

В.Н.Крайнюк

*Опорный пункт в г. Караганде Северного филиала КазНИИРХ
(E-mail: karagan-da@mail.ru)*

Половая изменчивость морфофизиологических индексов у окуня *Perca fluviatilis* L., 1758 (Percidae) из водоемов Центрального Казахстана

Для анализа морфофизиологической изменчивости был применен статистический аппарат, используемый при исследовании линейно-весовых отношений. Для ряда изученных популяций окуня из водоемов Центрального Казахстана показано наличие половой динамики исследованных признаков. Было отмечено влияние на половую изменчивость морфофизиологических признаков фенологических факторов и условий среды обитания.

Ключевые слова: окунь, морфофизиологические индексы, изменчивость, регрессионные уравнения, Центральный Казахстан.

Оценка состояния организмов и их совокупностей достаточно часто привлекает внимание исследователей. Избираемые методы различаются своим уровнем, сложностью, приемами работы и пр. Но результаты этих работ имеют единую цель: дать оценку и определить влияющие факторы. Если с оценкой, как с категорией субъективной, обычно не возникает трудностей, то определение причин наблюдаемой ситуации зачастую не бывает однозначным.

Одним из методов оценки является метод морфофизиологических индикаторов, предложенный академиком С.С.Шварцем [1]. Данный метод превосходит возможности простого морфологического анализа, но вполне естественно уступает исследованию физиолого-биохимической динамики [2]. Суть данного метода заключается в изучении изменчивости весовых характеристик внутренних органов и поиске ее корреляций с внешними факторами. Обычно данный метод связывают с экологической индикацией различных видов загрязнения среды обитания [3]. Гораздо реже исследуются внутренние причины динамики весовых показателей органов. Здесь стоит упомянуть работу по морфофизиологической изменчивости окуня В.П.Аббакумова [4], обнаружившего размерно-возрастные особенности формирования значений ряда индексов и ряд других [5–8].

Актуальность изучения внутренней (половой, размерно-возрастной) динамики индексов внутренних органов заключается в том числе в вычленении данного вида изменчивости для более реального определения влияния внешних факторов. Это позволяет повысить достоверность использования морфофизиологической индикации.

Целью данной работы является определение половой изменчивости трех интерьерных индексов (печень, сердце, селезенка) у окуня из водоемов Центрального Казахстана.

Для оценки изменчивости индексов был адаптирован ряд статистических приемов, используемых при анализе линейно-весовых соотношений, которые по своей сути также являются морфофизиологическими признаками.

Материалы и методики

Материал собирался в полевых условиях в течение 2013–2015 гг. Всего для анализа половой изменчивости было использовано 190 экз. окуня из 7 водоемов.

Вес тела и тушки определялся по общепринятой методике [9]. Печень взвешивалась без желчного пузыря. За вес сердца принималась масса желудочка и артериального ствола. Предсердие не взвешивалось ввиду большого влияния на его массу содержащейся в нем крови, на удаление которой требуется значительное время, что при полевых исследованиях ведет к снижению эффективности работы оператора.

Определение веса органов производилось на весах ВК-300 (ошибка — 0,01 г). Индексы рассчитывались от массы тушки (масса тела без внутренностей), для печени — в процентах, для сердца и селезенки — в промилле. Полученные данные обрабатывались методами вариационной статистики [10, 11]. Статистическая обработка осуществлялась с использованием MS Excel 2003 [12] и IBM SPSS v. 22 [13]. Достоверность различий принималась для $\alpha \leq 0,05$.

Применялись следующие обозначения: w — вес тушки (вес тела без внутренностей); H — печень; C — сердце; S — селезенка; HSI — гепатосоматический индекс; CSI — кардиосоматический индекс; SSI — спленосоматический индекс; σ — стандартное отклонение; $CL 95\%$ — доверительный предел при 95 % вероятности; t — значение T -критерия; F — значение F -критерия; α — уровень достоверности; $ОЛМ$ (повтор) — значения критерия межгрупповых эффектов общей линейной модели (однофакторный дисперсионный анализ) с повторными измерениями. Сокращения при обозначении водоемов: вдхр. — водохранилище; оз. — озеро; пл. — плотина; ГУ — гидроузел на канале им. К.Сатпаева. Прочие обозначения и сокращения объясняются по тексту.

Результаты и обсуждение

Предваряя описание результатов исследований, необходимо дать пояснения к методическим подходам, примененным в данной работе.

Весовые отношения органа и тела обычно описываются уравнением степенной регрессии [14]

$$O = aW^b, \quad (1)$$

где O — масса органа; W — вес тела (тушки); a и b — коэффициенты.

Наиболее часто это уравнение применяется в исследовании зависимости длины и массы тела. Для этого анализа разработан ряд показателей, называемых «показателями состояния» (*condition factors*). Одним из них является общеизвестный коэффициент упитанности — такой же, в принципе, морфофизиологический индекс, как и описываемые ниже. Линейно-весовые отношения базируются на кубической зависимости. Для соотношения весовых показателей тела и органов степенной показатель будет иметь иные значения.

