

УДК 577.15

**ИССЛЕДОВАНИЯ АКТИВНОСТИ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ  
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ПРЭСНОВОДНЫХ РЫБ**

Л.С. Байдалинова, Е.А. Баженов

**STUDY OF THE ACTIVITY OF PROTEOLYTIC ENZYMES  
THE DIGESTIVE ORGANS OF FRESHWATER FISH**

L.S. Baidalinova, E.A. Bazhenov

**Аннотация.** В данной статье описывается ферментативная активность протеолитических ферментов и общий химический состав пищеварительных органов хищных и растительноядных рыб в период с октября - ноября 2017 года по апрель 2018 года. Установлена зависимость ферментативной активности от pH среды и массовых долей белка и жира. На основе полученных данных произведено выделение ферментов из пищеварительных органов леща (при pH 9,5) и судака (при pH 2,5). Определение по методу Ансона протеолитической активности ферментных препаратов, полученных с использованием сырья за период ноябрь 2017 года - март 2018 года, показало эффективность выделения этих ферментов при выбранных оптимальных условиях процесса и в оптимальные сроки.

**Ключевые слова:** протеолитические ферменты; ферменты; пищеварительные органы рыб; вторичное рыбное сырьё; лещ; окунь; судак.

**Abstract.** This article describes the enzymatic activity of proteolytic enzymes and the total chemical composition of the digestive organs of predatory and herbivorous fish in the period from October - November 2017 to April 2018. The dependence of enzymatic activity on the pH of the medium and the mass fractions of protein and fat is established. On the basis of the data obtained, the enzymes were isolated from the digestive organs of bream (at pH 9.5) and pike perch (at pH 2.5). Determination by the Anson method of proteolytic activity of enzyme preparations obtained using raw materials for the period November 2017-March 2018, showed the effectiveness of the allocation of these enzymes under selected optimal conditions of the process and in the optimal time.

**Key words:** proteolytic enzymes; enzymes; digestive organs of fish; secondary fish raw materials; bream; perch; pike perch.

**Введение**

В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ 17 ноября 2008 г. № 1662-р) биотехнология включена в приоритеты высшего уровня. На основании этой концепции разработана «Стратегия развития биотехнологической отрасли промышленности в Российской Федерации до 2020 года», которая предусматривает увеличение производства ферментных препаратов. Развитие биотехнологии, инженерной энзимологии позволяет в настоящее время совершенствовать методы получения, системы очистки, стабилизации и реализации ферментов [1].

В производстве пищевой продукции очень велика роль ферментов класса гидролаз. Об этом свидетельствуют публикации в специальной литературе, стандарты и технологические инструкции на производство продукции. Для пищевых производств представляют интерес три подкласса гидролаз: эстеразы, гидролизующие сложноэфирные

связи, гликозидазы, действующие на гликозидные соединения, и протеазы, действующие на пептидные связи [2].

На сегодняшний день большим спросом пользуются протеолитические ферменты (ПФ). Приоритетным направлением использования протеолитических ферментов является пищевая промышленность. Протеолитические ферменты применяются при производстве различной пищевой продукции, в медицине благодаря способности заживлять раны и растворять тромбы, и в производстве синтетических моющих средств. В мясоперерабатывающей отрасли протеиназы применяют для ускорения созревания колбас, для ферментативной обработки мяса с повышенным содержанием соединительной ткани с целью возможного увеличению выхода мяса 1 сорта. В крахмально-паточной промышленности ПФ применяются для отчистки паток от сопутствующих белков. В молочной промышленности ПФ используют для сокращения процесса созревания сыров, за счет чего на 10 % может быть уменьшена их себестоимость [3].

В России промышленное производство ферментных препаратов из животного сырья мало, а производство их из гидробионтов практически отсутствует. Для производства ферментов, в том числе протеолитической направленности, преобладающим способом является микробиологический синтез. Но общий объем ферментов, производимых микробиологическим синтезом в России, не превышает 3 тыс. тонн в год. Это количество не обеспечивает производственные потребности. В связи с этим большая часть потребляемых ферментных препаратов (порядка 10 тыс. тонн) ежегодно импортируется в нашу страну из-за рубежа [4].

В рыбной промышленности применение ПФ позволяет облегчать удаление кожицы с мантий и щупалец кальмаров, с плавников скатов, отчистку креветок от панциря, а также использовать мышечную ткань таких рыб как хек, путассу, балтийская сельдь (салака) и др., где уровень ферментативной активности собственных протеиназ очень низкий, для производства слабосолёной созревающей продукции. Исследования распределения ферментов в различных органах и мышечной ткани животных показали, что особенно в пищеварительном тракте вырабатываются гидролитические ферменты: протеазы, липазы, амилазы, рибонуклеазы, кислая и щелочная фосфатаза. Огромна роль протеаз в процессах пищеварения животных.

