

В. В. Шумак

НОВЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕГОЛЕТОК КАРПА *CYPRINUS CARPIO L.*

Изучен рост сеголеток карпа *Cyprinus carpio L.* в прудовых условиях Республики Беларусь. Предложен новый расчетный метод определения содержания влаги, сухого вещества, а также калорийности сеголеток карпа. Применение метода продемонстрировало возможность определения величины этих показателей в процессе выращивания рыб без регулярного проведения биохимических исследований. На основе данных научной литературы и собственных экспериментальных исследований динамики роста рыб разработан подход, достаточно адекватно описывающий процесс накопления сухого вещества в организме отдельной особи. Это позволило сравнивать особенности роста особей одного вида рыб, обитающих в разных условиях. Исследования проводились при достаточно близких климатических условиях и идентичных значениях температуры водной среды на двух участка ОАО «Рыбхоз «Полесье», расстояние между которыми составляет 50 км. Однако участки существенно отличались по кормовой базе для такого обычного в рыбоводстве вида, как карп и гидрохимическому режиму. Выявлено, что интенсификация рыбохозяйственной деятельности в сочетании с пунктуальным соблюдением основных требований технологии выращивания позволяет получать качественный посадочный материал – сеголеток карпа и контролировать процесс их получения. Выявленный особенный физиологический период в жизнедеятельности рыбы в преддверии зимнего похолодания заключается в активном накоплении сухого вещества, что способствует успешной зимовке выращенных сеголеток карпа. Интенсивность процесса накопления сухого вещества выше у более крупных сеголеток карпа, выращенных при меньших значениях плотности посадки. В связи с этим следует рекомендовать диверсификацию процесса выращивания сеголеток карпа в зависимости от поставленной цели: товарное или племенное выращивание.

Ключевые слова: карп *Cyprinus carpio L.*, сеголетки, рост, пруд, сухая масса, калорийность.

Введение

При обитании карпа в естественных условиях рек и озер, водохранилищ и водоемов комплексного назначения рост его молоди полностью обуславливается комплексом абиотических и биотических факторов. В прудах рыбхозов он обеспечивается еще и дополнительными усилиями рабочих и специалистов, проводящих рыбоводные и мелиоративные мероприятия по интенсификации процесса выращивания. Любое изменение гидрологического и газового режимов, а также гидрохимических показателей воды вызывает дополнительные ответные реакции в организме рыб, что приводит к повышению затрат энергии на поддержание жизнедеятельности, а не на рост. Рыбы, как и другие водные животные, находятся в полной зависимости от особенностей среды обитания и обладают комплексом физиологических, биохимических и морфологических приспособлений, позволяющих им адекватно реагировать на изменяющиеся параметры водной среды [1].

Ф. М. Суховерховым (1949) [2] было убедительно показано, что значительные показатели смертности сеголеток во время зимы зависят от условий их выращивания как в летнее время, так и во время зимнего содержания. Каковы бы ни были причины повышенной смертности сеголеток карпа и других видов рыб в зимний период, их всегда можно избежать или минимизировать. Один путь – выращивание летом крупного, стандартного по массе и хорошо упитанного, физиологически полноценного и зимостойкого рыбопосадочного материала, другой – совершенствование биотехники зимнего содержания молоди рыб, при котором вполне возможно ускорять или, по крайней мере, значительно смягчать отрицательное действие различных причин, обуславливающих массовую гибель рыб, утверждал А. И. Канаев (1975) [3]. Итак, готовность сеголетка к зимовке обеспечивается условиями нагула в первый вегетационный период, в итоге организм рыб функционально подготовлен к моменту похолодания и зимовке. Это подтверждают данные Г. Г. Серпунина (2010) [4] о том, что во второй половине вегетационного сезона концентрация гемоглобина и общего белка в сыворотке крови несколько больше, чем в его начале.

