

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,  
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции  
(24–25 марта 2020 г.)*



Петропавловск-Камчатский  
2020

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*Т.А. Клочкова,*  
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*В.И. Карпенко, д.б.н.; М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;  
В.А. Швецов, д.х.н.; Ю.А. Агунович, к.э.н.; И.А. Рычка, к.ф.-м.н.;  
Н.С. Салтанова, к.т.н.; Р.Г. Болотова; О.А. Белавина, к.х.н.;  
О.В. Ольхина; А.А. Седельникова*

П77 **Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы XI Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (24–25 марта 2020 г.) / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2020. – 228 с.

ISBN 978-5-328-00404-6

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

УДК 504  
ББК 20.1

ISBN 978-5-328-00404-6

© КамчатГТУ, 2020  
© Авторы, 2020

УДК 639.3.043:597.552.511

**Н.Ф. Окрестина, О.М. Исаева**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 638003  
e-mail: olisa24@bk.ru*

### **ПОИСК НАТУРАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ АТТРАКТАНТОВ В РАЦИОНЕ КИЖУЧА (*ONCORHYNCHUS KISUTCH*)**

Методом поведенческого тестирования определена вкусовая привлекательность водных экстрактов пяти пищевых объектов для кижуча (*Oncorhynchus kisutch*). Тестирование выполнено на молоди кижуча длиной тела от 5 до 10 см (TL). Концентрация тестируемых веществ в составе кормовых гранул составляла 300, 500, и 1000 г/л. Выяснено, что использованные экстракты гидробионтов обладают высоко привлекательным вкусом для кижуча, кроме гранул с экстрактом мотыля (индифферентный стимул). Наиболее привлекательными были гранулы с экстрактом креветки во всех использованных концентрациях, поскольку они достоверно повышали уровень потребления гранул до 98%. Гранулы корма, вымоченные в водном экстракте мотыля, имели индифферентный вкус, т. е. их потребление достоверно не отличалось от потребления сухих гранул корма.

**Ключевые слова:** кижуч, вкусовые предпочтения, пищевое поведение, вкусовые стимулы, аттрактанты.

**N.F. Okrestina, O.M. Isaeva**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: olisa24@bk.ru*

### **SEARCH FOR NATURAL FOOD ATTRACTANTS IN COHO SALMON (*ONCORHYNCHUS KISUTCH*) DIET**

The flavor attraction of five food objects for Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) was determined by the behavior testing method. The testing was directed on juvenile salmon, with the body length 5–10 cm (TL). The concentration of testing substances was 300, 500, and 1000 g/l. It was clearly tested that all of used hydrobionts extracts were highly attractive for Coho Salmon except bloodworm extract (indifferent stimulus). The most attractive granules were the shrimp extract, in all of the used concentrations, with veraciously increasing granules consumption up to 98%. Feed granules that were soaked in water extract of bloodworm had an indifferent flavor, so their consumption was not veraciously different from consumption of another dry food granules.

**Key words:** Coho Salmon, taste preferences, feeding behavior, gustatory stimulus, attractants.

Выращивание лососевых рыб считается одним из наиболее перспективных направлений аквакультуры. Однако существует проблема создания привлекательных кормовых смесей, которые не только удовлетворяли бы биологическим потребностям рыб, но и являлись вкусовыми стимулами, способными увеличивать поедаемость корма.

Анализ литературы показывает, что многие используемые в настоящее время технологии кормовых добавок используют различные модификации химически синтезированных веществ не только для усиления привлекательности сухих гранулированных кормов, но и для рыболовных приманок. Однако дозировка химической приманки не всегда может привлечь рыбу и создать у нее «аппетитный образ» или заставить съесть гранулированный корм, иногда эффект может быть обратным. С другой стороны, наличие в составе привлекающих приманок отходов переработки объектов морского промысла, биологически активных веществ в их составе показывает их функциональное действие, привлекательность для рыбы и обуславливает необходимость рационального использования морского сырья. Биологически активные вещества, содержащиеся

в тканях отходов крабовой и рыбной обработки, способны повышать пищевую ценность уже существующих гранулированных кормов. Таким образом, разработка технологии использования отходов, получаемых при разделке морских гидробионтов, для производства кормовых добавок, основанная на исследовании вкусовых предпочтений рыб, является крайне актуальной для современной аквакультуры.