Важной реакцией, катализируемой протеолитическими ферментами, является гидролиз пептидной связи в белках и пептидах. Протеазы делятся на эндопептидазы, способные гидролизовать глубинные пептидные связи, расщепляя белок на более мелкие фрагменты, и экзопептидазы, отщепляющие от белка последовательно концевые аминокислоты, действуя с карбоксильного или аминного конца цепи. На основании этого экзопептидазы делят на аминопептидазы, карбоксипептидазы и дипептидазы [5].

Среди используемых в промышленности протеолитических ферментов весьма популярны протеолитические ферменты из растительного сырья – это папаин и химопапаин, фицин и бромелаин. Используются также ферменты животного происхождения – пепсин, трипсин, панкреатин, карбоксипептидазы А и В, лейцинаминопептидаза, эластаза, дипептидаза и др. [5].

В целом ряде задач наиболее предпочтительным является использование природных ферментов, содержащихся в растительных и животных организмах. Многочисленные попытки широкого использования в обработке рыб ферментных препаратов микробиологического синтеза часто не давали полных положительных результатов в связи с особенностью строения и технологических характеристик рыбного сырья. Проблема выделения и использования ферментов неоднократно поднималась в отрасли начиная с 70-х годов прошлого века в исследованиях таких ученых как Леванидов И.П., Шендерюк В.И., Некрасова Г.Т., Слуцкая Т.Н., Эпштейн Л.М., Семенов Б.Н, Антипова Л.В., Цибизова М.Е., Пивненко Т.Н. и др. Но широкого практического решения данная проблема до сих пор не получила.

Длительное время основное количество исследований по характеристике и содержанию ферментов во внутренних органах рыб и других гидробионтов были направлены в первую очередь на исследование объектов океанического промысла. Объектам прибрежного рыболовства, в основном направлявшимся на реализацию и переработку в неразделанном виде, уделялось недостаточно внимания.

Одной из ключевых проблем для организации промышленного производства ферментных препаратов, в первую очередь протеолитического действия, является поиск новых, доступных, крупномасштабных сырьевых источников. В нашей стране важным источником для такого производства является вторичное рыбное сырье. В государственном масштабе первоочередной задачей является привлечение вторичного рыбного сырья в качестве источника для получения ферментных препаратов протеолитического действия на основе инновационных технологий. В частности в качестве источника такого сырья для получения ферментных препаратов может рассматриваться вторичное сырье пресноводных рыб.

**Целью настоящей работы** является изучение ферментативной активности протеолитических ферментов пищеварительных органов различных видов рыб прибрежного рыболовства, определение оптимальных периодов использования этого сырья для получения ферментных препаратов

Пресноводные рыбы все в большей степени вовлекаются в промышленную переработку с применением разделки и в первую очередь с удалением пищеварительных органов. Такими объектами могут служить хищные рыбы калининградского региона – это судак, щука, окунь. Использование протеолитических ферментов хищных рыб представляется целесообразным, так как ферменты этих видов рыб могут иметь более высокую ферментативную активность в отношении конформации животных белков в сравнении с ферментами растительной природы.

Комплексная переработка водных биологических ресурсов в Российской Федерации является в настоящее время одной из актуальных задач в связи с необходимостью повышения эффективности производства и решения природоохранных проблем. Наиболее перспективными в решении этих проблем являются биотехнологические методы нового поколения.

В настоящее время в рыбной промышленности Калининградской области объем океанического рыболовства продолжает снижаться вследствие введения многими прибрежными государствами исключительных экономических зон, а также старения и сокращения численности рыболовного флота. В Перспективах развития Калининградского региона расширению прибрежного рыболовства в Балтийском море и заливах уделяется большое внимание. Для промысловиков Калининградской области увеличивается объем квот на объекты прибрежного рыболовства в рамках «Морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденной Президентом РФ 27 июля 2001 года Пр-1387».

Действующие региональные программы «О рыболовстве и рыбохозяйственной деятельности в Калининградской области» в качестве основного ожидаемого конечного результата предусматривают повышение эффективности использования сырьевой базы до 95%. Для этого должна осуществляться задача более полного использования всех частей тел водных биологических ресурсов, то есть применяться глубокая переработка сырья. Это же предусматривается и в Целевой программе «Развитие прибрежного рыболовства в Калининградской области на 2013-2020 годы» [6].