В исследованиях В. С. Кирпичникова и Р. Л. Берга (1952) [5] указано, что упитанность сеголеток карпа увеличивается главным образом осенью, при несколько пониженных значениях температуры воды. Улучшение условий питания сеголеток карпа, приводящее к значительному ускорению темпа их роста и резкому увеличению конечной (осенней) массы, лишь немного улучшает остальные биологические показатели рыбы. Например, показано, что крупные сеголетки карпа (средняя масса от 86 до 148 г), выращенные при сильно разреженной посадке, или товарные сеголетки средней массой от 180 до 275 г имели приведенную массу на единицу длины лишь на 1 мг больше, чем сеголетки массой 25–30 г, выращенные при уплотненных посадках с кормлением (Головинская, 1954, 1955 (цит. по Полякову, 1959 [6])).

Долгое время ученых интересовали вопросы накопления и расходования питательных веществ в теле рыб, в том числе в связи с их хозяйственным использованием (М. И. Шатуновский, 1986) [7]. Рыбоводные показатели тесно связывали с физиологическими и биохимическими особенностями развития и роста организма. Н. И. Чугунова с соавт. (1961) [8] утверждали, что оба процесса – рост и изменение содержания липидов – являются мобильными свойствами рыб, которыми они отвечают на сезонные изменения среды в соответствии с физиологическими требованиями организма, неодинаковыми в различное время года.

При изучении роста рыб необходимо достаточно полно представлять себе процессы накопления и изменения количества влаги в их теле. Организм рыб – это мобильная биологическая система, находящаяся в состоянии динамического равновесия с окружающей средой. Результаты роста рыб в искусственных условиях представляют собой триединство взаимодействия внешних факторов, обеспечивающих комфортность условий содержания, продолжительности выращивания и особенностей роста, заложенных на генетическом уровне.

Цель исследований состояла в разработке нового подхода не только к оценке роста рыб, накоплению массы, но и к определению их некоторых физиолого-биохимических показателей при наличии минимального количества данных.

Материал и методы исследования

Материалами для исследования послужили данные Г. Д. Полякова (1959) [6] по росту сеголеток карпа (*Cyprinus carpio* L.) и данные, полученные нами в 2013 г. в ОАО «Рыбхоз «Полесье» (Брестская область, Республика Беларусь). Они использованы для расчета количества влаги, сухого вещества и калорийности сеголеток карпа.

Выращивание сеголеток карпа проводили на двух рыбоводных участках ОАО «Рыбхоз «Полесье»: «Центральный», где выращивают товарную рыбу с нормативной (уплотнённой) посадкой, и «Дубое» – участок по выращиванию племенного материала карпа при разреженных посадках. Оба рыбоводных участка находятся в идентичных климатических условиях, на расстоянии 50 км друг от друга, имеют сходную температуру водной среды, однако существенно отличаются по кормовой базе для карпа и гидрохимическому режиму.

В 2013 г. пробы сеголеток карпа собирались с периодичностью 10 суток в течение 3 месяцев, начиная с 20 июня по 10 сентября, а также 10 октября 2013 г. Рыбу отбирали в живом виде при проведении контрольных обловов и определяли их среднюю штучную массу.

Определение содержания влаги и сухого вещества проводили в соответствии с практическим руководством для рыбоводов [9]. Отбирали среднюю пробу и доводили общую массу исследуемой рыбы в июне – июле до 10 г и более, в августе – октябре – до 100 г и более.

Количество влаги и калорийность тела рыб определяли по формуле, отражающей пропорциональность энергии и влаги в теле рыб [10]. В соответствии с ней за основу принимается 75 %-ное содержание влаги в теле рыб, а калорийность 1 г живой массы, равной энергетической ценности – 1 ккал, соответствует наличию 25 % сухого вещества. Таким образом, 100 % сухой стандартной массы рыбы будет соответствовать 4 ккал. Следовательно, например, если калорийность 1 г равна 0,4 ккал – это соответствует 10 % сухого вещества в теле рыбы. Тогда, соответственно ($100 \% - 10 \% = 90 \%$), получаем содержание воды в теле рыбы. На основании этого рассчитывалось содержание влаги и сухого вещества.

