В Казахстане, на рыбоперерабатывающих предприятиях малой и средней мощности, отходы выбрасываются в окружающую среду, и только на крупных предприятиях и на ряде предприятий средней мощности рыбные отходы перерабатываются в рыбную муку или корм для рыб.

Эти обстоятельства обуславливают целесообразность поиска путей решения вопроса утилизации отходов рыбной промышленности [2].

Вопросы комплексной переработки рыбного сырья, в частности частиковых рыб, являются актуальной задачей, поскольку Казахстан обладает довольно богатыми рыбными ресурсами. Однако, промысловые запасы мелких и малоценных рыб внутренних водоемов хозяйствующими субъектами осваиваются слабо из-за отсутствия эффективной технологии их обработки. Реализация мелких и малоценных рыб в неразделенном охлажденном и мороженном видах, а также продукты, изготавливаемые из них

с применением традиционных технологий (посола, копчения и вяления) обладают слабым покупательским спросом. Поэтому они оказываются убыточными в рыночных условиях. С другой стороны содержание в рыбе легко усвояемого белка (из 100 г белков рыбы организм усваивает около 40 г, а свинины-20 г, говядины - всего 15 г), комплекса необходимых для организма человека минеральных веществ, таких как фосфор, кальций, магний, железо, а также незаменимых аминокислот открывает возможности расширения ассортимента продуктов на основе рыбного сырья [3]. При производстве фаршевых продуктов, полуфабрикатов, филе образуется значительное количество отходов.

В приоритетных направлениях научно-технического развития рыбной отрасли в области рационального природопользования отражена разработка комплексных ресурсосберегающих технологий переработки рыбы промышленного значения с утилизацией отходов от их разделки, максимального использования нетрадиционных объектов, в том числе малорентабельного рыбного сырья, переработка которого на пищевые цели в свете особенностей технологических характеристик не является экономически выгодной [3].

Комплексный подход к использованию рыбного сырья, интенсификация производства за счет экономии сырьевых ресурсов путем использования отходов, получаемых при обработке частиковых рыб, и создание новых видов пищевой продукции на их основе имеет высокую практическую значимость и актуальность.

### *Объекты и методы исследования*

В соответствии с поставленной целью на основе проведенного анализа патентно-информационной литературы в качестве объектов

исследования использованы виды рыб, относящиеся к группе маломерного рыбного сырья Капчагайского водохранилища: лещ (лат. *Abramis brama*), берш (*Lucioperca volgensis* Pall.), отходы от разделки - внутренние органы и костное сырье леща и берша и рыбные гидролизаты, полученные методом ферментации.

Внутренние органы и костная ткань леща и берша исследовались на содержание белков, жиров и золы. Белок определялся по ГОСТ 31795-2012 по методу Кьельдаля. Жир определяли в соответствии с ГОСТ 26829-86. Зола определяли по ГОСТ 262626.

Определение тирозина проводили в водном растворе исследуемого образца с осаждением 0,5М раствором трихлоруксусной кислоты и последующим колориметрированием на спектрофотометре марки Hitachi 120.

Протеолитическая активность ферментных систем объектов исследования определялась модифицированным методом Ансона с

применением в качестве субстрата 1% раствора казеината натрия (ГОСТ 20264.2-88).

Аминокислотный состав полученного гидролизата определяли методом М-04-38-2009 на аппарате «Капель-105М» при напряжении 25 кВ, при давлении 0 мбар, при длине волн 254 нм.

#### **Результаты и их обсуждение**

Для получения гидролизата белка используют отходы берша и леща. Для ферментативной обработки рыбного сырья было решено использовать собственные ферментные системы рыб.

Технологические режимы получения ферментативных гидролизатов зависят от химического состава и критериальных показателей качества рыбного сырья.