В Калининградской области рыбной промышленностью производится добыча таких рыб как килька, лещ, судак, треска, атлантическая сельдь, балтийская сельдь (салака) и др. Данные виды рыб распространены в Балтийском море, Вислинском, Куршском заливах и в реках и озёрах Калининградской области [7].

Отходами при разделке этих объектов являются головы, хребтовые кости и внутренности. В настоящее время основным путем использования вторичного рыбного

сырья являются кормовые цели. Однако, в них содержатся многочисленные биологически важные соединения.

Часто отходы достигают 50% от массы перерабатываемых объектов. Не менее 20% от голов, хребтов, внутренностей и чешуи составляют пищеварительные органы - пилорические придатки, панкреас, желудок, кишечник и др. Пищеварительные органы рыб являются важным сырьем для производства ферментных препаратов, перспективных для использования в пищевых технологиях.

При переработке рыбного сырья наиболее целесообразно использование ферментов, выделяемых из этого же сырья.

Производство пищевой продукции с использованием ферментных препаратов в рыбной отрасли в последнее время значительно расширилось. Реализация и расширение ферментных технологий требует получения отечественных ферментных препаратов высокого качества, обладающих максимальной ферментативной активностью и специфичностью действия. Потребность в таких ферментах достаточно велика [8].

### **Материал и методы исследования**

Для исследования использовали пищеварительные органы растительноядных и хищных видов рыб в период октябрь - ноябрь – декабрь 2017 года, февраль и апрель 2018 года. Пищеварительные органы отделяли от печени, сердца, кровеносных подтёков и частичек непереваренной или переваренной пищи. В первую очередь использовали охлажденное сырье. Однако возникли большие проблемы при измельчении желудочно-кишечных трактов, которые просто наматывались на шнек мясорубки и практически не поддавались измельчению. В связи с этим использовали следующий прием: пищеварительные органы подвергали замораживанию, после которого они хорошо измельчались. Замораживание позволяло также сохранять собранное сырье в течение некоторого времени при температуре минус 12-15 °С.

При сборе ферментсодержащего сырья затруднения вызывало большое количество ожирков на кишечнике, что фиксировалось по количеству жира при исследовании химического состава (в октябре-ноябре 2017 года). В дальнейшем при сборе сырья для экспериментов ожирки с кишечника пришлось удалять, что позволило резко снизить содержание жира. Для характеристики сырья исследовали общий химический состав желудочно-кишечных трактов рыб судак, лещ, окунь, карп. и активность протеолитических ферментов пищеварительных органов этих рыб. Исследовалась также активность протеолитических ферментов в пищеварительных органах скумбрии атлантической.

Определение химического состава (табл. 1) проводилось в соответствии с ГОСТ 7636 - 85: , а именно определение влаги проводилось высушиванием навески до постоянной массы, жира - методом Сокслета, белка – методом Кьельдаля, золы - по массе остатка после сжигания пробы. Активность ПФ определяли по методу Ансона (ГОСТ Р 53974-2010 [10]) в модификации Каверзневой Е.Д. [11]. В применении этого метода для определения активности протеолитических ферментов в мышечной ткани и пищеварительных органах рыб большая заслуга Нины Тимофеевны Сергеевой [12, 13].

Методика основана на получении ферментсодержащих экстрактов из пищеварительных органов исследуемых рыб и гидролизе содержащимися в этих экстрактах ферментами казеината натрия до пептидов и аминокислот при разных уровнях рН. Определение активности протеиназ проводили при разных рН, экстрагируя ферменты буферными растворами с рН 2,5; 5,5; 7,2; и 9,5. В качестве продуктов реакции определяли количества тирозина, образующегося в продуктах гидролиза, не осаждаемых трихлоруксусной кислотой. Количество тирозина рассчитывали по оптической плотности окраски растворов тирозина с фенольным реактивом Фолина с помощью спектрофотометра или фотоэлектророкориметра. Ферментативную активность рассчитывали в ед./г. а также в микромолях тирозина/г мин.

## Результаты исследования

Ранее нами проведено исследование и описаны результаты выделения ферментных препаратов из отходов от разделки балтийской сельди (пищеварительных органов салаки) [2], при этом отмечалась зависимость активности протеолитических ферментов пищеварительных органов от биологического состояния объекта.

Общие химические составы пищеварительных органов рыб различных видов представлены в табл. 1. На химический состав, в первую очередь на содержание жира, оказывает влияние способ заготовки пищеварительных органов. Так, в октябре - ноябре 2017 года исследованию подвергались пищеварительные органы с покрывающими их ожирками, мощность которых часто велика.

