

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ НЕКТОННОГО СООБЩЕСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРОЕНИЯ РОТОВОГО АППАРАТА

*В условиях тепловодного хозяйства с зимней паузой роста рыб изучена биология нектона, экологическая классификация трофической цепи сообщества в зависимости от строения ротового аппарата и ее влияние на рост и развитие аквакультуры, что позволило авторам рекомендовать производству для повышения биологической продуктивности водоемов выращивание наиболее быстрорастущего зеркального и разбросанного карпа.*

**Ключевые слова:** трофическая цепь, аквакультура, нектон, карп, троф, зообентос, зоопланктон, пищевой комок.

*D.K. Kozhaeva, S.Ch. Kazanchev, L.A. Kazancheva,  
A.A. Mirzoeva, A.V. Labazanov, E.A. Kazancheva*

## ECOLOGICAL CLASSIFICATION OF THE NEKTON COMMUNITY TROPHIC CHAIN IN DEPENDENCE ON MOUTH APPARATUS STRUCTURE

*Nekton biology, ecological classification of the community trophic chain in depending on the mouth apparatus structure and its influence on growth and development of the aquaculture is studied in conditions of warm-water farm with winter pause in fish growth. It has allowed the authors to recommend for the production to farm fast growing mirror and scattered carp in order to increase the reservoir biological efficiency.*

**Key words:** trophic chain, aquaculture, nekton, carp, troph, zoobenthos, zooplankton, bolus.

---

**Введение.** В прудовой аквакультуре при наличии различных групп нектона отсутствуют рекомендации, в которых предусматривалось бы выращивание того или иного нектона (республика поделена на пять эколого-климатических рыбоводных зон) [7] в определенной экологической обстановке, в условиях конкретного опыта и формы использования нектотрофического угодья [6].

Культивируемые в настоящее время в нашей республике нектонные группы карпа были выведены в лесной или лесостепной зонах Украины. С началом строительства в Кабардино-Балкарии сюда начали завозить карпов различных пород. Наиболее распространенным является чешуйчатый карп, реже зеркальный, разбросанный и рамчатый единично-линейный и голый. Отсутствие селекционной работы в хозяйствах привело к тому, что на местах поголовье выращиваемых карпов представляет собой гетерогенную и одичавшую популяцию, обладающую низкими продуктивными качествами. Кроме того, широкое применение получила сознательная и бессознательная гибридизация карпов с местным и амурским сазаном.

**Целью** данного исследования явилось изучение потребительской способности карпов в естественной трофи в зависимости от устройства ротового аппарата и его влияния на биолого-экологические ресурсы водоемов.

**Объектом исследования** служили пантофаги, детритофаги и зообентофаги, *Cyprinus carpio* и их трофическая цепь.

**Методы исследования.** Для исследования трофической цепи водоемов два раза в месяц отбирали пробы планктона. Видовой состав планктонных организмов определяли с помощью специальных определителей (Лапин, 1950; Мануилов, 1964).

Количество планктона изучали объемным методом – измерением объема и массы всей пробы. За единицу использования трофи нектонами выбрали индекс наполнения кишечника в процентилях (метод Васнецова) [1–3].

Рост рыб изучали на основе проб, полученных во время контрольных обловов три раза в месяц. Взвешивание проводили по соответствующим методикам.

**Результаты исследования.** Одним из методов изучения биологии нектонов, ее экологических параметров, позволяющим учесть результаты влияния условий выращивания, является анализ темпа роста, а также экологическая классификация трофической цепи в зависимости от строения ротового аппарата [9]. Так как в процессе роста четко проявляется единство среды и организма, изменение его скорости может рассматриваться как приспособительный ответ популяции на изменение условий выращивания. Особенно возрастает значение исследования роста нектонов, определение спектров их эврибионности, адаптивных возможностей во вновь создаваемых водоемах в связи с необходимостью подбора видов и пород, имеющих в конкретных экологических условиях наилучшие результаты роста [8].

Существуют данные о том, что по строению ротового аппарата (конечный) чешуйчатый и (промежуточный) разбросанные карпы [4] имеют сходство в росте и развитии [11, 12], [5] отмечают характерное преобладание у зеркальных карпов полунижнего рта, что объясняется выбором трофи, которые подходят ему по размерам и доступности.