В ходе исследований были определены физико-химические показатели рыбных отходов. Определяли массовую долю белка, жира и золы во внутренних органах и в костной ткани леща и берша. Полученные данные представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1 - Химический состав внутренних органов исследуемых объектов

Наименование показателей	Внутренние органы леща	Внутренние органы берша
Белки, %	10,38	6,67
Жиры, %	0,19	0,27
Зола, %	1,42	1,64

Таблица 2 - Химический состав костного тканя исследуемых объектов

Наименование показателей	Костная ткань леща	Костная ткань берша
Белки, %	8,37	8,75
Жиры, %	0,98	0,07
Зола, %	10,73	9,09

Таким образом, использование в производстве белковых гидролизатов из отходов рыбоперерабатывающих предприятий является оправданным и закономерным. Не уступая по своей ценности и усвояемости высокоценным породам рыб, маломерное рыбные сырье может и должно быть подвергнуто переработке.

На проведение любого технологического процесса по переработке рыбного сырья оказывает влияние не только химический состав, но и активность ферментной системы данного сырья. Поэтому для разработки рациональных технологических параметров получения рыбных гидролизатов из частиковых рыб с использованием протеолитических ферментов из внутренних органов, отличающихся химическим составом, необходимо изучить ферментатив-

ную активность рыбного сырья, на которую влияет не только химический состав, видовая принадлежность, (Черногорцев, 1973; Кизеветтер, 1976; Разумовская 1973, 1981; Мухин, 2003; Новикова, 2003; Сафронова, 2004; Биотехнология., 2006; Сарапкина, 2007), но и наличие или отсутствие предварительной технологической обработки, в том числе и замораживания.

Продолжительное холодильное хранение повышает степень денатурации и агрегации белков, несколько активизирует деятельность мышечных ферментов и ферментов желудочно-кишечного тракта рыбы после размораживания (Андрусенко, 1979). Результаты определения протеолитической активности маломерного рыбного сырья и внутренних органов промыс-

ловых рыб» после холодильного хранения в течение 2 месяцев представлены в табл. 3.

Представленные в табл. 3 данные отражают влияние замораживания на активность ферментных систем рыбного сырь. Результаты

исследования протеолитической активности показали, что активность нейтрального комплекса протеаз леща больше на 17,5%, чем протеолитическая активность берша.

Таблица 3 - Влияние замораживания на активность ферментных систем рыбного сырь

Вид сырь	Протеолитическая активность, ед/г	
	Рыба-сырец	После размораживания
Лещ	1,37±0,08	1,65±0,20
Берш	1,13±0,09	1,21±0,09

Холодильное консервирование оказывает влияние на ферментную систему рыбного сырь, несколько активизируя ее после размораживания. Активность ферментной системы леща повышается на 16,9%, а ферментная активность берша на 6,6%. На наш взгляд, это связано с тем, что в процессе холодильной обработки происходят гистологические изменения, влияющие на структуру мышечной ткани и внутренних органов, частично разрушая их, тем самым освобождая ферменты, что облегчает

образование фермент-субстратного комплекса. Таким образом, холодильное консервирование рыбного сырь оказывает влияние на режимы получения гидролизатов.

Представленные в табл. 4 данные по динамике изменения содержания тирозина в гидролизуемой смеси из внутренних органов в течение 6 часов 58 гидролиза подтверждают зависимость изменения содержания тирозина от температуры.

Таблица 4 - Динамика накопления тирозина в смеси из внутренних органов рыбы (мг/ 100 гр)

Продолжительность автолиза, час	Температура, °С		
	15	30	45
1	44,5	46,3	54,3
2	66,3	66,4	76,1
3	68,8	83,9	94,9
4	68,9	101,5	114,3
5	71,4	109,4	118,4
6	74,3	118,2	122,9

Согласно полученным данным у сырь в 1,6 раза увеличилось содержание тирозина при проведении процесса гидролиза при температуре 14°С, при температуре 30°С увеличилось в 2,6 раза, при температуре 45°С - в 2,3 раза. При повышении температуры процесс накопления тирозина интенсифицируется, содержание тирозина увеличилось до 1,6 раза.