Таблица 1 - Общий химический состав пищеварительных органов различных видов рыб

	Пищеварительные органы рыб в различные месяцы вылова	Влага	Жир	Белок	Зола	Сумма
Судак	Октябрь - ноябрь	64,42	25,28*	10,44	0,86	101,0
	Декабрь	72,87	8,26**	16,19	0,62	97,94
	Февраль	71,95	10,8**	15,87	1,08	99,7
	Апрель	73,96	9,6**	15,28	0,86	100
Лещ	Октябрь - ноябрь	58,5	25,55*	14,6	1,09	99,74
	Декабрь	71,1	9,02**	16,95	0,87	97,94
	Февраль	70,45	10,66**	16,82	1,09	99,02
	Апрель	74,59	9,2**	15,63	0,58	100
Окунь	Октябрь – ноябрь	65,46	19,26*	13,75	1,03	98,03
Смесь***	Октябрь – ноябрь	58,74	28,02*	11,95	1,09	98,80
Карп	Декабрь	65,61	19,02**	13,61	1,24	99,48
Скумбрия	Февраль	67,96	12,9**	17,4	1,03	99,29

\* - пищеварительные органы с ожирками;

\*\* - при заготовке ожирки с пищеварительных органов были удалены.

\*\*\* - пищеварительные органы леща и судака в соотношении 1:1 по массе.

Значительное содержание жира на пищеварительных органах рыб (октябрь - ноябрь 2017 года) негативно сказывается на качестве получаемых ферментных препаратов. Удаление (начиная с декабря) при заготовке проб ожирков с пищеварительных органов сразу отразилось на содержании жира в сырье (табл. 1).

В пищеварительных органах содержится достаточно много белка (16,5-17,0%) , в числе которого и ферментативно-активные соединения. Результаты определения активности протеолитических ферментов в пищеварительных органах пресноводных рыб при различных уровнях рН представлены в табл. 2.

В пищеварительных органах всех исследованных в рыб присутствуют кислые, слабо кислые, нейтральные и щелочные протеазы. Наибольшую ферментативную активность, как и в пищеварительных органах салаки (балтийской сельди) [8], в ноябре и декабре у судака, леща и окуня фиксировали в зонах рН от слабо кислой до щелочной . Это отчетливо видно и из приведенных рисунков (рис. 1-4). Наибольшую активность ферментов у судака наблюдается в декабре при всех уровнях рН. В феврале-апреле максимальная активность у судака отмечается уже при рН 2,5.

Таблица 2 – Активность протеолитических ферментов в пищеварительных органах различных рыб в различные периоды и при различных уровнях рН

Пищеварительные органы рыб	Активность протеолитических ферментов, ед./г				
		рН 2,5	рН 5,5	рН 7,2	рН 9,5
	ноябрь – декабрь 2017 года				
Судак	ноябрь	0,75	1,76	2,5	2,7
	декабрь	1,3	1,27	1,2	1,57
	Февраль	1,8	0,5	0,5	0,5
	апрель	1,5	0,5	0,6	0,6
Лещ	ноябрь	0,95	1,5	2,4	2,7
	декабрь	0,22	0,1	0,13	0,3
	Февраль	0,2	0,5	0,5	1,4
	февраль	0,4	0,2	0,6	0,8
Окунь	ноябрь	0,8	1,5	2,48	3,03
Смесь (лещ и судак в соотношении по массе 1:1)	ноябрь	1,1	1,8	2,7	3,06
Карп	Декабрь	0,69	1,0	1,2	2,5

У леща протеолитическая активность ферментов, начиная с декабря, резко падает и во всех зонах рН остается значительно ниже, чем у судака. И только в щелочной зоне сохраняется достаточно высокая активность.

При выделении ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб в феврале 2018 года и определении их активности получены несколько другие результаты (таблица 2). В феврале максимальная активность в пищеварительных органах судака определена в кислой и слабокислой зонах, при рН 2,5 и 5,5.

У растительного леща максимальная активность в пищеварительных органах сохранилась в щелочной зоне, т.е. при рН 9,5. Для получения ферментов можно использовать охлажденные и замороженные пищеварительные органы рыбы (в соответствии с ТУ 15.188-76). В источниках локализации ферментов они часто находятся в неактивном состоянии (проферменты), их активизация происходит под воздействием определенных факторов.

