

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ЗУБАРИКА *DIPLODUS PUNTAZZO* (СЕТТИ, 1784): ОБЗОР *

Поспелова Н. В.¹, Маркова В. С.², Чекмарева Т. М.¹, Белогурова Р. Е.^{1,2}

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Российская Федерация,

²Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Российская Федерация,

e-mail: nv.pospelova@ibss-ras.ru

Аннотация: На сегодняшний день морское рыбоводство в черноморских водах России практически отсутствует. Рынок России открыт для новых рыбных продуктов, поэтому внедрение объектов марикультуры на базе местных видов или видов-вселенцев весьма актуально. Одним из таких видов может быть зубарик обыкновенный *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784), который с успехом выращивают более 30 лет в черноморском регионе Турции и странах Средиземноморья. Целью настоящей работы было проанализировать особенности спектра питания зубарика *D. puntazzo* на разных стадиях жизненного цикла в природных условиях и в условиях аквакультуры. Представлены особенности внешнего и внутреннего строения зубарика в связи с всеядностью. В спектр питания *D. puntazzo* входят как растительные (макрофиты), так и животные объекты (преимущественно беспозвоночные), что свидетельствует о хороших кормовых адаптационных способностях вида и избирательности питания. Эти качества благоприятно влияют на процесс выращивания зубарика в аквакультуре. В условиях разведения при кормлении зубарика используют коловраток, науплии артемии, комбикорма. Поскольку при коммерческом культивировании значительная доля затрат приходится на корм, большое число исследований по варьированию состава кормов для зубарика в лабораторных условиях указывает на возможность выбора экономически эффективного способа выращивания в условиях Северного Причерноморья.

Ключевые слова: аквакультура, зубарик, кормовая база, Чёрное море, планктон, бентос

Введение

По оценкам ООН, население мира к 2050 году увеличится до 9,6 и к 2100 году – до 10,2 миллиардов человек [World Population ...]. С ростом населения Земли вырастет и спрос на продовольствие. Для развития здорового поколения требуется больше источников белка, и наиболее ценным является белок морского происхождения. Морепродукция характеризуется высоким содержанием незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот. Аквакультура может внести значительный вклад в обеспечение такими продуктами, учитывая, что объём мирового производства аквакультуры в настоящее время превышает объёмы продукции рыболовства [The State of World Fisheries ... , 2022]. Эта отрасль активно развивается, в том числе за счёт диверсификации культивируемых видов.

В России, несмотря на то что её берега омывают 13 морей, вклад аквакультуры в общее производство отечественной рыбопродукции не превышает 7–8 % [Макоедов и др., 2023]. Российский сектор Азово-Черноморского бассейна, с учётом того что Азовское море с 2022 г. приобрело статус внутреннего моря России, имеет значительный производственный потенциал для развития

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания НИЦ пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиала ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН» «Оценка и развитие рыбохозяйственного потенциала перспективных районов Северного Причерноморья» и в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Биоразнообразие как основа устойчивого функционирования морских экосистем, критерии и научные принципы его сохранения» (№ гос. регистрации 124022400148-4).

марикультуры. На сегодняшний день морское рыбоводство в черноморских водах России практически отсутствует [Скляр и др., 2013; Вялова, 2019], тогда как на Черноморском побережье Турции выращивают европейского сибаса (*Dicentrarchus labrax*), радужную форель (*Oncorhynchus mykiss*), дораду (*Sparus aurata*) [Massa et al., 2021]. Поэтому рынок России открыт для новых рыбных продуктов, а внедрение новых объектов марикультуры на базе местных видов или видов-вселенцев очень актуально.

Одним из таких видов может быть зубарик обыкновенный *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784), который с успехом выращивают более 30 лет в черноморском регионе Турции [Aydın, Özdemir, 2021] и странах Средиземноморья [Papandroulakis, 2004]. Он характеризуется большой привлекательностью для потребителей, высокой рыночной ценой, лёгкой адаптацией к содержанию в неволе, удовлетворительными показателями роста в условиях аквакультуры, аналогичными характеристикам дорады [Coutinho et al., 2012].

Поскольку затраты на кормление составляют до 50 % от общей суммы расходов на предприятиях интенсивной аквакультуры [Piedecausa et al., 2007], для выращивания новых видов необходимым условием является изучение кормовой базы перспективного для культивирования объекта. Относительно *D. puntazzo* существуют некоторые вопросы питания, связанные с недостатком знаний о пищевых потребностях и последовательности кормления [Boglione et al., 2003].

