

**ФАНО России - РАН
ФГБНУ ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА**

**ФГБОУ ВО
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ (УНИВЕРСИТЕТ) МИД РОССИИ»
Кафедра международных комплексных проблем природопользования
и экологии**

Информационный Центр ФАО (при МГИМО МИД России)

**ФГБОУ ВО
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЦИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФГБОУ ВО
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте Целей Устойчивого Развития ООН

**Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием**

Москва 2018

УДК 504.062
ББК 28.088я43
P27

P27 Рациональная эксплуатация биоресурсов: проблемы и возможности в контексте Целей Устойчивого Развития ООН: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ФГБОУ ВО РГСУ, 19 марта 2018 г.)– М. Издательство Перо, 2018. – 617 с. 1 CD-ROM

Оргкомитет конференции:

Наталья Борисовна Починок - ректор ФГБОУ ВО РГСУ, д.э.н., профессор
Малолетко Александр Николаевич - проректор по научной работе ФГБОУ ВО РГСУ, д.э.н., профессор

Неваленный Александр Николаевич - ректор ФГБОУ ВО АГТУ, д.б.н., профессор

Шитьков Сергей Владимирович - проректор по правовым и административным вопросам ФГАОУ ВО МГИМО МИД России, к.ю.н.

Шишанова Елена Ивановна – врио директора ФГБНУ ВНИИР, к.б.н.

Щербак Игорь Николаевич - Чрезвычайный и Полномочный Посол РФ, заслуженный дипломатический работник МИД РФ, к.и.н.

Лебедева Марина Валентиновна - декан факультета экологии и техносферной безопасности ФГБОУ ВО РГСУ, к.ф.-м. н., доцент

Загребельная Наталья Станиславовна - декан факультета прикладной экономики и коммерции ФГАОУ ВО МГИМО МИД России, к.э.н., доцент

Рязанова Наталья Евгеньевна – зав. лабораторией геоэкологии и устойчивого природопользования кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии ФГАОУ ВО МГИМО МИД России, к.г.н., доцент, Член Экспертного совета Комитета по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Совета Федерации РФ

Никифоров Андрей Игоревич - доцент кафедры международных комплексных проблем природопользования и экологии ФГАОУ ВО МГИМО МИД России, к.с.-х.н., доцент, действительный член Межрегиональной ассоциации образования и просвещения по экологии и устойчивому развитию.

Ответственный секретарь конференции

Мамонова Анастасия Сергеевна - ученый секретарь ФГБНУ ВНИИР

Все статьи представлены в авторской редакции

ISBN 978-5-00122-201-9



© Авторы статей, 2018 г.
© ФГБНУ ВНИИР, 2018 г.

**КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ КАК ВКУСОВЫЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ
НИЛЬСКОЙ ТИЛЯПИИ *OREOCHROMIS NILOTICUS***

Терентьева Д.А., Михайлова Е.С., Касумян А.О.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
elena_mikhailova@mail.ru*

**CARBOXYLIC ACIDS AS TASTE SUBSTANCES FOR NILE TILAPIA
*OREOCHROMIS NILOTICUS***

Terenteva D.A., Mikhailova E.S., Kasumyan A.O.

Резюме: *Определена вкусовая привлекательность 18 карбоновых кислот (0.1 М) для нильской тилляпии Oreochromis niloticus. Выяснено, что большинство кислот являются высокопривлекательными стимулами для рыб и только капроновая кислота обладает детеррентными свойствами. Наиболее сильным действием обладали 5 веществ (аскорбиновая, гликолевая, малоновая, янтарная и молочная кислоты), они приводили к 100% потреблению агар-агаровых гранул. Обнаружена достоверная положительная связь между вкусовой привлекательностью карбоновых кислот и их молекулярной массой. Связь между потреблением и уровнем pH водных растворов кислот не выявлена.*

Ключевые слова: *нильская тилляпия Oreochromis niloticus, хеморецепция, вкус, вкусовые предпочтения, пищевое поведение, карбоновые кислоты, рыбы*

Summary: *Taste attractiveness of 18 carboxylic acids (0.1 M) for Nile tilapia Oreochromis niloticus was determined. It was found that most of acids are highly palatable for fish and caproic acid has deterrent properties. The most powerful action had five substances (ascorbic, glycolic, malonic, succinic and lactic acids), they led to 100% consumption of agar-agar pellets. A significant positive relationship between palatability of carboxylic acids and their molecular weight was found. The relationship between pellets consumption and pH level of water solution of carboxylic acids tested has not been found.*