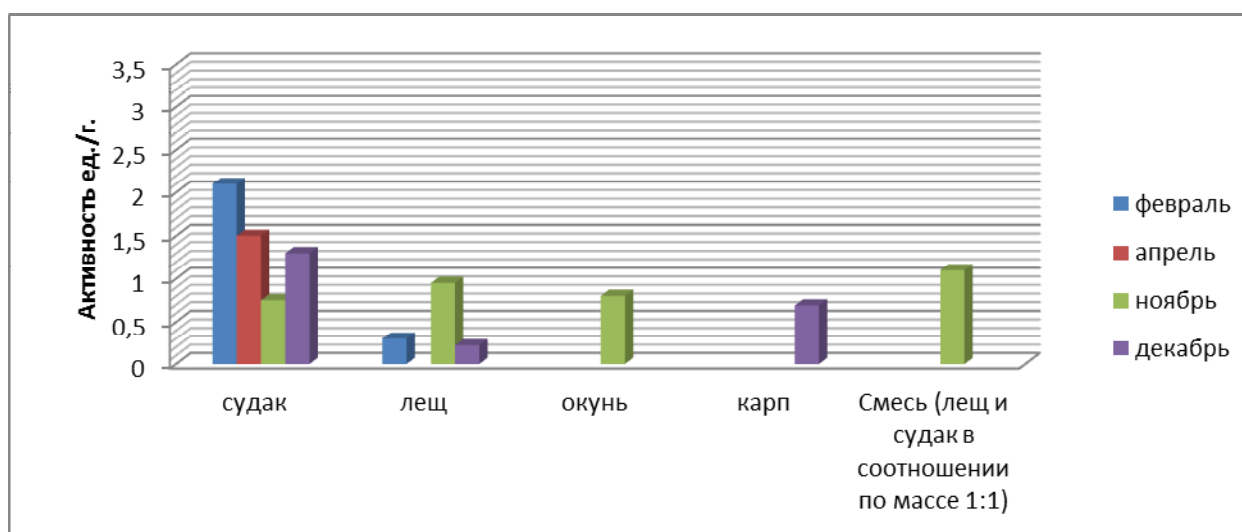


Рисунок 1 – Активность протеолитических ферментов в пищеварительных органах рыб при рН 2,5, ед. /г (по Ансону)

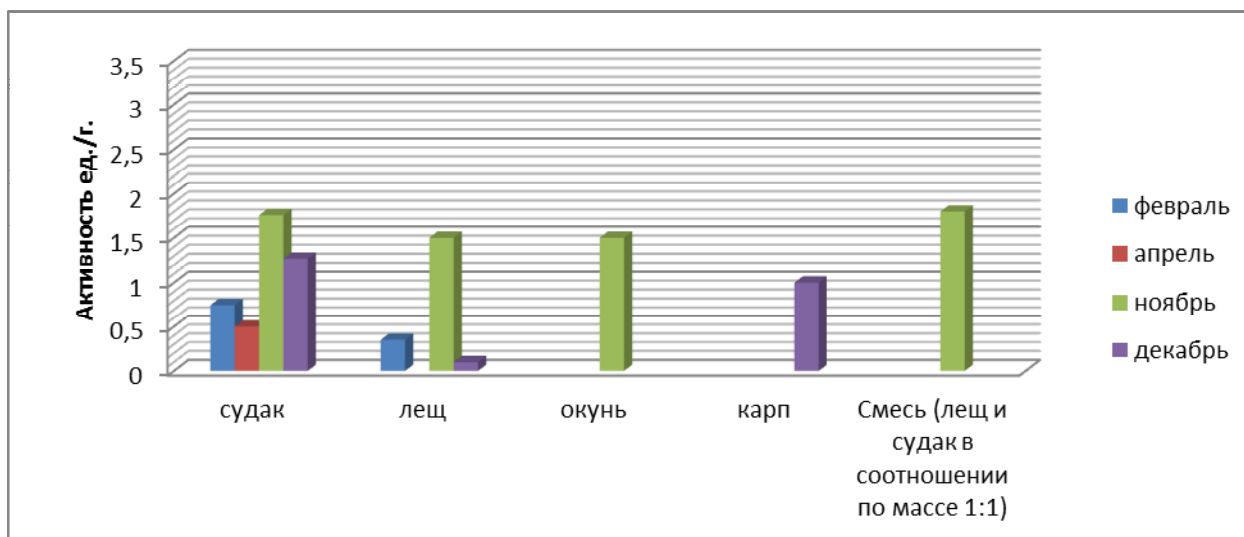


Рисунок 2 – Активность протеолитических ферментов в пищеварительных органах рыб при pH 5,5, ед. /г (по Ансону)