Нами проведена работа по оценке характера использования трофической цепи чешуйчатым, разбросанным и зеркальным карпами в условиях водоемов Кабардино-Балкарской Республики с разной степенью минерализации воды.

Естественная пища карпа, выращиваемого в водоемах республики, состоит из гидробионтов, обитающих в грунтах (зообентос) и в толще воды (зоопланктон), организмов, заселяющих подводную или погруженные в воду части высшей растительности (зарослевая фауна или перифитон), детрита, остатков высших растений и их семян.

Зообентос прудов представлен в основном личинками насекомых, развивающихся в водной среде и покидающих ее во взрослом состоянии. К ним относятся личинки комаров *Chironomus*, *Glyptotendipes*, *Cricotopus*, называемые в быту «мотылем». В число обычных представителей входят черви (олигохеты *Tubifex Limnodermis*), моллюски (*Limnaea*, *Pisidium*), личинки стрекоз, взрослые формы и личинки жуков *Dytiscus* и т.д.

Бентосные формы обитают в поверхностном слое грунта водоемов толщиной 10–20 см.

Зарослевая фауна поселяется на подводных частях стеблей и листьев высших растений – макрофитов (тростников, рогоза, осоки, рдестов, роголистников), там, где образуется налет водорослей. Она состоит из личинок комаров и других насекомых, моллюсков, губок, мшанок [10].

Из зоопланктона кормовое значение для молоди карпа имеют простейшие, коловратки, личинки и мелкие формы ракообразных. По мере роста молоди в ее питании начинают преобладать крупные формы ветвистоусых рачков (*Cladocera*), такие как дафнии, цериодафнии, босмины, циклопы, а также малощетинковые черви.

Цикл развития этих гидробионтов зависит от температуры воды и может колебаться от несколько дней до двух недель в зависимости от вида. Поэтому в течение вегетационного периода сменяется большое число поколений. При этом для прудов I–II зоны характерна следующая сезонная смена видов ветвистоусых рачков: весной преимущественно развиваются *Moina*, *Seapholeberis*, *Simocephalus*, а в III–IV зоне *Daphnia* и *Bosmina*. В V зоне – более крупные ветвистоусые.

В пище подросших (сеголетков) встречались личинки и мелкая молодь других видов рыб (сорные). Во второй половине лета, когда обедняются и выедаются зоопланктон и зообентос, карп охотно подбирает семена водных растений.

По поедаемости для молоди (массой 10–15 г) различные компоненты естественной трофической базы можно расположить в следующей последовательности: зообентос – 30%; зарослевая фауна – 20%; крупные формы зоопланктона – 30%; семена растений 5%; личинки других видов рыб – 5% и подвижные насекомые с жестким внешним покровом – 10%. Выбор трофи зависит от доступности и концентрации организмов в водоеме.

При выращивании сеголетков в характере питания на протяжении возрастного периода общими чертами является качественное сходство пищевых организмов в водоемах. В пищевом комке сеголетков встречались все представители планктона и бентоса, численное преобладание зоопланктонов, а по биомассе – личинок хирономид.

Карп как основной объект разведения в водоемах республики при совместном выращивании питается в общем сходной трофической цепью, но способность отыскивать ее, фуражирная способность, а также трофические площадки у них разные и зависят от строения ротового аппарата.

Однако при качественном сходстве в трофи разных групп рыб соотношение трофической цепи у них было неодинаковым (табл. 1).