При изучении процессов потери влаги организмом и накопления сухого вещества использовалась полученная нами ранее формула, описывающая процесс накопления массы [11]. При расчётах исследуемых показателей использовалось приложение Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Динамика массы и биохимических показателей сеголеток карпа. При завершении периода выращивания сеголеток карпа оказалось, что их масса была близка к нормативной (табл. 1). Нормативная посадка личинок карпа на выращивание в России и Республике Беларусь составляет 40 тыс. шт./га [12], в результате чего средняя масса выращенных сеголеток составляет 25 г. Этот показатель принят нами как контроль, что при племенной работе соответствует уплотнённой посадке. По тем же нормативам при разреженном выращивании племенного материала карпа (25 тыс. шт./га) конечная масса сеголеток составляет 40 г.

Динамика массы выращиваемых сеголеток соответствовала литературным данным [6, 13], что позволило в дальнейшем использовать их при расчётах сухого вещества и содержания влаги в те периоды, когда данные показатели не были определены биохимическими методами.

Определение биохимических показателей выращиваемых сеголеток карпа при нормативной (уплотнённой) и разреженной посадке на фоне сезонного изменения температуры воды в прудах показало постепенное уменьшение содержания в их теле влаги, и соответственно, увеличение количества сухого вещества, а также калорийности (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика массы, содержания влаги и калорийности сеголеток карпа,
ОАО «Рыбхоз «Полесье», 2013 г.**

Участок	Показатель	Период, сут									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	120
Центральный	Масса, г	1,41	2,48	4,07	6,14	9,09	12,42	16,73	21,75	27,19	28,12
	Калорийность, ккал/г	0,47	0,59	0,66	0,74	0,79	0,87	0,88	0,94	0,95	1,01
	Содержание влаги, %	88,30	85,20	83,50	81,50	80,20	78,30	77,90	76,40	76,20	74,80
Дубое	Масса, г	1,83	4,80	11,4	18,24	26,44	31,28	35,95	40,26	44,29	45,14
	Калорийность, ккал/г	0,49	0,54	0,65	0,74	0,84	0,86	0,98	0,98	1,03	1,11
	Содержание влаги, %	87,70	86,50	83,70	81,40	79,10	78,50	75,60	75,70	74,30	72,30

Отмечено, что более комфортные условия выращивания обеспечили как лучший рост, так и накопление сухого вещества. Содержание влаги в организме рыб составило менее 76 %, что можно считать показателем качества выращенных сеголеток [14]. Разреженная посадка при выращивании сеголеток племенного карпа на рыбноводном участке «Дубое» позволила добиться более высокой средней массы при снижении содержания влаги к концу выращивания, что подтверждает их хорошую подготовку к зимовке (табл. 1).

В качестве примера нами были проанализированы данные Полякова (1959) [6] по живой массе и калорийности сеголеток карпа (табл. 2) и дополнены одним из важных показателей подготовленности рыб к зимовке – содержанием в теле влаги. По нашим расчетам, только при выращивании карпа в условиях, обозначенных в вариантах 3 и 4, содержание влаги в его организме свидетельствовало об адекватной подготовленности к зимовке.

Алгоритм расчёта динамики сухого вещества и влажности организма рыб на примере сеголеток карпа. Для изучения процессов потери влаги и накопления сухого вещества организмом использовалась формула, описывающая процесс накопления массы тела и позволяющая рассчитать коэффициент накопления массы K_m путем извлечения корня T -й степени из отношения конечного значения сухой массы M_T по истечении периода времени T к начальному значению сухого вещества M_0 :

$$K_m = (M_T / M_0)^{1/T}.$$

**Динамика массы и калорийности по Полякову (1959)
и содержания влаги у сеголеток карпа в первый вегетационный период
при выращивании в различных условиях**