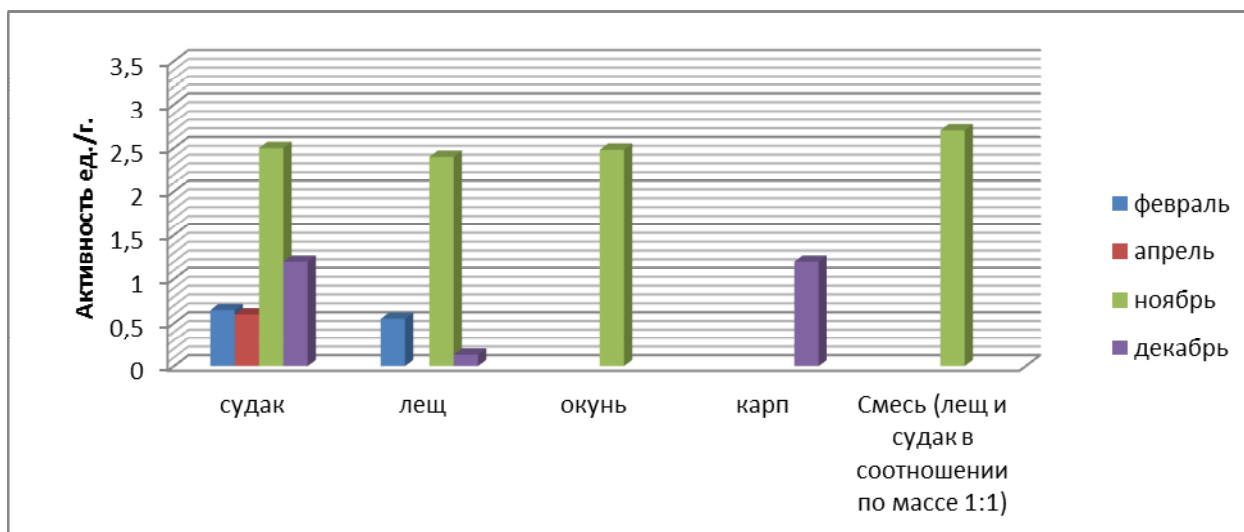


Рисунок 3 – Активность протеолитических ферментов в пищеварительных органах рыб при pH 7,2 ед. /г (по Ансону)

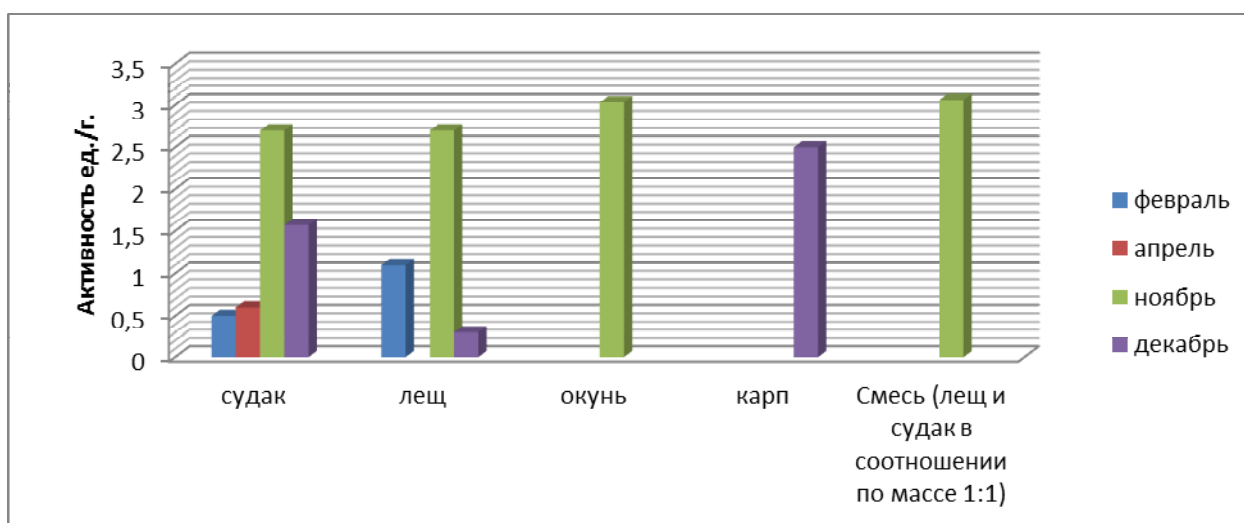


Рисунок 4 – Активность протеолитических ферментов в пищеварительных органах рыб при pH 9,5 ед. /г (по Ансону)