Цель работы: на основе имеющихся литературных данных проанализировать пищевой спектр и пищевое поведение зубарика *Diplodus puntazzo* на разных стадиях жизненного цикла в природных условиях и в условиях аквакультуры.

Особенности биологии зубарика в связи с потребляемой пищей

В работе [Болтачев, Карпова, 2012] вид отнесён к морским оседлым придонным пелагофилам (рис. 1).



Рис. 1. *D. puntazzo* в лабораторном аквариуме ФИЦ ИнБЮМ, длина — 124 мм, возраст — 1 год

Согласно подводным наблюдениям, зубарик выбирает одиночный образ жизни и искусно скрывается среди камней, расселин скал, в подводных пещерах. Взрослые особи предпочитают обитать на глубине до 60 метров, молодь — до 20 метров. Его можно встретить в устьях рек, лиманах и лагунах. *Diplodus puntazzo* — эвритермный вид, широко распространённый в восточной части Атлантического океана (от Бискайского залива до Сьерра-Леоне, Канарских островов и Кабо-Верде), а также в Средиземноморском бассейне (Адриатическое, Эгейское, Мраморное моря) и Чёрном море [García et al., 2011; Aydın, Özdemir, 2021].

Считается, что численность *D. puntazzo* в Чёрном море невысока, он редко встречается в местах, подходящих для промышленного вылова. У черноморских берегов Турции (в частности, возле Трабзона) зубарик активно выращивают в морских садках [Болтачев, Карпова, 2017]. В морях Средиземноморского бассейна это также один из наиболее важных объектов марикультуры.

Зубарик является всеядной рыбой. Строение его ротового аппарата позволяет ему использовать разные виды пищи: на обеих челюстях спереди — по 8 направленных вперёд, узких, длинных зубов, крайние из них более короткие, со скошенным назад режущим краем, сбоку, с каждой стороны, ещё около 18 мелких, заострённых зубов [Бердиева, Кузьминова, 2013]. Острые зубы помогают ему сгрызать водоросли с камней, а также прокусывать защитные покровы беспозвоночных, коренные зубы служат для измельчения ракообразных, моллюсков. Кишечник зубарика длиннее, чем у других видов *Diplodus*, что является приспособлением к питанию «малоперевариваемыми» организмами, такими как водоросли и губки [Болтачев, Карпова, 2017; Sala, Ballesteros, 1997]. Это помогает ему выживать среди скал, где меньше простора для охоты, но больше видовое разнообразие гидробионтов на небольших участках. При исследовании влияния морфологии молодёжи разных видов рыб рода *Diplodus* на пищевые предпочтения показано, что большая ширина рта у *D. puntazzo* подразумевает большой диапазон размеров добычи. Это указывает на способность к избирательности в питании и более высокую эффективность хищника в ловле и поедании пищи [Ventura et al., 2017]. Молодь *D. puntazzo* имеет дисковидную форму тела и округлую голову со смещённым кончиком рта, что позволяет мальку лучше маневрировать на мелководье каменистых субстратов для охоты на мелкую бентосную добычу [Webb, 1984; Ventura et al., 2017].

Личинки *D. puntazzo* при переходе на экзогенное питание уже имеют полный набор необходимых пищеварительных ферментов для переваривания и усвоения питательных веществ, содержащихся в живой пище [Savona, Tramati, Mazzola, 2011]. У личинок зубарика пищеварительный тракт через 4 дня после вылупления (к первому экзогенному кормлению) уже разделён на 5 сегментов (ротовая полость, пищевод, первичный желудок, средняя кишка и задняя кишка), а также функционируют поджелудочная железа, печень и желчный пузырь. К 30-му дню личинки достигают зрелости своих пищеварительных функций для перехода к всеядности [Micale et al., 2010].

Пищевой спектр зубарика на разных стадиях онтогенеза в естественной среде обитания

Согласно классификации рыб по функциональным группам на основе их трофности [Stergiou, Karpouzi, 2002], взрослые особи *Diplodus puntazzo* — это всеядный вид с предпочтением растительной пищи (трофический уровень (TРОPH) 2,45–2,7) [Chaouch et al., 2013].