Keywords: *Nile tilapia Oreochromis niloticus, chemoreception, taste, taste preferences, feeding behavior, carboxylic acids, fish*

Изучение пищевого поведения рыб является интересной и важной задачей современных направлений в ихтиологии. Получаемые данные имеют как научное значение – формируют представление о поведении и физиологических процессах, сопровождающих потребление пищи, так и практическое. Результаты исследований активно используются в аквакультуре и аквариумистике. Чаще всего в качестве стимульных веществ используются аминокислоты, как наиболее адекватные вкусовые вещества, и классические вкусовые вещества, вызывающие

у человека ощущения кислого, горького, сладкого и соленого. Многочисленные опыты показали, что лимонная кислота, используемая в качестве кислого агента, является для многих видов рыб высокоэффективным веществом, часто вызывая сильный аттрактивный или напротив аверсивный ответ [Kasumyan, Døving, 2003]. Судить о вкусовой привлекательности других карбоновых кислот очень тяжело, так как к настоящему времени оценены вкусовые качества этой группы веществ лишь на двух видах рыб – лине *Tinca tinca* [Касумян, Прокопова, 2001] и трехиглой колюшке [Михайлова, Касумян, 2018]. Для лине 17 из 19 использованных веществ были высокопривлекательными, тогда как колюшка проявляла достоверный негативный ответ на присутствие в грануле любого из 19 веществ. Однако, оба исследованных вида являются типично животноводными с очень незначительной компонентой растительного корма в рационе [Hynes, 1950; Wootton, 1976; Giles et al., 1990; Sukop, Adamek, 1995]. Отношение растительноядных видов к карбоновым кислотам, которые в большей степени содержатся в растениях [Brown, Miller, 1992], не известно. Таким образом, целью работы являлось выяснение вкусовых свойств карбоновых кислот для нильской тилапии *Oreochromis niloticus*, всеядного вида, спектр питания которого включает преимущественно растительность [Khallaf, Alne-na-ei, 1987].

Опыты проведены на 15 половозрелых особях нильской тилапии (TL=12.3 – 17.5 см), предоставленных компанией «Крафтфиш». Во время экспериментов рыб содержали по одиночке в аквариумах объемом 10 л. Задняя и боковые стенки аквариума были непрозрачными для зрительной изоляции соседних особей. Температурный режим поддерживался на уровне 24°C. Каждый аквариум был снабжен системой аэрации. Грунт отсутствовал, освещение – естественное.

Во время проведения опытов рыбам поштучно предлагали агар-агаровые гранулы (2%, Reanal), содержащие краситель Ronseal 4R (5 мкМ), водный экстракт личинок Chironomidae (175 г/л) или одну из 18 карбоновых кислот (0.1 М). Контрольные гранулы содержали только краситель. В каждом опыте с помощью ручного электронного секундомера регистрировали продолжительность латентного периода, удержания гранулы в ротовой полости при первой апробации и в течении всего опыта, визуально подсчитывали число схватываний и отмечали потребление или отвергание гранулы. Подробное описание приготовления агар-агарового геля и условия его хранения приводились ранее [Касумян, Морси, 1996].

Проведенные опыты показали, что карбоновые кислоты имеют разную вкусовую привлекательность для нильской тилапии. Привлекательными вкусовыми свойствами, значимо повышающими потребление гранул, обладают аскорбиновая, гликолиевая, малоновая, янтарная, малеиновая, α-кетоглутаровая, винная, лимонная, яблочная, щавелевая, молочная, муравьиная, пропионовая кислоты (72% от всех использованных в работе карбоновых кислот). Одно

вещество (капроновая кислота) обладало детергентными свойствами, достоверно снижая уровень потребления гранул. Четыре кислоты (кртоновая, уксусная, масляная, борная) были индифферентными стимулами, то есть не оказывали значимого влияния на потребление. Большинство веществ, усиливающих потребление гранул относятся к ди- и трикарбонным органическим кислотам, единственная кислота, вызывающая аверсивную реакцию, является монокарбонной. Если рассматривать привлекательность моно-, ди- и трикарбонной кислот с одинаковой длиной углеродной цепи, то ди- (янтарная, 100%) и трикарбонная (яблочная, 97.14%) кислоты оказываются более привлекательными вкусовыми стимулами, чем монокарбонная (масляная, 83.33%). Насыщенная (янтарная, 100%) и соответствующая ей ненасыщенная (малеиновая, 98.57%) кислоты имели сходную вкусовую привлекательность для рыб. Рассматривая привлекательность монокарбонных кислот с разной длиной углеродной цепи, можно отметить следующую закономерность, чем больше длина углеродной цепи, тем ниже привлекательность карбонной кислоты.