Хеморецепция – это способность организмов воспринимать химические стимулы в окружающей среде и реагировать на них с помощью специфических структур – (хеморецепторов). Исследуя вкусовые предпочтения молоди кижуча с помощью методики поведенческих тест-реакций на различные натуральные вкусовые стимулы, можно предположить наличие среди них высокопривлекательных аттрактантов, действие которых будет влиять на пищевую активность рыб. В нашем регионе это особенно актуально, так как есть сырье, которое можно использовать в качестве аттрактантов и таким образом повысить качество кормов и сделать безотходным их производство.

Цель работы – исследовать вкусовую привлекательность натуральных пищевых аттрактантов (животного и растительного происхождения) в рационе кижуча. Это позволит найти эффективные привлекательные вкусовые стимулы среди морских гидробионтов и водорослей, а также проверить возможность использования натуральных аттрактантов в рационе молоди кижуча.

Для приготовления экстракта трех концентраций (300; 500; 1000 г/л), в которых в дальнейшем отмачивали сухой гранулированный корм, использовались чашка Петри, весы, мерная пипетка, отстоянная пресная вода, мерные контейнеры. В течение эксперимента взвешивали гидробионты, затем разминали их в ступке и постепенно смешивали с отстоянной пресной водой до гомогенного состояния. Полученный экстракт хранили в холодильнике не более 1 суток.

В данных экспериментах решено было отойти от классической методики, т. к. в качестве носителя вкусовых веществ использовались не агар-агаровые гранулы [1, 2], а гранулы комбикорма для рыб лососевых видов. Гранулированный корм весьма гигроскопичен, поэтому, чтобы приготовить экспериментальные гранулы, сухой гранулированный корм замачивали в водном экстракте аттрактанта на час перед кормлением рыбы. В экспериментах использовали сухой корм компании «Агро Сервер» стартовый ООО НПК «Далькорм».

Объектами исследования являлись молодь кижуча, в эксперименте участвовало 40 особей длиной от 5 до 10 см, весом от 4,8 до 11 г. Эксперименты проводились в лаборатории КамчатГТУ на кафедре «Водные биоресурсы, рыболовство и аквакультура». Нами была подготовлена система аквариумов из 18 индивидуальных пластиковых аквариумов объемом 6 л и одного общего аквариума объемом 133 л. Эксперименты по изучению вкусовой привлекательности выполнены на 18 особях, которые были посажены в индивидуальные пластиковые аквариумы – отсадники. Сверху аквариумы накрывали крышками с отверстием в центре, через которое рыбам подавали гранулированный корм с экстрактом. Остальные 22 особи были посажены в общий аквариум. Для аэрации воды в аквариумах использовался компрессор. Средняя температура воды за время проведения эксперимента была 8–10°C. Для охлаждения системы аквариумов было применено оборудование в составе трех контуров с проточной водой, изготовленных из гофрированной нержавеющей стали диаметром 15 мм. Для уменьшения теплопотери воды аквариум был изолирован пенофолом. Частичную замену воды в аквариумах производили два раза в неделю. В период проведения экспериментов рыб кормили до насыщения мотылем один раз в день после окончания экспериментов. Один день в неделю рыбы голодали. Перед началом эксперимента по выяснению вкусовых предпочтений молоди кижуча было проведено обучение рыб. Их приучали схватывать вносимый корм. Сначала использовали отдельных личинок хирономид, затем гранулы с экстрактом гидробионтов. Гранулы подавали поштучно с интервалом 10–15 мин. Обучение проходило три дня.

Затем приступали к опытам, в которых регистрировали поведенческую реакцию рыб на вносимую в аквариум гранулу, содержащую экстракт одного из испытываемых компонентов. В качестве контроля использовали сухой гранулированный корм без добавок. В каждом опыте, который начинался с внесения в аквариум гранулы, регистрировали следующие показатели: 1) число актов схватывания внесенной гранулы до момента заглатывания или окончательного отвергания; 2) продолжительность удержания (в секундах) рыбой гранулы во рту при первом схватывании и в течение всего опыта; 3) поедаемость корма, т. е. была съедена или отвергнута схваченная гранула. Момент заглатывания гранулы определяли по завершению характерных

жевательных движений жаберными крышками. Продолжительность удержания рыбой гранулы регистрировали с помощью секундомера [1].

Для изучения вкусовых предпочтений использовались водные экстракты гидробионтов и бурой водоросли *Saccharina bongardiana* (слоевище и стволик), креветка северный чилим (*Pandalus borealis*), личинки мотыля (сем. Chironomidae), краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*).