В первые 4–14 дней личинка питается за счёт желточного мешка. За это время у неё формируется рот. К тому моменту, когда рот открывается, рацион личинок *D. puntazzo* состоит из микроорганизмов — фито- и зоопланктона. В стадии малька *D. puntazzo* продолжает употреблять в пищу зоопланктон. Наиболее подходящими для питания являются артемии и другие мелкие ракообразные. Однако уже на втором месяце жизни зубарик начинает проявлять интерес к более крупным видам [Болтачев, Карпова, 2017].

Молодь зубарика продолжает питаться планктонными и бентосными микроорганизмами, а также личинками других рыб. Помимо этого, в возрасте трёх месяцев данный вид уже переходит ко «взрослому» типу питания — моллюскам, ракообразным, мелким видам рыб. Молодые особи также охотно поедают медуз аурелий (*Aurelia aurita*). Кроме того, *D. puntazzo* не пренебрегает более мелкими организмами и некоторыми видами водорослей, которые в дикой природе растут на прибрежных скалах и подводных камнях. С этого субстрата зубарик сгрызает водоросли своими хорошо развитыми резцами, благодаря которым ему и было дано русскоязычное название [Болтачев, Карпова, 2017]. Таким образом, к первому полугодю жизни у *D. puntazzo* формируется тот рацион, которого он придерживается на протяжении всей дальнейшей жизни.

Однако имеются некоторые особенности пищевого спектра зубарика из разных мест обитания. В желудках молоди зубарика (длина особей 13–77 мм) из Эгейского моря доминировали ракообразные (70–80 % от суммарного веса потреблённой пищи), значительно меньшую долю составляли водоросли (8–9 %), кольчатые черви (6–7 %) и моллюски (4–5 %) [Altin et al., 2015] (табл. 1).

Таблица 1

Пищевые предпочтения *Diplodus puntazzo* из разных мест обитания (на основе исследований содержимого пищеварительного тракта)

Район	Длина особей, см	Объекты питания		Ссылка
		основные	второстепенные	
Эгейское море	1,3–7,7	ракообразные	водоросли, кольчатые черви, моллюски	Altin et al., 2015
Адриатическое море	15–24	макрофиты, Porifera, Bivalvia, Ophiuroidea	Anthozoa, Hydrozoa, Polychaeta, Amphipoda	Dulcic et al., 2006
Адриатическое море	24–41	макрофиты, Porifera, Bivalvia, Anthozoa	Polychaeta, Hydrozoa, Ophiuroidea	Dulcic et al., 2006
Средиземное море, залив Габес	12–26	морские травы, макроводоросли, нитчатые (Cyanoprocariota), Mollusca	Porifera, Tunicata, Echinodermata, Crustacea, Annelida, Teleostei	Chaouch et al., 2013
Балеарское море	28–36	Algae, Porifera, Anthozoa	Hydrozoa, Polychaeta, Bivalvia	Sala, Ballesteros, 1997
Средиземное море, залив Сидра	12–34	Crustacea, Cephalopoda, Algae (Chlorophyta)	Polychaeta, Bivalvia, Gasteropoda, детрит	Saleh, El-Mor, 2015
Центральная часть Средиземного моря	до 1,2	Copepoda, Amphipoda, Polychaeta	Isopoda, Gnathiidae, Chironomidae	Ventura et al., 2017
Чёрное море (район Севастополя)	0,8–1,8	Copepoda	Amphipoda	Синюкова, 1971
Чёрное море (побережье Турции)	22–41	Rapana ovoteca	Algae <i>Cystoseira</i> sp., <i>Ulva</i> sp.	Aydin, Saglam, 2019

В пищевом комке взрослых особей *D. puntazzo* из Чёрного и Средиземного морей были идентифицированы растения, губки, оболочники, мшанки, асцидии, коралловые полипы, кишечнополостные, иглокожие, ракообразные, кольчатые черви, моллюски и костистые рыбы. При этом доминирующим по численности источником пищи были растения, по биомассе — двустворчатые моллюски, тогда как другие объекты были второстепенными. Из растений в спектр питания зубарика входят морские травы *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, макроводоросли *Caulerpa prolifera*, *Hypnea* sp., а также нитчатые цианобактерии *Lyngbia* sp. [Dulčić et al., 2006; Chaouch et al., 2013].