Сравнение уровня рН, некоторых из использованных в работе кислот с уровнем потребления гранул, содержащих эти вещества, не выявило значимых закономерностей, тогда как сравнение молекулярной массы этих же кислот с уровнем их эффективности показало, что чем больше молекулярная масса вещества, тем лучше поедаются гранулы, его содержащие ($r_s = 0.59$; $p < 0.05$).

Поведение, проявляемое рыбами при тестировании гранул с разными вкусовыми стимулами, было сходное. Средняя продолжительность латентного периода колебалась от 1.7 до 4.7 с и не зависела от привлекательности предлагаемых гранул. Повторные апробации пищевого объекта наблюдались редко (0.73%), что характерно для данного вида рыб. Решение о вкусовой привлекательности большинства гранул нильская тилapia принимает сразу после первого схватывания, поэтому достоверных отличий по данному параметру вкусового ответа не выявлено. Продолжительность удержания гранулы в ротовой полости после первого схватывания и в течении всего опыта практически совпадала. Данные параметры варьировали от 1.49 с до 7.12 с и от 1.49 с до 7.2 с при первом тестировании и суммарно за все время опыта соответственно и зависели от вкусовой привлекательности содержащегося в них вещества. Было показано, что гранулы с капроновой кислотой удерживались рыбами в ротовой полости дольше, чем остальные гранулы (7.13 с). Наиболее быстро рыбы оценивали вкусовую привлекательность при схватывании гранул с янтарной кислотой (1.49 с).

Сравнение поведенческих реакций рыб на гранулы с карбонными кислотами показало, что по отношению к контролю три типа гранул, содержащие капроновую, кртоновую и масляную кислоты, подвергались рыбами достоверно более продолжительному анализу, тогда как решение о

вкусовой привлекательности 12 карбоновых кислот, принималось значимо быстрее. Только три вещества (муравьиная, пропионовая и уксусная кислоты) не отличались по этому параметру от контроля.

Корреляционный анализ выявил наличие достоверной отрицательной связи между потреблением гранул и продолжительностью их удержания в ротовой полости как при первой апробации ($r_s = -0.76, p < 0.001$), так и в течении всего опыта ($r_s = -0.8, p < 0.001$). Достоверная положительная связь установлена между продолжительностью удержания гранулы в ротовой полости при первой апробации и продолжительностью её удержания в течении всего опыта ($r_s = 0.99, p < 0.001$).

Тилипия, является одним из основных объектов современного культивирования. Полученные нами данные могут представлять интерес для повышения продуктивности пищевых производств.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-04-00322).

Список литературы

1. Касумян А.О., Морси А.М.Х. 1996. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам // Вопр. ихтиологии. Т. 36. № 3. С. 386–399.
2. Касумян А.О., Проколова О.М. 2001. Вкусовые предпочтения и динамика вкусового поведенческого ответа у линя *Tinca tinca* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. Т. 41. № 5. С. 670–685.
3. Михайлова Е.С., Касумян А.О. 2018. Вкусовые свойства карбоновых кислот для девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* // Вопр. ихтиологии. Т. 58. в печати.
4. Brown M.R., Miller K.A. 1992. The ascorbic acid content of eleven species of microalgae used in mariculture // J. Appl. Phycol. V. 4. P. 205–215.
5. Giles N., Street M., Wright R.M. 1990. Diet composition and prey preference of tench, *Tinca tinca* (L.), common bream, *Abramis brama* (L.), perch, *Perca fluviatilis* (L.) and roach, *Rutilus rutilus* (L.), in two contrasting gravel pit lakes: potential trophic overlap with wildfowl // J. Fish Biol. V37. P.945–957.
6. Hynes H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes // J. Anim.Ecol. V.19. P.36–58.
7. Khallaf E.A., Alne-na-ei A.A. 1987. Feeding ecology of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) & *Tilapia zillii* (Gervais) in a Nile Canal // Hydrobiologia. V. 146. № 1. P. 57–62.
8. Sukop I., Adamek Z. 1995. Food biology of one-, two- and three-year-old tench in polycultures with carp and herbivorous fish // Pol. Arch. Hydrobiol. V. 42. № 1–2. P. 9–18.
9. Wootton R.J. 1976. The biology of the sticklebacks // London: Academic press. 387 p.