В условно идеальном организме на репродуктивноспособной стадии аллометрия роста должна меняться изометрией, так как ходом онтогенеза не предусматривается серьезных необратимых (нециклических) изменений. Естественно, что в природе не существует строгого соответствия роста органов и целого организма, который можно было бы описать единым уравнением. Здесь предостережительно упомянуто о нециклическости динамики, так как во взрослом состоянии организм подвержен определенным циклам, тесно связанным с окружающей средой и отличающимся от таковых на ювенильной и старческой стадиях. Базовым фактором в данном случае выступает процесс размножения.

Ранее развивалась идея о схожести закономерностей соотношений линейно-весового роста и белкового роста [2, 15], что также применимо и к росту органов. В этом случае вполне возможно использовать статистический аппарат, наработанный для анализа линейно-весового роста, в том числе и адаптировать ряд критериев оценки тех самых показателей состояния, упомянутых выше. В частности, достаточно перспективными могут быть показатели Ле Крена [16, 17], адаптированные для морфофизиологических исследований. В частности, при сравнении весовых показателей тела и органа изменения для организмов с «неограниченным» ростом в идеале, скорее всего, будут адекватно-изометрическими, соответственно «эталонная» экспонента будет равна не трем, а единице.

Общепринятое уравнение вычисления индексов органа выглядит следующим образом:

$$I_o = \frac{O}{W} \cdot 100\% \quad (2)$$

либо

$$I_o = \frac{O}{W} \cdot 1000\% \quad (2')$$

здесь I_o — индекс органа; O — масса органа; W — вес тела (тушки).

На уравнении (1) базируются модифицирующий показатель (Kr):

$$Kr = \frac{O_i}{aW_i^b} \quad (3)$$

Второй показатель (Ke) представляет собой теоретически ожидаемый индекс для каждой i -той особи:

$$Ke = 100 \cdot a \cdot W^{(b-1)} \text{ для печени} \quad (4)$$

$$\text{и } Ke = 1000 \cdot a \cdot W^{(b-1)} \text{ для сердца и селезенки.} \quad (4')$$

Множитель выбирается в зависимости от того, в чем рассчитываются индексы органа — в процентах или промилле.

Исходя из приведенных выше формул (2)–(4) вытекает следующее равенство:

$$I_o = Ke \cdot Kr. \quad (5)$$

Индекс органа разлагается на две составляющие, одна из которых характеризует изменчивость веса самого органа (Ke), представляя собой фактически индекс органа в идеальных условиях. Ke имеет высокую положительную корреляцию с индексом органа. Показатель Kr иллюстрирует общее модифицирующее воздействие на идеальный индекс органа суммы факторов, внешней, а возможно, и внутренней природы.

Еще один важный методический подход заключается в изучении изменчивости полов как внутри единой выборки из водоема, так и рассматривая их как дискретные общности. В первом случае мы наблюдаем вклад каждого из полов в общую изменчивость показателя. Во втором происходит попытка оценить различия направлений их векторов изменчивости. С учетом использования регрессионных функций результаты исследований дискретных выборок не дают при усреднении показатели общей группировки.

Соотношение полов в популяциях окуня в регионе, как правило, характеризуется значительным преобладанием самок [18], хотя бывают и исключения.

В таблице 1 для создания общей картины приведены данные по 3 морфофизиологическим индексам и их показателям для выборок, которые ниже будут рассмотрены в плане половой изменчивости.

Т а б л и ц а 1

Индексы внутренних органов и показатели их состояния в популяциях окуня из водоемов Центрального Казахстана (средние)

Водоем	w	HSI	b_H	Ke_H	Kr_H	CSI	b_C	Ke_C	Kr_C	SSI	b_S	Ke_S	Kr_S
Оз. Б.Каркаралинское	86	0,74	1,276	0,704	1,050	1,30	1,013	1,268	1,029	1,50	1,376	1,563	0,959
Оз. Шалкарколь	131	1,27	0,996	1,264	1,009	1,34	0,901	1,317	1,016	0,93	0,916	0,900	1,032
Оз. Койтас	138	1,32	1,091	1,275	1,033	1,35	0,894	1,315	1,025	–	–	–	–
Пл. Дерипсал	172	1,40	1,123	1,363	1,025	1,10	0,817	1,099	1,005	1,47	1,016	1,405	1,045
Вдхр. ГУ № 8	227	1,19	0,932	1,170	1,019	1,45	0,789	1,415	1,024	–	–	–	–
Вдхр. ГУ № 10	184	1,17	1,121	1,142	1,025	1,04	0,848	1,031	1,012	1,50	1,023	1,458	1,025
Вдхр. ГУ № 11	15	2,45	1,052	2,331	1,051	1,65	1,149	1,485	1,114	1,55	1,516	1,317	1,190

Приведенные данные достаточно разнородны. Так, по показателям печени выделяется своими низкими индексами выборка из оз. Большое Каркаралинское. Повышенное значение имеют выборки из вдхр. ГУ № 11 канала им. К.Сатпаева в зимне-весеннее время. По индексу сердца исследованные особи разделяются на 3 группы. Спленосоматический индекс понижен у окуней из оз. Шалкарколь. Часть этих различий имеет популяционное определение, другая часть зависит от сезона. Также не исключается влияние и прочих факторов.