Наиболее важным кормовым объектом *D. puntazzo* из Морского заповедника островов Медес (Испания) были водоросли, а также губки и книдарии. Эти группы составляли 72 % общего веса содержимого желудка. Водоросли были обнаружены в желудках всех обследованных особей, а губки — только у 81 % рыб. Из водорослей зубарик в первую очередь поедает зелёные *Flabellia petiolata*, бурые *Lomentaria ercegovicii*, красные *Rhodomenia ardissoni* и *Peyssonnelia* spp. [Sala, Ballesteros, 1997]. Основную группу пищи для *Diplodus puntazzo* с побережья Бенгази (Восточная Ливия) формировали ракообразные наряду с головоногими моллюсками и зелёными водорослями. Ракообразные составили 40,1 % по объёму состава основной части рациона, который был представлен небольшими креветками и крабами, тогда как головоногие (22,1 %) и зелёные водоросли (*Ulva* spp. и *Enteromorpha* spp.) (17,7 %) находились на втором месте по важности. Группу второстепенных пищевых объектов составили двустворчатые и брюхоногие

моллюски (5,2 %), полихеты (1,1 %), а также детрит (13,7 %) [Saleh, El-Mor, 2015]. Вентура с соавторами (2017) изучали пищевые предпочтения и связь морфологических признаков тела со спектром питания у молоди четырёх видов рыб из рода *Diplodus* с юго-восточного побережья острова Джильо (центральная часть Средиземного моря). Исследователи отметили, что молодь *D. puntazzo* имеет самые высокие значения трофического разнообразия содержимого желудков, а рацион питания на 90 % состоял из бентосных видов гидробионтов. Основную добычу составляли копеподы, амфиподы и полихеты — обитатели твёрдых субстратов. Из планктонных организмов в спектр питания зубарика входили эктопаразиты — гнатиды. Растительная пища в желудках молоди этого вида не обнаружена. По мере взросления (длина тела более 12 мм) спектр питания расширялся за счёт зелёных и красных водорослей. На питание молоди зубарика эктопаразитическими копеподами указывает и Мариани (2001). Данный факт свидетельствует о том, что вид выполняет функции рыб-чистильщиков. Это косвенно подтверждается обнаружением чешуи кефалевых и спаровых в желудках молоди *D. puntazzo* наряду с экземплярами *Caligus* sp. — эктопаразитами указанных семейств.

Исследования питания *D. puntazzo* в Чёрном море единичны. В работе Синюковой (1971) показано, что мальки зубариков размером от 8 до 17 мм питались в основном копеподами и амфиподами. Указано также на высокое видовое разнообразие потреблённой пищи — до 15 таксонов зоопланктонных организмов. Суточные рационы молоди зубарика в экспериментальных условиях варьировали от 16 до 28 % веса тела [Синюкова, 1971]. В 2017 г. впервые было показано, что в спектр питания зубарика в Чёрном море входят кладки брюхоногого моллюска-вселенца *Rapana venosa*, причём в летний период оводки рапаны были основной пищей. Второстепенными объектами питания были бурые и зелёные водоросли [Aydin, Saglam, 2019].

Питание в условиях аквакультуры

В Средиземноморье в последние годы разведение *Diplodus puntazzo* проводилось с использованием технологий разведения и протоколов питания, разработанных для европейского морского окуня и дорады. Корм для личинок зубарика рекомендуется составлять из коловраток (70 % — *Brachionus rotundiformis* и 30 % — *B. plicatilis*) и микроводорослей (*Nannochloropsis* sp., *Chlorella* sp. и *Isochrysis* sp.). Кроме того, зубарикам подходят *Artemia nauplii* (с 15-х до 24-х суток развития) и *Artemia metanauplii* (с 25-х суток и до конца выращивания). На стадии малька можно начинать приучать его к мотылю и другим некрупным бентосным организмам, не имеющим крепких внешних покровов, а молодь зубарика можно начинать кормить кусочками кальмара, мидий, каракатиц [Çoban et al., 2012].

На сицилийской рыбноводческой ферме кормом для личинок с 0 по 16-й день служили коловратки (*Brachionus plicatilis*), до 30-го дня — науплии *Artemia* sp., а с 31-го дня — экструдированный комбикорм [Savona, Tramati, Mazzola, 2011].

В экспериментальных работах в Италии, при исследовании функционирования холецистокнин-иммунореактивных клеток в кишечнике, личинок зубарика с 3-го по 25-й день кормили коловратками (*Brachionus plicatilis*), обогащёнными микроводорослями (*Isochrysis* sp., *Tetraselmis* sp. и *Chlorella* sp.), и коммерческим кормом (DHA Protein Selco, INVE SA, Бельгия). Начиная с 18-го дня добавляли науплии артемии и коммерческий корм. С 30-го дня личинок полностью переводили на коммерческий корм [Micale et al., 2010].