Для количественной оценки вкусового предпочтения веществ, содержащихся в грануле, рассчитывали индекс вкусовой привлекательности по формуле [1, 2]:

$$ind_{pal} = \frac{R - C}{R + C} \cdot 100,$$

где  $R$  – число заглоченных гранул с веществом, %;  $C$  – число заглоченных контрольных гранул, % [1]. Статистический анализ результатов осуществлен с использованием  $t$ -критерия Стьюдента.

Всего проведено 1 669 опытов по поиску эффективных привлекательных вкусовых стимулов среди морских гидробионтов и водорослей в рационе молоди кижуча (табл.).

Таблица

**Вкусовые предпочтения и динамика вкусовой привлекательности кижуча на водные экстракты морских гидробионтов**

Раздражитель	Концентрация, г/л	Потребление гранул, %	Индекс вкусовой привлекательности (ИВП), %	Число актов схватывания	Продолжительность удержания гранулы, с		Число опытов
					После 1-го схватывания, с	Длительность опыта, с	
Креветка северный чилим <i>Pandalus borealis</i>	300	98,0 ± 0,0 ***	13,4	1,0 ± 0,0***	7,9 ± 0,6	8,4 ± 0,8*	106
	500	97,1 ± 0,0***	12,9	1,1 ± 0,1**	7,7 ± 0,5	9,0 ± 0,8	105
	1000	97,2 ± 0,0***	13,0	1,1 ± 0,1**	7,07 ± 0,5	7,7 ± 0,7**	106
Краб-стригун опилио <i>Chionoecetes opilio</i>	300	94,4 ± 0,0***	11,5	1,1 ± 0,1**	5,3 ± 0,5***	6,5 ± 0,9***	89
	500	93,3 ± 0,0***	10,9	1,1 ± 0,0***	5,1 ± 0,4***	6,3 ± 0,7***	89
	1000	91,0 ± 0,0**	9,7	1,1 ± 0,0***	5,1 ± 0,4***	5,5 ± 0,4***	89
Слоевище водоросли <i>Saccharina bongardiana</i>	300	92,0 ± 0,0***	10,2	1,0 ± 0,1***	9,5 ± 0,9	11,8 ± 1,5	88
	500	92,1 ± 0,0***	12,0	1,1 ± 0,1**	8,4 ± 0,7	10,4 ± 1,1	89
	1000	90,8 ± 0,0**	9,6	1,0 ± 0,0***	9,4 ± 1,1	9,9 ± 1,1	87
Стволик водоросли <i>Saccharina bongardiana</i>	300	93,5 ± 0,0***	11,0	1,0 ± 0,0***	9,0 ± 1,1	9,1 ± 1,1	89
	500	93,2 ± 0,0***	10,9	1,0 ± 0,0***	7,4 ± 0,1	8,1 ± 0,6**	88
	1000	91,8 ± 0,0***	10,1	1,0 ± 0,0***	7,9 ± 0,5	8,4 ± 0,6*	85
Мотыль сем. Chironomidae	300	74,8 ± 0,0	- 0,07	1,1 ± 0,1	8,9 ± 0,7	10,4 ± 1,0	115
	500	81,0 ± 0,0	3,9	1,1 ± 0,0**	9,1 ± 0,7	10,1 ± 0,8	116
	1000	82,6 ± 0,0	4,8	1,0 ± 0,0***	7,2 ± 0,4	7,4 ± 0,4***	121
Контроль	–	74,9 ± 0,0	–	1,4 ± 0,1	7,9 ± 0,4	10,8 ± 0,8	207

Примечание. Концентрация экстракта выражена в г/л.

\*, \*\*, \*\*\* – достоверность отличия от контроля соответственно  $p < 0,05$ ; 0,01; 0,001.

Эксперименты показали, что наиболее привлекательными были гранулы, содержащие экстракт креветки в концентрации 300 г/л. Их потребление составило 98%, индекс вкусовой привлекательности (ИВП) – 13,4%, число схватываний было в среднем одно, и общая продолжительность удержания гранулы составила 8,4 с. При тестировании гранул с экстрактом креветки (500 г/л) выяснилось, что поедаемость составляет 97,1%, ИВП – 12,9%, при этом количество схватываний не изменилось, а общее время удержания гранулы составило 9 секунд. В серии опытов с гранулами с экстрактом креветки (в концентрации 1 000 г/л) выяснилось, что поедаемость составляет 97,2%, ИВП – 13%, число схватываний в среднем – 1,1, общая продолжительность удержания гранулы – 7,7 с (см. табл.).