Вариант	Показатели		Период выращивания, сут									
			1	15	30	45	60	75	90	105	120	
1	Естественный корм	Нормативная посадка	Масса, г	0,01	0,15	4,80	11,70	17,30	22,05	25,20	26,45	27,00
		Калорийность, ккал/г	0,40	0,47	0,80	0,71	0,74	0,75	0,76	0,78	0,80	
		Влага, %	90,00	88,25	80,00	82,25	81,50	81,25	81,00	80,50	80,00	
2	Естественная посадка	Уплотнённая посадка	Масса, г	0,01	0,15	3,04	7,40	10,80	12,90	13,80	14,70	15,30
		Калорийность, ккал/г	0,40	0,47	0,80	0,65	0,67	0,66	0,67	0,68	0,69	
		Влага, %	90,00	88,25	80,00	83,75	83,25	83,50	83,25	83,00	82,75	
3	Кормление комбикормом	2-4-кратная плотность посадки	Масса, г	0,01	0,15	2,93	6,25	12,00	19,20	23,60	26,00	28,30
		Калорийность, ккал/г	0,40	0,47	0,70	0,78	0,91	0,95	1,02	1,07	1,11	
		Влага, %	90,00	88,25	82,50	80,50	77,25	76,25	74,50	73,25	72,25	
4	Кормление комбикормом	0,5-0,7-кратная плотность посадки	Масса, г	0,01	0,15	2,40	8,00	16,00	30,20	35,90	40,60	47,40
		Калорийность, ккал/г	0,40	0,47	Нет данных	0,70	0,69	0,66	1,08	1,09	1,15	
		Влага, %	90,00	88,25	Нет данных	82,50	82,75	83,50	73,00	72,75	71,25	

Значения сухого вещества M_t в любой период времени t , при условии, что $1 \leq t \leq T$, рассчитывали по формуле

$$M_t = M_0 (K_M)^t.$$

За период изучения был принят интервал в 30 суток (табл. 3).

При проведении данных расчетов за единицу брали сухое вещество растущего организма рыбы, значение коэффициента накопления выше 1 указывает на то, что рыба имела определенный среднесуточный процент прироста исследуемых значений. При накоплении один и тот же процент прироста начисляется на полученные ранее значения, т. е. соблюдается принцип сложных процентов, который отражен в накоплении процентов на сумму значений и накопленных ранее процентов:

$$M_{t+1} = M_t \cdot K_M. \quad (1)$$

Если за единицу брали наличие влаги в организме рыбы, то значение коэффициента убывания ниже 1. Таким образом, коэффициент убывания указывает на то, что рыба теряет влагу из организма, т. е. имеет определенный среднесуточный процент потерь исследуемых значений. При снижении показателя влаги один и тот же процент потерь начисляется на полученные ранее значения. В данном случае соблюдается принцип сложных процентов, который отражен в снижении суммы значений с учетом предыдущих потерь. Используя формулу (1), получаем, что влага в данном случае замещалась приростом сухого вещества в организме рыб, живая масса которых увеличивалась.

Процессы накопления или потерь вещества описываются как дисконтирование изучаемых значений при полученной в исследовании ставке процента. Собственно показатель коэффициента накопления или коэффициента убывания доли влаги представляет собой дисконтирующий множитель, а ставка процента рассчитывалась по следующей формуле:

$$P = |K_M - 1|.$$

При факторном анализе особое внимание уделяли именно данной ставке процента, т. к. факторы оказывали влияние именно на изменение ставки процента, которая незначительно изменяясь, сильно влияла на конечный результат.

Расчёт содержания влаги и сухого вещества сеголеток карпа в условиях минимума информации. Предложенный выше алгоритм расчета показателей эффективности выращивания молоди карпа, основанный на реальных показателях массы и содержания влаги (табл. 3), был опробован на примере выращивания карпа в течение одного месяца (10 сентября – 10 октября 2013 г.) при условии, что была известна начальная и конечная масса, а также биохимическими методами определено наличие влаги в организме.