Поскольку для личинок рыб основным источником энергии являются аминокислоты, исследована биодоступность этих соединений для личинок зубарика в возрасте 5, 9, 12, 17, 25 и 35 дней после вылупления [Saavedra et al., 2007]. Обнаружена более эффективная усвояемость изолейцина, лейцина и валина, меньшая эффективность была показана для аланина, глутамата и аспартата. Гистидин лимитировал рост и выживаемость личинок на 4-й день после вылупления при кормлении коловратками, треонин — на 12-й, 25-й и 35-й день.

Для определения потребности зубарика в белке в лабораторных условиях были составлены рационы с использованием рыбной муки и рыбьего жира в качестве источников белка и липидов. Показано, что для максимального увеличения веса оптимальная потребность этого вида в белке составляет 42,9 % [Coutinho et al., 2012]. При этом известно, что *D. puntazzo* не может эффективно использовать высокие уровни липидов (выше 12 %). При постоянном содержании белка (44 %) в пище влияния липидов в диапазоне концентрации 4–20 % от веса рациона на рост зубарика не обнаружено [Hernández et al., 2008].

Этот вид способен к выбору сбалансированного питания. Из предложенных в эксперименте кормов с разным сочетанием белка, липидов и углеводов рацион взрослых особей зубарика содержал 63 % белка, 19 % жира и 18 % углеводов. При увеличении в корме содержания целлюлозы до 50 % рыба увеличивала потребление пищи для достижения оптимального содержания белка. Это показывает способность вида компенсировать недостаток питательных веществ, регулируя потребление энергии и соотношение макроэлементов [Vivas et al., 2006]. Представлена возможность замены до 60 % рыбной муки на соевую в кормах для *D. puntazzo* без негативных последствий для роста и органолептических свойств рыбы [Hernández et al., 2008], что экономически оправдано при выращивании этого вида. Изучено и влияние замены рыбьего жира на соевое и льняное масла в рационе культивируемого зубарика. Влияния такой замены на рост не обнаружено, однако за три месяца кормления в мышцах рыбы снизилось содержание омега-6 (арахидоновой) и омега-3 (эйкозопентаеновой и докозагексаеновой) жирных кислот [Piedecausa et al., 2007].

Факторы, влияющие на потребление пищи

Температура. В Средиземном море, в районах интенсивного выращивания зубарика в садках, температура воды варьирует от 14 °С зимой до 27 °С летом. Показано, что она значительно влияет на скорость роста зубарика и потребление пищи [García et al., 2011]. Температура, при которой достигается максимальное потребление пищи, снижается по мере увеличения массы тела. Несмотря на то что рост и эффективность использования пищи *D. puntazzo* зависят от её годовых колебаний, температурный режим в Средиземном море благоприятен в течение большей части года. Очень низкие интенсивность роста и эффективность питания отмечены только в зимние месяцы.

Сезон года. Показаны значительные различия в спектре питания зубарика из залива Габес Средиземного моря (Тунис) в зависимости от сезона. Во все сезоны, особенно осенью, в рационе этого вида доминировали растения. Кроме того, в течение всего года в спектр питания входили губки с пиком в летний период, иглокожие чаще потреблялись весной, летом и осенью, костистые рыбы — летом, ракообразные — зимой и весной, кольчатые черви и оболочники — зимой [Chaouch et al., 2013]. В Эгейском море (побережье Турции) осенью и зимой наиболее важным объектом питания зубарика были копеподы, весной — амфиподы, летом основными объектами питания были моллюски, амфиподы и кольчатые черви [Altin et al., 2015]. У зубарика из Адриатического моря также показаны сезонные отличия в питании. Доминирующими группами корма во все сезоны были водоросли и двустворчатые моллюски, амфиподы и иглокожие также присутствовали в рационе в течение всего года с максимумом весной, губки и гидрозои — летом, коралловые полипы обнаруживались в желудках в течение весны и лета, в минимальных количествах во все сезоны в рацион входили асцидии, мшанки, ракообразные [Dulčić et al., 2006]. В заливе Сидра Средиземного моря основу рациона зубарика во все сезоны года составляли ракообразные, головоногие моллюски и зелёные водоросли, но активность питания была самой высокой в зимний период (78,5 %), минимальной — летом (27,0 %) [Saleh, El-Mor, 2015].