При тестировании гранул с добавлением водного экстракта краба опилио было показано, что при концентрации экстракта краба 300 г/л поедаемость гранул составила 94,4%, ИВП – 11,5%, число схватываний в среднем было 1,1, продолжительность удержания гранулы 6,5 с. При повышении концентрации экстракта краба (500 г/л) поедаемость гранул снизилась до 93,3%, ИВП – 10,9%, число схватываний осталось без изменений, общая продолжительность удержания гранулы составила 6,3 с. В следующей серии опытов (концентрация 1 000 г/л) поедаемость гранул еще

снизилась до 91%, ИВП – 9,7%, число схватываний осталось неизменным, как и в предыдущих опытных сериях, общая продолжительность удержания гранулы составила 5,5 с (см. табл.).

Анализ литературы показал, что химический состав ламинариевых водорослей неоднороден, поскольку они способны накапливать химические вещества в разных частях таллома и в различных концентрациях [3]. Исследование гранул, вымоченных в экстракте *Saccharina bongardiana*, показало вкусовую неоднородность восприятия рыбами разных частей водоросли. При концентрации экстракта слоевища водоросли (300 г/л) поедаемость гранул составила 92%, ИВП – 10,2%, число схватываний в среднем – 1, общая продолжительность удержания гранулы в среднем составила 10,4 с; при повышении концентрации экстракта (500 г/л) поедаемость гранул не изменилась (92,1%), ИВП повысилось до 12%, число схватываний было в среднем 1,1, общая продолжительность удержания гранулы составила 10,4 с при концентрации 1 000 г/л поедаемость гранул упала до 90,8%, ИВП также снизился до 9,6%, число схватываний в среднем – 1,0, продолжительность удержания гранулы – 9,9 с (см. табл.).

Эксперименты по исследованию вкусовой привлекательности стволика *Saccharina bongardiana* показали, что наиболее эффективной была самая низкая концентрация экстракта (300 г/л) – поедаемость гранул составила 93,5%, ИВП – 11%, число схватываний – 1, время тестирования гранулы в ротовой полости – 9,1 с; при повышении концентрации (500 г/л) поедаемость гранул снизилась до 93,2%, ИВП – 10,9%, общая продолжительность удержания гранулы – 8,1 с (см. табл.).

Дальнейшее повышение концентрации (1 000 г/л) экстракта привело к резкому достоверному падению потребления кормовых гранул до 91,8%, индекс вкусовой привлекательности (ИВП) также упал до 10,1%, время общего удержания гранулы в ротовой полости сократилось до 8,4 с (см. табл.).

Исследование вкусовой привлекательности гранул с экстрактом личинок мотыля показало индифферентное отношение кижуча к данному виду аттрактантов, при концентрации мотыля 300 г/л его поедаемость составила около 74,8% и достоверно не отличалась от потребления контрольных гранул. Индекс вкусовой привлекательности (ИВП) был отрицательным (–0,07%), число схватываний в среднем составляло 1, общая продолжительность удержания гранулы – 10,4 с. При повышении концентрации мотыля до 500 г/л потребление гранул также повысилось до 81%, ИВП составил 3,9%, число схватываний осталось прежним – 1,1, общая продолжительность тестирования гранулы в ротовой полости составила 10,1 с. Максимальная концентрации (1 000 г/л) повысила поедаемость гранул кижучем до 82,6%, ИВП был максимальным в этой серии опытов (4,8%), число схватываний не изменилось, время общего тестирования гранулы уменьшилось до 7,4 с (см. табл.).

Таким образом, экстракты морских гидробионтов и ламинарии при добавлении в сухой корм способны повышать его поедаемость, и этот эффект достоверно выше, чем у контрольных гранул. Тем самым решается проблема эффективности практического использования комбикормов, так как при повышении вкусовой привлекательности корма увеличивается его потребляемость и сводятся к минимуму непроизводительные потери [2].

В результате проведения экспериментов был получен материал, анализ которого позволил заключить, что наиболее эффективными как пищевой аттрактант были экстракты из креветки с концентрацией 300 и 1 000 г/л, поедаемость гранул с которыми достоверно повышалась до 98 и 97,2% соответственно. Также экстракт из краба с концентрацией 300 г/л, достоверно повышал поедаемость до 94,4% (см. табл.).