Таблица 3

Динамика содержания влаги и сухого вещества в организме сеголеток карпа, ОАО «Рыбхоз «Полесье», 10 сентября – 10 октября 2013 г.

Сутки	Участок «Центральный»				Участок «Дубое»			
	Коэффициент убывания	Влага, %	Коэффициент накопления	Сухая масса, %	Коэффициент убывания	Влага, %	Коэффициент накопления	Сухая масса, %
1	0,999382	76,15291	1,001907	23,84539	0,999091	74,23245	1,002501	25,76428
2	0,999382	76,10586	1,001907	23,89086	0,999091	74,16496	1,002501	25,82872
3	0,999382	76,05883	1,001907	23,93643	0,999091	74,09754	1,002501	25,89332
4	0,999382	76,01183	1,001907	23,98208	0,999091	74,03017	1,002501	25,95809
5	0,999382	75,96486	1,001907	24,02781	0,999091	73,96287	1,002501	26,02301
6	0,999382	75,91792	1,001907	24,07364	0,999091	73,89562	1,002501	26,08810
7	0,999382	75,87101	1,001907	24,11955	0,999091	73,82844	1,002501	26,15335
8	0,999382	75,82412	1,001907	24,16554	0,999091	73,76132	1,002501	26,21876
9	0,999382	75,77727	1,001907	24,21163	0,999091	73,69426	1,002501	26,28434
10	0,999382	75,73045	1,001907	24,25780	0,999091	73,62726	1,002501	26,35008
11	0,999382	75,68365	1,001907	24,30407	0,999091	73,56032	1,002501	26,41599
12	0,999382	75,63688	1,001907	24,35042	0,999091	73,49345	1,002501	26,48206
13	0,999382	75,59014	1,001907	24,39685	0,999091	73,42663	1,002501	26,54830
14	0,999382	75,54344	1,001907	24,44338	0,999091	73,35987	1,002501	26,61470
15	0,999382	75,49675	1,001907	24,49000	0,999091	73,29318	1,002501	26,68127
16	0,999382	75,45010	1,001907	24,53670	0,999091	73,22654	1,002501	26,74800
17	0,999382	75,40348	1,001907	24,58350	0,999091	73,15997	1,002501	26,81490
18	0,999382	75,35689	1,001907	24,63038	0,999091	73,09346	1,002501	26,88197
19	0,999382	75,31032	1,001907	24,67735	0,999091	73,02700	1,002501	26,94921
20	0,999382	75,26379	1,001907	24,72441	0,999091	72,96061	1,002501	27,01661
21	0,999382	75,21728	1,001907	24,77157	0,999091	72,89428	1,002501	27,08419
22	0,999382	75,17080	1,001907	24,81881	0,999091	72,82801	1,002501	27,15193
23	0,999382	75,12435	1,001907	24,86614	0,999091	72,76180	1,002501	27,21984
24	0,999382	75,07793	1,001907	24,91356	0,999091	72,69565	1,002501	27,28792
25	0,999382	75,03153	1,001907	24,96107	0,999091	72,62956	1,002501	27,35617
26	0,999382	74,98517	1,001907	25,00868	0,999091	72,56352	1,002501	27,42459
27	0,999382	74,93883	1,001907	25,05637	0,999091	72,49755	1,002501	27,49319
28	0,999382	74,89253	1,001907	25,10416	0,999091	72,43164	1,002501	27,56195
29	0,999382	74,84625	1,001907	25,15203	0,999091	72,36579	1,002501	27,63089
30	0,999382	74,80000	1,001907	25,20000	0,999091	72,30000	1,002501	27,70000

В указанный период происходило активное замещение влаги в организме рыбы на сухое вещество, что способствовало накоплению сеголетками карпа питательных веществ для обеспечения их благоприятной зимовки. Доля потерь влаги (ставка процента), рассчитанная по коэффициенту убывания воды для сеголеток карпа, выращенных на участке «Дубое», была больше почти на 47 %, чем на участке «Центральный». В то же время доля потерь влаги, рассчитанная по коэффициенту накопления сухого вещества для сеголеток карпа, выращенных на участке «Дубое», также была выше более чем на 30 %.