Состав пищевого комка двухлетков, %

Группа рыб	Дата	Р, г	Индекс наполнения кишечника, %	Вид троф,		Rotatoria		Cladocera		Copepoda		Ostrocooda		Chironomidae	
				естественный	дополнительный	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг
Чешуйчатый карп	10.VIII	45	1,45	100	Не вн-ли	12,4	0,14	33,2	0,3	5	0,11	0,05	0,03	32,0	97,8
	20.VIII	58,1	1,72	100	-/-	-	-	37,3	0,45	19,5	0,15	-	-	30,1	92,5
	30.VIII	77,2	1,95	100	-/-	3,7	0,02	40,5	0,47	23,3	0,20	-	-	31,3	93,6
	10.VIII	205	2,15	100	-/-	3,9	0,03	81,2	3,0	-	-	-	-	27,3	97,5
	20.VIII	240	2,45	84,9	15,1	-	-	79,2	1,56	-	-	13,2	0,46	21,7	97,0
	30.VIII	270	2,35	75,7	24,3	-	-	40,2	1,54	-	-	45,0	9,5	23,5	75,7
	10.VIII	295	2,15	64,8	35,2	71,2	0,09	16,2	1,4	-	-	43,0	9,2	21,7	78,3
	20.VIII	340	1,91	54,8	45,2	69,3	0,08	14,9	1,6	3,7	0,16	5,0	0,03	13,7	69,9
	30.VIII	365	1,61	46,8	53,2	67,2	0,05	13,2	1,55	1,3	0,1	2,7	0,02	10,5	67,9
Разбросанный карп	10.VIII	45,7	0,05	100	Не вн-ли	-	-	79	0,5	13,8	0,15	-	-	11,3	99,8
	20.VIII	105,7	1,63	100	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,1	99,97
	30.VIII	176,6	1,87	100	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	100
	10.VIII	255,6	2,10	100	-/-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5	89,5
	20.VIII	443,5	1,76	57,2	46,8	-	-	38	0,3	12,1	0,11	-	-	12,5	95,5
	30.VIII	513,5	2,57	43,9	56,1	-	-	-	-	-	-	-	-	14,1	99,7
	10.VIII	543,6	2,65	34,5	65,5	3	0,01	-	-	-	-	-	-	8,2	65,0
	20.VIII	5350,8	2,05	43	57,0	2,5	0,01	30	0,25	10,1	0,10	-	-	6,1	63,0
	30.VIII	5610,8	2,05	54	45,2	-	-	40	0,5	11,2	0,11	-	-	7,5	71,0
Зеркальный карп	10.VIII	50,3	1,65	100	Не вн-ли	41	0,003	39,1	0,5	29,5	0,1	3,2	0,03	36,0	99,8
	20.VIII	110	1,92	100	-/-	-	-	43,1	1,07	29,3	0,26	-	-	31,1	99,82
	30.VIII	178	2,45	100	-/-	-	-	47,1	0,45	33,2	0,14	3,1	0,04	26,0	99,74
	10.VIII	260	1,21	100	-/-	-	-	86,1	3,7	-	-	-	-	17,9	97,9
	20.VIII	354	2,05	91	9	-	-	75,0	1,5	-	-	120,15	0,45	17,3	97,7
	30.VIII	530	2,15	86	14	-	-	42,0	17,1	-	-	43,0	9,1	22,5	78,5
	10.VIII	545	1,71	83	17	77,1	0,07	16,7	1,8	5,1	0,2	0,01	0,03	4,1	71,3
	20.VIII	560	1,61	78	32	70,5	0,05	14,2	1,4	3,5	0,15	4,0	0,02	3,7	68,4
	30.VIII	575	1,35	67	43	61	0,03	13,1	1,2	2,1	0,1	2,0	0,01	2,5	57,3

Чешуйчатый карп в значительной степени использовал планктон, ил с детритом. Дополнительный корм потреблял охотно.

Разбросанный карп питался преимущественно донными организмами, дополнительный троф потреблял интенсивнее всех других групп.

Зеркальный карп по использованию естественной трофической цепи и дополнительной трофи занимал промежуточное положение между чешуйчатым и разбросанным. Спектр питания зеркального карпа был широк: он использовал практически всех беспозвоночных, находящихся в водоемах (см. табл.1).

Как видно из таблицы 1, в пищевом комке неизменно присутствовали рачки *Cladocera*, *Daphnidae*, *Bosminidae*, *Copepoda*, *Cyclops*, *Diaptomus*, *Ostrocooda* и личинки *Chironomidae*, изредка *Rotatoria*. Количественно преобладали зоопланктонные организмы (прежде всего – *Cladocera*), личинки хирономид, относительно немногочисленные, составляющие в весовом отношении подавляющую часть пищевого комка. Значительная доля содержимого кишечника приходилась на «прочие» – остатки семян и обрывки растений, мшанок, обломки крупных личинок насекомых, ил и песок, дополнительный торф.