Таким образом, представленные данные показывают не только зависимость процесса гидролиза от температуры, но и от продолжительности проведения, в том числе и протеолитической активности сырь, на динамику на-

копления тирозина в гидролизуемой смеси. По данным табл.4 видно, что самый оптимальный температурный режим – 45°С, продолжительность гидролиза 6 часов. Поэтому дальнейшие экспериментальные работы проводили в этих режимах.

Для оценки качества гидролизата был определен количественный состав аминокислот (табл. 5, 6, рис. 1). Концентрация свободных аминокислот в гидролизатах различается в зависимости от соотношения костной ткани и внутренностей рыбы.

Таблица 5 - Аминокислотный состав гидролизата пробы №1

№	Аминокислоты	Сокращенное обозначение	Гидролизат №1	
			конц., мг/л	масс. доля в %
1	Аргинин	Arg	75,0	1,3±0,5
2	Лизин	Lys	49,0	0,86±0,3

3	Тирозин	Tyr	20,0	0,35±0,1
4	Фенилаланин	Phe	28,0	0,49±0,1
5	Гистидин	His	12,0	0,21±0,1
6	Лейцин+изолейцин	Leu+Ile	41,0	0,72±0,2
7	Метионин	Met	21,0	0,37±0,1
8	Валин	Val	26,0	0,46±0,2
9	Пролин	Pro	29,0	0,51±0,1
10	Треонин	Thr	31,0	0,57±0,2
11	Серин	Ser	28,0	0,49±0,1
12	Аланин	Ala	50,0	0,88±0,2
13	Глицин	His	37,0	0,65±0,2

Таблица 6 - Аминокислотный состав гидролизата пробы №2

№	Аминокислоты	Сокращенное обозначение	Гидролизат №2	
			конц., мг/л	масс. доля в %
1	Аргинин	Arg	46,0	1,0±0,4
2	Лизин	Lys	50,0	1,09±0,4
3	Тирозин	Tyr	21,0	0,46±0,1
4	Фенилаланин	Phe	32,0	0,70±0,2
5	Гистидин	His	16,0	0,35±0,2
6	Лейцин+изолейцин	Leu+Ile	50,0	1,09±0,3
7	Метионин	Met	21,0	0,46±0,2
8	Валин	Val	30,0	0,65±0,2
9	Пролин	Pro	35,0	0,76±0,2
10	Треонин	Thr	35,0	0,76±0,3
11	Серин	Ser	31,0	0,67±0,2
12	Аланин	Ala	61,0	1,3±0,3
13	Глицин	His	43,0	0,94±0,3

Анализируя представленные данные, необходимо отметить, что в состав гидролизата, полученного из рыбных отходов, входят все незаменимые аминокислоты, что свидетельствует о полноценности его белковой части. Гидролизаты №1 и №2 содержат все незаме-

нимые аминокислоты. По данным таблицы 5 и 6 видно что содержание незаменимых аминокислот в гидролизате №1 составляет 179 мг/л, а в гидролизате №2 составляет 204 мг/л. Среди незаменимых аминокислот достаточно высоко содержание лизина.