Обсуждаемый способ расчёта эффективности выращивания молоди карпа оказался пригодным и при оценке эффективности выращивания таких сельскохозяйственных животных, как крупный рогатый скот [15]. Несмотря на детальное изучение процессов накопления живой массы у разных видов низших и высших позвоночных из естественных популяций [16], взаимосвязи их роста и метаболизма или роста и продуктивности еще не являлись предметом исследований. На наш взгляд, предложенный способ определения динамики накопления сухого вещества и влаги в их организме может быть использован для этих задач в условиях дефицита информации, в частности по биохимическим показателям.

Заключение

Данные научной литературы и собственные экспериментальные исследования динамики роста рыб позволили разработать подход, достаточно адекватно описывающий процесс накопления сухого вещества в организме отдельной особи. Это позволило сравнивать особенности роста особей одного вида рыб, обитающих в разных условиях. Установлено, что при достаточно близких климатических условиях, идентичных значениях температуры водной среды (т. к. два участка ОАО «Рыбхоз «Полесье» находятся на расстоянии 50 км друг от друга), между ними были существенные отличия в кормовой базе для такого обычного в рыбоводстве вида, как карп. Но в процессе изучения выявлено, что интенсификация рыбохозяйственной деятельности в сочетании с пунктуальным соблюдением основных требований технологии выращивания позволяет получать и контролировать процесс получения качественного посадочного материала – сеголеток карпа. Особенный физиологический период в жизнедеятельности рыбы в преддверии зимнего похолодания, выявленный нами, заключается в активном накоплении сухого вещества, что способствует успешной зимовке выращенных сеголеток карпа. Интенсивность процесса накопления сухого вещества выше у более крупных сеголеток карпа, выращенных при меньших значениях плотности посадки. В связи с этим обоснована диверсификация процесса выращивания сеголеток карпа в зависимости от поставленной цели: товарное или племенное выращивание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пегель В. А., Лихачева Л. А., Лопухов В. В. Адаптивные реакции пресноводных рыб на изменение гидростатического давления // Биологические основы рыбоводства. Актуальные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. М.: Наука, 1984. С. 85–98.
2. Суховерхов Ф. М. Влияние условий выращивания и содержания сеголетков на их зимостойчивость // Рыбное хозяйство. 1949. № 5. С. 21–27.
3. Канаев А. И. Новый метод зимовки рыбы. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 48 с.
4. Серпунин Г. Г. Гематологические показатели адаптации рыб. Калининград: Изд-во КГТУ, 2010. 460 с.
5. Кирпичников В. С., Берг Р. Л. К проблеме повышения зимостойчивости сеголетков карпа, амурского сазана и их гибридов. Сообщение I // Зоологический журнал. 1952. Т. XXXI, вып. 4. С. 595–604.
6. Поляков Г. Д. Взаимосвязь линейного роста, увеличения веса, накопления веществ и энергии в теле сеголетков карпа, выращиваемых в разных условиях // Тр. Всесоюз. совещ. «Биологические основы рыбного хозяйства». Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1959. С. 101–108.
7. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. 288 с.
8. Чугунова Н. И., Ассман А. В., Макарова Н. П. Рост и динамика жирности у рыб как приспособительные процессы (на основании экспериментального исследования сазана в дельте Волги) // Тр. Ин-та морфологии животных им. А. Н. Северцова. 1961. Вып. 39. С. 96–157. 181
9. Иванов А. П. Химический анализ рыб и их кормов. Методическое пособие. М.: Рыбное хозяйство, 1963. 38 с.
10. Баранова В. П., Максимова Л. П., Сахаров А. М. Определение количества потребленного рыбами естественного и искусственного корма по уравнению энергетического баланса. Интенсификация разведения карповых рыб // Изв. ГосНИОРХ. 1974. Т. 88. С. 47–64.
11. Шумак В. В. Моделирование роста сеголетков племенного карпа // Изв. Калининград. гос. техн. ун-та. 2014. № 32. С. 186–194.
12. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств / ред. В. И. Федорченко. М.: ВНИИПРХ, 1985. 56 с.
13. Поляков Г. Д. О приспособительном значении изменчивости веса сеголетков карпа // Зоологический журнал. 1958. Т. 37, № 3. С. 403–415.
14. Лиманский В. В., Яржомбек А. А., Бекина Е. Н., Андроников С. Б. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыб. М.: ВНИИПРХ, 1984. 55 с.
15. Шумак В. В., Пекун В. В. Товарное выращивание крупного рогатого скота // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 1 (60). Ч. I. С. 28–32.
16. Мина М. В., Клевезаль Г. А. Рост животных: анализ на уровне организма. М.: Наука, 1976. 292 с.