Индексы наполнения кишечника были также промежуточными между таковыми у других видов. В общем ихтиофауна отдавала предпочтение естественной трофической цепи. В эвтрофных водоемах доля дополнительной трофи уменьшилась (III–IV эколого-фенологические рыболовные зоны).

Находившиеся в этих водоемах чешуйчатые карпы-двухлетки в начале периода использовали планктон, а в дальнейшем в их кишечнике обнаруживались только хирономиды, «прочие» остатки, при небольшом количестве ила, а после фаготрофии и большое количество дополнительного корма.

Полученные данные позволяют сделать заключение о том, что переход молоди разных групп на активное питание совершался при разных размерах тела в связи с разной величиной (при выклеве) и темпе-

ратурой. В первые дни активного потребления трофи спектр фаготрофа молоди был сходен и определялся главным образом разнообразием, численностью и доступностью трофических объектов (мелкий планктон).

По мере роста молоди наряду с качественным сходством в составе пищевого комка увеличиваются различия в количественном соотношении, особенно заметные у чешуйчатого и разбросанного видов.

У чешуйчатого карпа преобладающими становятся более открытые формы участков, в том числе фитопланктон, бентос, ил, у разбросанных карпов – планктон и бентос, у зеркального отличия в питании более отчетливы.

Результаты определения биологической продуктивности водоемов по всем эколого-фенологическим рыбоводным зонам приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Основные биопродукционные показатели водоемов**

Эколого-финологические рыбоводные зоны	Плотность посадки, тыс. экз/га	Средняя масса рыбы, г		Прирост массы		Выход рыбы, %	Биопродуктивность, кг/га	Использование трофической цепи, %	
		посадка	облов	г	%			Искусственный	Естественный
<i>Чешуйчатый</i>									
I	25	23,3	370	346,7	93,7	75,0	650	–	100
II	2,7	23,3	385	361,7	93,9	77,1	753	20	80
III	3,1	23,3	400	376,7	94,2	78,1	912	25	75
IV	4,2	23,3	450	426,7	94,8	79,5	142,5	32	68
V	5,5	23,3	500	476,7	95,3	81,6	2132,4	41	59
<i>Разбросанный</i>									
I	2,5	23,5	375	351,5	93,7	74,2	652	–	100
II	2,7	23,5	390	366,5	93,9	76,3	755	32	68
III	3,2	23,5	415	391,5	94,3	77,2	967	38	62
IV	4,8	23,5	470	446,5	95,0	79,3	1699	44	56
V	5,5	13,5	520	496,5	95,4	82,5	2252	67	33
<i>Зеркальный</i>									
I	2,5	24,2	380	355,8	93,6	75,7	673	–	100
II	2,7	24,2	395	370,8	93,9	77,9	779,9	16	84
III	4,1	24,2	430	405,8	94,4	78,8	1311	20	80
IV	4,8	24,2	500	475,8	95,2	79,9	1824	22	78
V	5,5	24,2	550	525,8	95,6	81,8	2365	35	65

Во время выращивания наблюдались определенные различия в характере роста. Во всех аутэкологических рыбоводных зонах при различных плотностях посадки наименьший прирост имел чешуйчатый карп. Различия по средней массе по окончании выращивания между чешуйчатым карпом и остальными видами карпа достоверные ( $P < 0,01$  и  $P < 0,001$ ).

При высокой плотности посадки (III–V зоны) в большей мере выявляются преимущества зеркального карпа. Так, при плотности посадки 2,5–2,7 тыс. экз/га (I–II зоны) различие по среднесуточному приросту между группами составило 32,7%, а в других вариантах опыта, где плотность посадки была в два раза выше, разница в среднесуточном приросте между группами возросла. По изучаемому показателю второе место занял разбросанный карп. Разница между этой группой и группой зеркального карпа по среднесуточному приросту составила в зависимости от аутэкологических рыбоводных зон от 5,6 до 13,8%, то есть была в 2,3 раза выше.