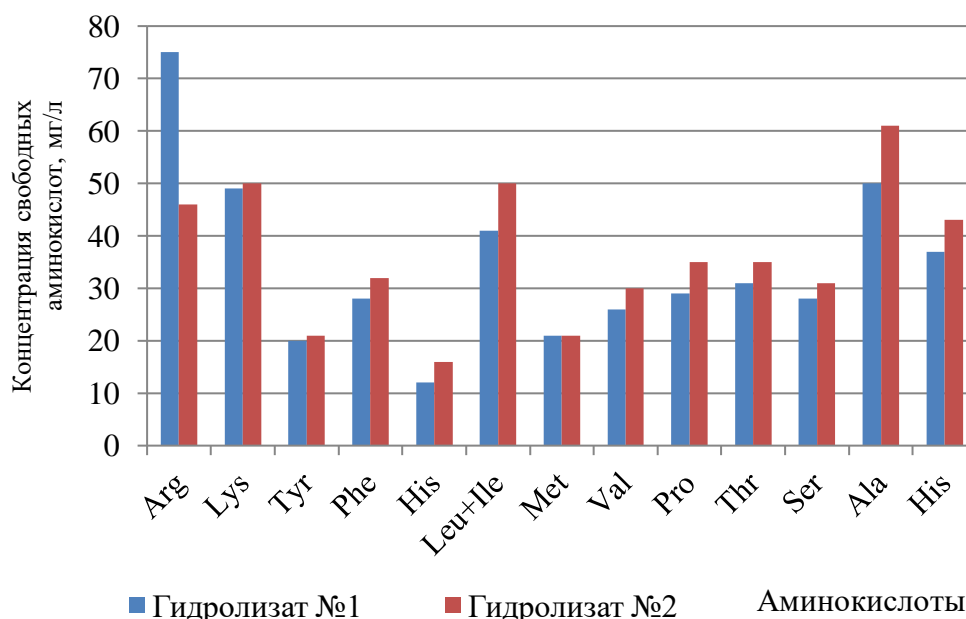


Рисунок 1 - Содержание свободных аминокислот гидролизата №1 и гидролизата №2

Так, содержание лизина в гидролизате №1 составляет 49 мг/л, а в гидролизате №2 - 50мг/л. В гидролизате №2 по сравнению с гидролизатом №1 сумма незаменимых аминокислот выше на 12,3%, а заменимых - на 0,8%, что приводит к увеличению суммарного выхода аминокислот на 13,1%. Это свидетельствует о влиянии количества костного сырья на биологическую ценность гидролизатов.

В результате проведенных исследований разработана технология получения белкового гидролизата из отходов рыбоперерабатывающих производств: измельчение сырья → гидролиз при температуре 45<sup>0</sup>С → центрифугирование (5000-7000 об/мин) → сушка при температуре не выше 50<sup>0</sup>С.

#### **Заключение, выводы**

В ходе проведения исследований разработана технология получения белкового гидролизата из рыбных отходов. Предлагаемая технология позволяет получить белковый продукт из сырья, ранее не применяемого для этих целей, что позволяет успешно утилизировать отходы рыбоперерабатывающих предприятий, расширять область его применения.

Для более эффективных результатов необходимы глубокие исследования, направленные на изучение самого процесса ферментации. В рамках проведенных исследований доказана целесообразность получения из маломерного рыбного сырья и отходов от разделки промысловых рыб

биологически активных добавок, полноценных по аминокислотному составу, содержащих ряд биологически ценных соединений: макро- и микроэлементов, жирных кислот, в том числе полиненасыщенных жирных кислот и обоснованы технологические режимы их получения.

Проведение работ в указанном направлении позволит решить несколько задач:

- рациональное природопользование;
- разработка комплексных ресурсосберегающих технологий переработки гидробионтов промышленного значения;
- утилизация отходов от разделки рыб промышленного значения;
- максимальное использование нетрадиционных объектов переработки, в том числе, малорентабельного сырья.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Максимова Е.М. Разработка технологии утилизации белковых отходов методом ферментативного гидролиза // Вестник МГТУ.-2006.- №5.- С.875-879.
2. Черных А.Г. Комплексная переработка и рациональное использование сырья рыбной промышленности // Международный студенческий научный вестник. – 2013. – С.2-29
3. Костюрина К.В. Разработка технологии кормовых рыбных автолизатов с использованием ферментного комплекса внутренних органов промысловых рыб Волго-Каспийского бассейна: автореф.канд.техн.наук: 05.18.04. –Астрахань: Астраханский гос.техн. ун-т. – 2010. – 24 с.