Статья поступила в редакцию 12.04.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шумак Виктор Викторович – Республика Беларусь, 225710, Пинск; Полесский государственный университет; канд. биол. наук, доцент; зав. кафедрой промышленного рыбоводства и переработки рыбной продукции; vshumak@yandex.ru.

V. V. Shumak

NEW WAY OF THE ASSESSMENT
OF EFFICIENCY OF CULTIVATION OF FINGERLINGS
OF THE CARP *CYPRINUS CARPIO* L.

Abstract. The growth of fingerlings of the carp *Cyprinus carpio* L. in the pond conditions of the Republic of Belarus is studied. The new calculation method of determination of moisture and dry substance content and also caloric content of carp fingerlings is offered. Its application has shown a possibility of determination of the value of these indicators in the course of cultivation of fish without regular biochemical tests. The data of scientific literature and the own pilot studies of the dynamics of fish growth have allowed to develop the approaches, which rather adequately describe the process of accumulation of dry substance in the organism of a separate individual. It has allowed to compare the features of growth of individuals of one fish species living in the different conditions. The studies were carried out under rather close climatic conditions and identical temperatures of the water environment on two sites of JSC "Fish Farm "Polesye", which are on the distance of 50 km from each other. However, the areas differed in forage base for such a common species for fish breeding, as carp and in hydrochemical mode. It is found that the intensification of fishing activity in combination with punctual observance of the main requirements of the cultivation technology allows to receive qualitative stocking material – a carp fingerling and control the process of their breeding. The revealed special physiological period in the fish life activity before winter colds consists in active accumulation of dry substance that promotes successful wintering of the grown-up carp fingerlings. The intensity of the process of accumulation of dry substance is higher in larger carp fingerlings, which are grown up at the smaller density of stocking. In this regard it is necessary to recommend diversification of the process of cultivation of carp fingerlings depending on the goal: commodity or breeding cultivation.

Key words: carp *Cyprinus carpio* L., fingerlings, growth, pond, dry mass, caloric content.

REFERENCES

1. Pegel' V. A., Likhacheva L. A., Lopukhov V. V. Adaptivnye reaktsii presnovodnykh ryb na izmenenie gidrostaticheskogo davleniia [Adaptive responses of fresh-water fishes to change in hydrostatic pressure]. *Biologicheskie osnovy rybovodstva. Aktual'nye problemy ekologicheskoi fiziologii i biokhimii ryb*. Moscow, Nauka Publ., 1984. P. 85–98.
2. Sukhoverkhov F. M. Vliianie uslovii vyrashchivaniia i sodержaniia segoletkov na ikh zimoustoichivost' [Influence of the conditions of cultivation and keeping of fingerlings on their tolerance for winter conditions]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1949, no. 5, pp. 21–27.
3. Kanaev A. I. *Novyi metod zimovki ryby* [New method of fish wintering]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1975. 48 p.
4. Serpunin G. G. *Gematologicheskie pokazateli adaptatsii ryb* [Hematologic indicators of fish adaptations]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2010. 460 p.
5. Kirpichnikov V. S., Berg R. L. K probleme povysheniia zimoustoichivosti segoletkov karpa, amurskogo sazana i ikh gibridov. Soobshchenie I [To the problem of increase of tolerance for winter conditions of fingerlings of carp, Amur sazan and their hybrids]. *Zoologicheskii zhurnal*, 1952, vol. XXXI, iss. 4, pp. 595–604.
6. Poliakov G. D. Vzaimosviaz' lineinogo rosta, uvelicheniia vesa, nakopleniia veshchestv i energii v tele segoletkov karpa, vyrashchivaemykh v raznykh usloviiakh [Interrelation of linear growth, increase in weight, accumulation of substances and energy in a body of the carp fingerlings, which are grown up in different conditions]. *Trudy Vsesoiuznogo soveshchaniia «Biologicheskie osnovy rybnogo khoziaistva»*. Tomsk, Izd-vo Tomskogo universiteta, 1959. P. 101–108.
7. Shatunovskii M. I. *Ekologicheskie zakonomernosti obmena veshchestv morskikh ryb* [Ecological regularities of metabolism of sea fishes]. Moscow, Nauka Publ., 288 p.