Исходя из полученных результатов, выделение ферментов проводилось из пищеварительных органов судака при рН 2,5 и из пищеварительных органов леща при рН 9,5 (щелочная зона). Результаты эффективности этого процесса представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Активность при различных рН ферментных препаратов, выделенных из пищеварительных органов судака и леща, ед/г (по Ансону)

Пищеварительные органы рыб, рН при выделении	2,5	5,5	7,2	9,5
Судак, рН 2,5	1,3	1,2	0,7	0,6
Лещ рН 9,5	0,5	1,2	1,3	1,8

Установлено, что активность протеолитических ферментов проявляется при всех уровнях рН, но небольшая активность для комплекса из судака при рН 2,5 (1,3 ед/г), несколько ниже, но достаточно высокая в слабо кислой зоне (при рН 5,5 – 1,2 ед/г). У комплекса из леща максимальная активность при рН 9,5 (1,8 ед/г). Активность эта выше, чем у препарата из судака. В нейтральной зоне рН (рН 7,2) активность ферментного комплекса из леща 1,3 ед/г., что равно максимальной активности кислых протеиноз судака.

Определение общего химического состава ферментных препаратов из пищеварительных органов судака и леща показало (табл. 4), что при влажности 85-87% в содержится достаточно мало жира. Обеспечивается это за счет того, что жир из ферментного раствора удалялся путем центрифугирования.

Таблица 4 - Общий химический состав ферментного препарата из пищеварительных органов судака и леща.

Ферментный препарат из пищеварительных органов рыб, рН при выделении	Влага	Жир	Зола	Белок
Судак, рН 2,5	87,04	0,59	9,68	2,69
Лещ рН 9,5	85,3	1,33	9,58	3,79

Высокое содержание золы обусловлено тем, что в ферментный раствор для консервирования препарата добавлялась поваренная соль с количестве 10% от его массы.

### Заключение

Приведённые исследования показывают, что пищеварительные органы судака за период октябрь – ноябрь 2017 г. по февраль и апрель 2018 г. обладают большей протеолитической способностью, чем пищеварительные органы леща, карпа и других видов рыб, описанных в статье. Это, вероятно, обусловлено активностью ферментной системы, для активизации которой необходимы свои условия, так как зона рН-оптимума может быть узкой или широкой, что связано с условиями функционирования ферментов. На уровень ферментативной активности влияет содержание белка и жира в пищеварительных органах рыб в разные периоды их жизнедеятельности.

На основе полученных данных получены экспериментальные образцы ферментного препарата, в которых ферментативная активность оказалась ниже, чем в исходных пищеварительных органах. Это обусловлено тем, что в ферментном препарате присутствует достаточно большое количество балластных белков, что вызывает необходимость проведения экспериментов по разработке способов очистки и повышения активности ферментных препаратов.

Требуется продолжение исследований активности протеолитических ферментов пищеварительных органов использованных пресноводных рыб в другие месяцы с целью обеспечения использования сырья в оптимальные периоды жизненного цикла в течение года.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/development/doc20120427\\_06](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/development/doc20120427_06) (дата обращения: 10. 04. 2018)
2. Биотехнология морепродуктов / Под. ред О.Я. Мезеновой. М.: Мир, 2006. 560 с.
3. Зинина О.В., Соловьева А.А., Ребезов Я.М., Тарасова И.В., Окушанова Э.К. Ферменты в мясной отрасли и пищевой промышленности // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=14245>.
4. Обзор рынка биотехнологий в России и оценка перспектив развития // Frost & Sullivan. 2014. №12. С. 48-49.
5. Рогов И. А., Антипова Л. В., Дунченко Н. И. Химия пищи. М.: Колос, 2007. 853 с.
6. Целевая программа «Развития прибрежного рыболовства в Калининградской области на 2013-2020 годы» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gov39.ru/news/101/36185/> (дата обращения 15. 04. 2018).
7. Тылик К. В. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоёмов России (Калининградская обл.) и Литвы. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2008. 276 с.
8. Байдалинова Л.С., Баженов Е.А. К вопросу получения протеолитических ферментов из пищеварительных органов рыб (сельди балтийской) // Материалы XI Международной научно-практической конференции (3-5 мая 2017 г.). Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2017. С. 78-85
9. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов, 2010. 27 с.
10. ГОСТ Р 53974-2010 Ферментные препараты для пищевой промышленности. Метод определения протеолитической активности. М. Стандартиформ, 2017. 12 с.
11. Каверзнева Е.Д. Стандартный метод определения протеолитической активности для комплексных препаратов протеаз // Прикл. биохим, и микроб. 1971. Т. 7, Вып. 2. С. 225-228.
12. Сергеева Н.Т. Практикум по биохимии: учебное пособие. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2008. 211 с.
13. Байдалинова Л.С. Биохимия гидробионтов. Лабораторный практикум: учебное пособие. М.: МОРКНИГА, 2017. 335 с.