Размер рыб. Размер взрослых особей также имел значение при изучении спектра питания зубарика. Помимо основной растительной пищи, в рационе особей длиной до 24 см относительно большое значение имели иглокожие, губки, амфиподы, а в рационе более

крупных рыб (более 24 см) чаще встречались губки, оболочники, двустворчатые моллюски, коралловые полипы [Dulčić et al., 2006; Chaouch et al., 2013]. Эти же пищевые объекты находились в желудках всех размерных групп морского леща, различался только размер объектов: добыча более крупных рыб была большего размера, молодь более мелких гидробионтов. При этом размер ракообразных и зелёных водорослей увеличивался по мере увеличения размера зубарика, тогда как размер головоногих, моллюсков и полихет уменьшался по мере увеличения размера рыбы [Saleh, El-Mor, 2015].

Заключение

Морфологические особенности тела, а также строение и функционирование пищеварительного тракта свидетельствуют о всеядности морского леща *D. puntazzo*, что делает этот вид хорошим кандидатом для выращивания в прибрежных водах Крыма. Широкий спектр потребляемой пищи как на ранних стадиях онтогенеза, так и у взрослых особей свидетельствует о хороших кормовых адаптационных способностях вида и избирательности питания, что благоприятно при выращивании его в условиях аквакультуры. Поскольку при коммерческом культивировании значительная доля затрат приходится на корм, большое число исследований по варьированию состава кормов для зубарика в лабораторных условиях указывает на возможность выбора экономически эффективного способа выращивания в условиях Северного Причерноморья.

Список литературы

1. Бердиева А. В., Кузьминова Н. С. Новые данные о скелете некоторых видов черноморских рыб // Рыбное хозяйство Украины. – 2013. – № 3. – С. 26–31.
2. Болтачев А. Р., Карпова Е. П. Ихтиофауна прибрежной зоны Севастополя (Чёрное море) // Морской экологический журнал. – 2012. – Т. 11, № 2. – С. 10–27. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1209> (дата обращения: 23.08.2024).
3. Болтачев А. Р., Карпова Е. П. Морские рыбы Крымского полуострова / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – 2-е изд. – Симферополь : Бизнес-Информ, 2017. – 376 с. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5698> (дата обращения: 23.08.2024).
4. Вялова О. Ю. Морская аквакультура Крыма в ретроспективе (2012–2019 гг.) и перспективе (2020–2025 гг.) // Современное состояние водных биоресурсов : материалы 5-ой Междунар. конф., г. Новосибирск, 27–29 нояб. 2019 г. / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морузи. – Новосибирск : НГАУ, 2019. – С. 300.
5. Макоедов А. Н., Матишов Г. Г., Пономарева Е. Н., Бердников С. В. Аквакультура на юге России // Известия ТИНРО. – 2023. – Т. 203, № 2. – С. 413–426. – <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-413-426>
6. Синокова В. И. Питание молоди зубарика *Puntazzo puntazzo* (Cetti) // Биология моря. – 1971. – № 25. – С. 66–70. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1607>
7. Скляр В. Я., Бондаренко Л. Г., Коваленко Ю. И., Петрашов В. И., Каширин А. В., Черных Е. Н. Аквакультура юга России, перспективы развития // Труды ВНИРО. – 2013. – Т. 150. – С. 50–56. – <http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/7238>