8. Chugunova N. I., Assman A. V., Makarova N. P. Rost i dinamika zhirnosti u ryb kak prisposobitel'nye protsessy (na osnovanii eksperimental'nogo issledovaniia sazana v del'te Volgi) [Growth and dynamics of fat content in fish as adaptive processes (on the basis of the pilot study of sazan in the delta of Volga)]. *Trudy Instituta morfologii zhivotnykh im. A. N. Severtsova*, 1961, iss. 39, pp. 96–157.

9. Ivanov A. P. *Khimicheskii analiz ryb i ikh kormov. Metodicheskoe posobie* [Chemical analysis of fishes and their forage]. Moscow, Rybnoe khoziaistvo Publ., 1963. 38 p.

10. Baranova V. P., Maksimova L. P., Sakharov A. M. Opredelenie kolichestva potreblennogo rybami estestvennogo i iskusstvennogo korma po uravneniiu energeticheskogo balansa. Intensifikatsiia razvedeniia karpovykh ryb [Definition of quantity of the natural and artificial forage consumed by fishes on the equation of energy balance. Intensification of cultivation of Karpov of fishes]. *Izvestiia GosNIORKh*, 1974, vol. 88, pp. 47–64.

11. Shumak V. V. Modelirovanie rosta segoletkov plemennogo karpa [Modeling of growth of finger-lings of breeding carp]. *Izvestiia Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2014, no. 32, pp. 186–194.

12. Rybovodno-biologicheskie normy dlia ekspluatatsii prudovykh khoziaistv [Fish-breeding and biological norms for operation of pond farms]. Redaktor V. I. Fedorchenko. M.: VNIIPRKh, 1985. 56 p.

13. Poliakov G. D. O prisposobitel'nom znachenii izmenchivosti vesa segoletkov karpa [About adaptive value of variability of weight of carp fingerlings]. *Zoologicheskii zhurnal*, vol. 37, no. 3, pp. 403–415.

14. Limanskii V. V., Iarzhombek A. A., Bekina E. N., Andronikov S. B. *Instruktsiia po fiziologo-biokhimicheskim analizam ryb* [Instruction on physiological and biochemical analyses of fishes]. Moscow, VNIIPRKh, 1984. 55 p.

15. Shumak V. V., Pekun V. V. Tovarnoe vyrashchivanie krupnogo rogatogo skota [Commodity cultivation of cattle]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2014, no. 1 (60), part I, pp. 28–32.

16. Mina M. V., Klevezal' G. A. *Rost zhivotnykh: analiz na urovne organizma* [Growth of animals: the analysis at the level of an organism]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 292 p.

The article submitted to the editors 12.04.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shumak Viktor Viktorovich – Republic of Belarus, 225710, Pinsk; Polesky State University; Candidate of Biology, Assistant Professor; Head of the Department of Industrial Fish Breeding and Processing of Fish Production; vshumak@yandex.ru.