## REFERENCES

1. *Kompleksnaja programma razvitija biotehnologij v Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda* [Comprehensive program for the development of biotechnologies in the Russian Federation for the period up to 2020]. Available at: [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/development/doc20120427\\_06](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/innovations/development/doc20120427_06) (date accessed 10. 04. 2018)
2. *Biotehnologija moreproduktov. Pod. red L. S. Bajdalinova* [Biotechnology of Seafood Edited by L. S. Baidalinova [and others]. Moscow: Peace Publ., 2006. 560 p.
3. Zinina O.V., Soloveva A.A., Rebezov Ja.M., Tarasova I.V., Okushanova Je.K. *Fermenty v mjasnoj otrasli i pishhevoj promyshlennosti* [Enzymes in the meat and food industry]. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik*. 2015. No 6. Available at: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=14245>.

4. *Obzor rynka biotekhnologij v Rossii i ocenka perspektiv razvitija* [Overview of the biotechnology market in Russia and evaluation of development prospects]. *Frost & Sullivan*, 2014. No. 12, pp. 48-49.
5. Rogov I. A., Antipova L. V., Dunchenko N. I. *Himija pishhi* [Chemistry of food]. Moscow: Kolos Publ., 2007. 853 p.
6. *Celevaja programma "Razvitija pribrezhnogo rybolovstva v Kaliningradskoj oblasti na 2013-2020 gody"* [The target program "Development of coastal fisheries in the Kaliningrad region for 2013-2020"]. Available at: <https://gov39.ru/news/101/36185/> (date accessed 15. 04. 2018)
7. Tylik K.V. *Rybohazajstvennyj kadastr transgranichnyh vodojmov Rossii (Kaliningradskaja obl) i Litvy*. [Fishery cadastre of transboundary reservoirs of Russia (Kaliningrad region) and Lithuania.]. Kaliningrad: FGBOU in the KSTU., 2008. 276 p.
8. Baidalinova L.S., Bazhenov E.A. *K voprosu poluchenija proteoliticheskikh fermentov iz pishhevaritel'nyh organov ryb (seldi baltijskoj)* [On the issue of obtaining proteolytic enzymes from the digestive organs of fish (Baltic herring)]. XI Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija: materialy, Kaliningrad: Izd-vo AtlantNIRO: 2017, pp. 78-85.
9. GOST 7636-85. *Ryba, morskije mlekopitajushhie, morskije bespozvonochnye i produkty ih pererabotki. Metody analiza* [Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis]. Moscow: Izd-vo standartov, 2010. 27 p.
10. Kaverzneva E.D. *Standartnyj metod opredelenija proteoliticheskoy aktivnosti dlja kompleksnyh preparatov proteaz* [Standard method for determining proteolytic activity for complex protease preparations]. *Prikladnaja biohimija i mikrobiologija*, 1971. V. 7, No. 2, pp. 225-228
11. GOST R 53974-2010 *Fermentnye preparaty dlja pishhevoj promyshlennosti. Metod opredelenija proteoliticheskoy aktivnosti* [Enzyme preparations for the food industry. Method for determination of proteolytic activity]. Moscow: Izd-vo standartov, 2017. 12 p.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Байдалинова Лариса Степановна*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, кандидат технических наук, профессор кафедры пищевой биотехнологии

E-mail: [larisa.baydalinova@klgtu.ru](mailto:larisa.baydalinova@klgtu.ru)

*Baidalinova Larisa Stepanovna*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Biotechnology

E-mail: [larisa.baydalinova@klgtu.ru](mailto:larisa.baydalinova@klgtu.ru)

*Баженов Елисей Александрович*

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, магистрант кафедры пищевой биотехнологии

E-mail: [ya.elisey2013@yandex.ru](mailto:ya.elisey2013@yandex.ru)

*Bazhenov Elisei Alexandrovich*

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, master's student Department of Food Biotechnology

E-mail: [ya.elisey2013@yandex.ru](mailto:ya.elisey2013@yandex.ru)

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:  
236022, Калининград, ул. Проф. Баранова, 43, КГТУ, УК № 1, каб. 107. Байдалинова Л.С.  
8(4012)564807