8. Altin A., Özen Ö., Ayyıldız H., Ayzan A. Feeding habits and diet overlap of juveniles of 2 sparids, *Diplodus puntazzo* (Walbaum, 1792) and *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), from the North Aegean Sea of Turkey // Turkish Journal of Zoology. – 2015. – Vol. 39, no. 1. – P. 80–87. – <https://doi.org/10.3906/zoo-1312-2>
9. Aydın M., Özdemir Ç. Age, growth, reproduction and fecundity of the Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo* Walbaum, 1792) in the Black Sea region // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2021. – Vol. 22, no. 5. – Art. no. TRJFAS19462 (11 p.). – <http://doi.org/10.4194/TRJFAS19462>
10. Aydın M., Sağlam H. First report of predation on egg capsules of invasive Rapa whelk by sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) in the Black Sea // Thalassas: An International Journal of Marine Sciences. – 2019. – Vol. 35, iss. 1. – P. 319–321. – <https://doi.org/10.1007/s41208-019-0124-3>
11. Boglione C. Giganti, M., Selmo C., Cataudella S. Morphoecology in larval fin-fish: a new candidate species for aquaculture, *Diplodus puntazzo* (Sparidae) // Aquaculture International. – 2003. – Vol. 11. – P. 17–41. – <https://doi.org/10.1023/A:1024119032359>
12. Chaouch H., Ben Abdallah-Ben Hadj Hamida O., Ghorbel M., Jarboui O. Diet composition and food habits of *Diplodus puntazzo* (Sparidae) from the Gulf of Gabès (Central Mediterranean) // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2013. – Vol. 93, iss. 8. – P. 2257–2264. – <https://doi.org/10.1017/S0025315413000805>
13. Coutinho F., Peres H., Guerreiro I., Pousão-Ferreira P., Oliva-Teles A. Dietary protein requirement of sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) juveniles // Aquaculture. – 2012. – Vol. 356/357. – P. 391–397. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.037>
14. Dulčić J., Lipej L., Glamuzina B., Bartulović V. Diet of *Spondyllosoma cantharus* and *Diplodus puntazzo* (Sparidae) in the eastern central Adriatic // Cybium. – 2006. – Vol. 30, iss. 2. – P. 115–122.
15. García B. G., Cerezo Valverde J. C., Aguado-Giménez F., García J. G., Hernández M. D. Effect of the interaction between body weight and temperature on growth and maximum daily food intake in sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) // Aquaculture International. – 2011. – Vol. 19, iss. 1. – P. 131–141. – <https://doi.org/10.1007/s10499-010-9347-2>
16. Çoban D., Suzer C., Yıldırım Ş., Saka Ş., Fırat K. Morphological development and allometric growth of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) larvae // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2012. – Vol. 12. – P. 883–891. – http://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_4_16
17. Hernández M. D., Martínez F. J., García B. G. *Diplodus puntazzo*, a new species in aquaculture: biology and culture // Aquaculture Research Trends / ed. S. H. Schwartz. – New York : Nova Science Publishers Inc., 2008. – P. 237–261.
18. Mariani S. Cleaning behaviour in *Diplodus* spp.: chance or choice? A hint for future investigations // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2001. – Vol. 81, iss. 4. – P. 715–716. – <https://doi.org/10.1017/s0025315401004490>
19. Massa F., Aydın I., Fezzardi D., Akbulut B., Atanasoff A., Beken A. T., Bekh V., Buhlak Yu., Burlachenko I., Can E., Carboni S., Caruso F., Dağtekin M., Demianenko K., Deniz H., Fidan D., Fourdain L., Frederiksen M., Guchmanidze A., Hamza H., Harvey J., Nenciu M., Nikolov G., Niță V., Özdemir M. D., Petrova-Pavlova E., Platon C., Popescu G., Rad F., Can Ş. S., Theodorou J. A., Thomas B., Tonachella N., Tribilustova E., Yakhontova I., Yesilsu A. F., Yücel-Gier G. Black Sea aquaculture: Legacy, challenges & future opportunities // Aquaculture Studies. – 2021. – Vol. 21, iss. 4. – P. 181–220. – http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21_4_05
20. Micale V., Levanti M. B., Germanà A., Guerrera M. C., Kurokawa T., Muglia U. Ontogeny and distribution of cholecystokinin-immuno reactive cells in the digestive tract of sharpsnout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777), during larval development // General and Comparative Endocrinology. – 2010. – Vol. 169, iss. 1. – P. 23–27. – <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2010.07.001>