При анализе полученных в ходе экспериментов данных (см. табл.) видно, что в среднем происходит одно схватывание гранул с экстрактами, это показывает, что молодь кижуча сразу, после однократного тестирования, принимает решение о привлекательности гранулы. В литературе описаны различные сценарии кормления и показано, что рыбы-реофилы не склонны к многократным схватываниям добычи, они не совершают повторных схватываний, потому что отказ от уже схваченного объекта может закончиться его полной потерей из-за сноса потоком воды [4].

Анализируя еще один фактор поведенческого ответа, а именно продолжительность удержания гранулы во рту, можно отметить, что кратчайшее время тестирования имеют гранулы с экстрактом краба, то есть молодь кижуча способна очень быстро принять окончательное решение о потреблении или отвергании пищевого объекта.

В исследованиях других авторов [1–2, 4] подтверждается, что продолжительность первого и суммарного удержания объектов с максимальным уровнем вкусовой привлекательности на-

много короче, чем время удержания объектов с невысокими вкусовыми свойствами. На распознавание вкусовых качеств привлекательного объекта и принятие адекватного решения рыбам требуется меньше времени, чем на индифферентные стимулы с неотчетливым вкусом [1–2, 4]. Из литературных источников известно, что в мясе краба содержится более 82,5% влаги, 0,2–1,4% липидов, 11,6–19,2% белка, 1,2–2,2% золы. Мясо краба также содержит больше незаменимых аминокислот, чем мясо рыб, в нем присутствует большое количество гликогена (в камчатском крабе – до 2,4%), что придает ему приятный сладковатый вкус [5]. По сравнению с другими продуктами питания растительного и животного происхождения оно выгодно отличается высоким уровнем витаминов группы В, биологически активного магния, фосфора, серы, высоким содержанием меди [5]. В наших экспериментах прослеживается тенденция, когда при потреблении рыбами корма с экстрактом краба опилио время внутриротового тестирования гранул было ниже, чем при поедании корма с более привлекательным экстрактом креветок. В этом случае можно предположить, что в случае с крабом оценивает не вкусовые вещества корма, а биологически активные вещества, содержащиеся в сырье (хитозан, аминокислоты, гликоген и т. д.). Именно эти вещества могут достоверно снижать время тестирования гранул, однако это утверждение требует дальнейшего изучения.

Таким образом, наши исследования показали, что использованные экстракты гидробионтов обладают высоко привлекательным вкусом для кижуча, кроме гранул с экстрактом мотыля (индифферентный стимул). Наиболее эффективные привлекательные вкусовые стимулы имели гранулы с экстрактом креветки во всех использованных концентрациях, они достоверно повышали уровень потребления гранул до 98%. Гранулы корма, выдержанные в водном экстракте мотыля, имели индифферентный вкус, т. е. их потребление достоверно не отличалось от потребления сухих гранул корма.

Полученные результаты показали, что натуральные кормовые объекты (морские гидробионты) можно использовать в качестве аттрактантов, усиливающих потребление и оросенсорную привлекательность искусственных гранулированных кормов.

Авторы выражают благодарность Пушкареву Андрею Ивановичу, студенту 3 курса технологического факультета Камчатского государственного технического университета, за помощь в организации технической части экспериментов.

### Литература

1. Касумян А.О., Прокопова О.М. Вкусовые предпочтения и динамика вкусового поведенческого ответа у линя *Tincatinca* (Cyprinidae) // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т. 41, № 5. – С. 670–685.
2. Исследование запаховых и вкусовых свойств компонентов комбикормов для молоди севрюги / А.О. Касумян, А.А. Кажлаев, С.С. Сидоров, Н.И. Пащенко // Рыбное хозяйство: Сб. – М.: ВНИЭРХ, 1992. – С. 21–34.
3. Химический состав *Laminaria bongardiana* из Авачинского залива / Е.И. Кальченко, Н.М. Амина, О.Н. Гурулева, Т.И. Вишневская, М.И. Юрьева // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 347–354.
4. Касумян А.О. Оценка рыбами объектов питания с помощью внутриротовой рецепции: поведенческие и физиологические аспекты // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Программа фундаментальных исследований на 2009–2011 гг.: «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» / Петрозаводск: Отделение биологических наук РАН, Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН. – 2010. – Т. I. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. – С. 74–79.
5. Краб, полезные свойства [Электронный ресурс]. – URL: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Ffedaplus.info%2Fproduce%2Fcrab.html> (дата обращения: 20.02.2020).