Высокая плотность посадки при выращивании больше всего отразилась на росте чешуйчатого карпа. Изучение динамики массы тела ихтиофауны на протяжении всего периода выращивания показало, что она характеризовалась определенными закономерностями. При выращивании молоди коэффициент вариации по массе тела был относительно невысоким и колебался 12,5 до 15,3%. После зимовки при переходе на интенсивное выращивание коэффициент вариации по массе возрастает и колеблется от 24,4 до 41,4%. Коэффициент вариации по массе тела тесно связан с положением ротового аппарата и условиями выращивания. При высокой плотности посадки (III–V зоны) отмечалось увеличение изменчивости биопродукции по массе тела. Наибольшей изменчивостью отличался зеркальный карп.

Зеркальная ихтиофауна характеризовалась повышенной жизнеспособностью на протяжении всего периода выращивания. Трехрядные глоточные зубы, крепкий жерновок оказались более устойчивыми к неблагоприятным условиям среды и на поздних этапах выращивания, по жизнеспособности опережая другие группы карпа (чешуйчатый и разбросанный).

Данные проведенного эксперимента свидетельствуют о реальных возможностях выращивании семейства карповых в разных эколого-фенологических рыбоводных зонах, что открывает новые перспективы в использовании и повышении биологических ресурсов водоемов Кабардино-Балкарской Республики.

### **Выводы**

1. Для оценки биологических ресурсов водоема, регулирования и увеличения его воспроизводящей мощности необходимо знать взаимоотношения природных и антропогенных факторов.

2. Водоемы Кабардино-Балкарской Республики формируются в различных экологических условиях. Именно поэтому территория республики поделена нами по вегетационному режиму на V эколого-фенологических рыбоводных зон.

3. Спектр фаги зеркального карпа более широк (положение рта полунижнее), чем у других видов. Они осваивают все зоны водоема, отдавая предпочтение естественной трофи, дополнительный троф занимает в их трофической цепи незначительное место (16 – 35%).

4. По результатам экспериментальных исследований по морфофизиологическим признакам, интенсивности роста ( $K_1 = 29/36$  и  $K_2 = 30/41$ ), устойчивости к неблагоприятным факторам среды, наиболее перспективными объектами аквакультуры для I–III эколого-фенологических рыбоводных зон республики из числа изучаемых являются зеркальный и разбросанный, которые по темпам роста приближаются к быстрорастущему виду.

### **Литература**

1. Агапов И.Д., Абросов В.И. Об избирательном питании рыб // Вопросы ихтиологии. – 1967. – Т.7. – Вып. 1. – С. 42–45.
2. Никонорова Е.А. О биологической разнокачественности карпа // Рыбное хозяйство. – 1965. – №12. – С. 12–14.
3. Никонорова Е.А. Выращивание в прудах различных экологических групп карпа // Тр. Карел. отд. ГОСНИОРХ. – Петрозаводск, 1968. – С. 215–240.
4. Кирпичников В.С., Головинская К.А. Характеристика производителей основных породных групп карпа, разводимых в СССР // Изв. ГОСНИОРХ. – Л., 1966. – Т. 61. – С. 28–35.
5. Киселев И.В. Опыт разведения в прудах гибридов рыб из семейства карповых // Тр. ВНИРО. – 1972. – С.71–78.
6. Бактериопланктон и бактериобентос некоторых припойменных прудов, расположенных вдоль реки Терек / Д.К. Кожаева [и др.] // Мат-лы V конф. молодых ученых. – Нальчик, 2005. – С. 66–68.
7. Распределение водоемов КБР на аутоэкологические зоны / Д.К. Кожаева [и др.] // Мат-лы V конф. молодых ученых. – Нальчик, 2005. – С. 72–74.
8. Кожаева Д.К., Казанчев С.Ч., Казанчева Л.А. Экологические аспекты совместного выращивания сеголетков зоо-бенто-фито-фагов // Изв. ОГАУ. – 2007. – № 12. – С. 48–50.
9. Кожаева Д.К., Казанчев С.Ч. Трофическая цепь водоемов КБР / МАКБ. – М., 2008. – С. 97–100.
10. Кожаева Д.К., Казанчев С.Ч., Казанчева Е.А. Подбор нектонов и их влияние на биологическую продуктивность водоемов КБР // Мат-лы межвуз. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Б.Х. Фиапшева. – Нальчик, 2011. – С.95–97.
11. Ровин А.А. Потребление пищи молодью карпа при различных условиях питания // Рыбоводство и рыболовство. – 1974. – №5. – С. 25–28.