21. Papandroulakis N., Kentouri M., Maingot E., Divanach P. Mesocosm: a reliable technology for larval rearing of *Diplodus puntazzo* and *Diplodus sargus sargus* // Aquaculture International. – 2004. – Vol. 12, iss. 4. – P. 345–355. – <https://doi.org/10.1023/B:AQUI.0000042134.21211.ab>
22. Piedecausa M. A., Mazón M. J., García García B., Hernández M. D. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) // Aquaculture. – 2007. – Vol. 263, iss. 1/4. – P. 211–219. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.09.039>
23. Saavedra M., Beltran M., Pousão-Ferreira P. M., Dinis M. T., Blasco J., Conceição L. E. C. Evaluation of bioavailability of individual amino acids in *Diplodus puntazzo* larvae: towards the ideal dietary amino acid profile // Aquaculture. – 2007. – Vol. 263, iss. 1/4. – P. 192–198. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.027>
24. Sala E., Ballesteros E. Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem // Marine Ecology Progress Series. – 1997. – Vol. 152. – P. 273–283. – <https://doi.org/10.3354/meps152273>
25. Saleh H. M., El-Mor M. Feeding habits of the sharp snout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777) (Teleostei: Sparidae) from Benghazi Coast, Eastern Libya // International Journal of Bioassays. – 2015. – Vol. 4. – P. 3860–3865.
26. Savona B., Tramati C., Mazzola A. Digestive enzymes in larvae and juveniles of farmed sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) (Cetti, 1777) // The Open Marine Biology Journal. – 2011. – Vol. 5, iss. 1. – P. 47–57. – <https://doi.org/10.2174/1874450801105010047>
27. Stergiou K. I., Karpouzi V. S. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2002. – Vol. 11. – P. 217–254. – <https://doi.org/10.1023/A:1020556722822>
28. The State of World Fisheries and Aquaculture. Towards Blue Transformation / FAO. – Rome : FAO, 2022. – 236 p. – URL: <https://doi.org/10.4060/cc0461en> (accessed: 23.08.2024).
29. Ventura D., Bonhomme V., Colangelo P., Bonifazi A., Lasinio G. J., Ardizzone G. Does morphology predict trophic niche differentiation? Relationship between feeding habits and body shape in four co-occurring juvenile species (Pisces: Perciformes, Sparidae) // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2017. – Vol. 191. – P. 84–95. – <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.04.014>
30. Vivas M., Rubio V. C., Sánchez-Vázquez F. J., Mena C., García García B., Madrid J. A. Dietary self-selection in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) fed paired macronutrient feeds and challenged with protein dilution // Aquaculture. – 2006. – Vol. 251, iss. 2/4. – P. 430–437. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.06.013>
31. Webb P. W. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates // American Zoologist. – 1984. – Vol. 24, iss. 1. – P. 107–120. – <https://doi.org/10.1093/icb/24.1.107>
32. World Population Prospects 2024 / UN, Dep. of Econ. and Social Affairs, Population Div. – URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/MostUsed/> (accessed: 23.08.2024).

DIETARY FEATURES OF SEA BREAMS *DIPLODUS PUNTAZZO* (CETTI, 1784): REVIEW

Pospelova N. V.¹, Markova V. S.², Chekmareva T. M.¹, Belogurova R. E.^{1,2}

¹A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,

²Research Center for Freshwater and Brackish Water Hydrobiology — branch of A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,

e-mail: nv.pospelova@ibss-ras.ru

Abstract: To date, marine fish farming in the Black Sea waters of Russia is virtually non-existent. The Russian market is receptive to new fish products, and the introduction of new mariculture objects based on native or invasive species is a promising avenue for expansion. One such species is the sharpsnout seabream *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1784), which has been successfully cultivated for over three decades in the Black Sea region

of Turkey and Mediterranean countries. The objective of the present study was to analyse the dietary characteristics of the sharpsnout seabream *D. puntazzo* at different stages of its life cycle in natural conditions and in aquaculture. The specific characteristics of the its external and internal structure in relation to its omnivorous diet are presented. The dietary spectrum of the sharpsnout seabream encompasses both plant and animal matter, indicative of the species' adept foraging abilities and dietary selectivity, which is conducive to its cultivation in aquaculture. Given that a substantial proportion of the costs associated with commercial sharpsnout seabream cultivation are allocated to feed, a considerable body of research on the variation of feed composition for this species in laboratory settings has identified the potential for the development of a cost-effective cultivation method in the northern Black Sea region.

Keywords: aquaculture, sharpsnout seabream, dietary spectrum, Black Sea, plankton, benthos

Сведения об авторах

Поспелова Наталья Валериевна	кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, pospelova@ibss-ras.ru
Маркова Вероника Сергеевна	младший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, nikasergeevnamarkova@mail.ru
Чекмарева Татьяна Михайловна	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, chekmareva@ibss-ras.ru
Белогурова Раиса Евгеньевна	кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский центр пресноводной и солоноватоводной гидробиологии — филиал ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, belogurova_re@ibss-ras.ru

Поступила в редакцию 10.10.2024 г.

Принята к публикации 02.11.2024 г.