В таблицах 2–4 даны материалы по индексам органов, коэффициентам регрессий и показателям состояния. Наиболее консервативным признаком в нашем случае проявил себя индекс сердца. Спленосоматический индекс также был менее вариабельным, чем гепатосоматический. Но Kr_H имел меньший диапазон изменчивости средних, чем соответствующие показатели других органов.

В таблице 5 приведены результаты оценки достоверности различий индексов внутренних органов между полами. Реальная дифференциация отмечается только по гепатосоматическому индексу в 3 выборках. Во всех трех случаях большие показатели имеют самки.

Для индексов селезенки и сердца достоверная половая изменчивость индексов не отмечается. Вместе с тем для обоих показателей обнаруживается строгая отрицательная корреляция между экспонентой b и средним значением массы тушки. Между собой b_C и b_S проявляют достоверную положительную корреляцию. Это может свидетельствовать о серьезной параллельной размерно-возрастной изменчивости весовых показателей данных органов. Показатели состояния Ke и Kr этих органов внутри единой выборки также не проявляли половой изменчивости (табл. 6).

Иное дело обстоит с показателями состояния печени. В двух случаях обнаруживались достоверные различия между самками и самцами по модифицирующему фактору Kr_H . Как мы предполагаем, это свидетельствует о различном влиянии внешних факторов на величину индекса. Для выборки из оз. Койтас вероятнее всего предположить действие каких-то сезонных показателей, таких как температура среды, длительность фотопериода и пр. Проще говоря, время завершения нагула характеризуется для данной выборки большим удельным весом печени у самок.

Т а б л и ц а 2

Половая изменчивость индекса печени и его показателей

Пол	$w \pm CL 95 \%$	$HSI, \%$	σ_{HSI}	a_H	b_H	Ke_H	Kr_H
Оз. Б.Каркаралинское, июль 2014 г.							
Самки	91 ± 19	0,81	0,35	0,0018	1,3176	0,739	1,097
Самцы	75 ± 25	0,56	0,16	0,0047	1,0319	0,537	1,040
Оз. Шалкарколь, август 2014 г.							
Самки	131 ± 31	1,28	0,18	0,0113	1,0233	1,262	1,014
Самцы	132 ± 66	1,26	0,18	0,0183	0,9180	1,247	1,007
Оз. Койтас, октябрь 2013							
Самки	155 ± 68	1,79	0,21	0,0151	1,0334	1,780	1,008
Самцы	131 ± 18	1,13	0,16	0,0095	1,0346	1,124	1,008
Пл. Дерипсал, июль 2014							
Самки	191 ± 52	1,41	0,39	0,0083	1,0973	1,354	1,038
Самцы	131 ± 32	1,38	0,32	0,0026	1,3397	1,339	1,031
Вдхр. ГУ № 8, июнь 2013 г.							
Самки	230 ± 35	1,24	0,28	0,0172	0,9336	1,211	1,023
Самцы	217 ± 42	1,05	0,14	0,0137	0,9495	1,047	1,007
Вдхр. ГУ № 10, август 2014 г.							
Самки	244 ± 95	1,25	0,36	0,0066	1,1142	1,206	1,033
Самцы	121 ± 63	1,02	0,27	0,0049	1,1536	1,007	1,018
Вдхр. ГУ № 11, февраль 2015							
Самки	15 ± 4	2,71	1,05	0,0098	1,3569	2,530	1,072
Самцы	15 ± 3	2,19	0,37	0,0439	0,7308	2,161	1,013

Т а б л и ц а 3

Половая изменчивость индекса сердца и его показателей

Пол	$w \pm CL 95 \%$	$CSI, \%$	σ_{CSI}	a_C	b_C	Ke_C	Kr_C
Оз. Б.Каркаралинское, июль 2014 г.							
Самки	91 ± 19	1,29	0,21	0,0012	1,0138	1,275	1,013
Самцы	75 ± 25	1,34	0,23	0,0011	1,0335	1,266	1,057
Оз. Шалкарколь, август 2014 г.							
Самки	131 ± 31	1,30	0,21	0,0022	0,8836	1,272	1,020
Самцы	132 ± 66	1,48	0,30	0,0018	0,9574	1,474	1,007
Оз. Койтас, октябрь 2013							
Самки	155 ± 68	1,32	0,20	0,0025	0,8660	1,297	1,016
Самцы	131 ± 18	1,36	0,25	0,0014	0,9966	1,377	0,988
Пл. Дерипсал, июль 2014							
Самки	191 ± 52	1,09	0,20	0,0030	0,7965	1,096	0,999
Самцы	131 ± 32	1,13	0,07	0,0012	0,9808	1,094	1,030
Вдхр. ГУ № 8, июнь 2013 г.							
Самки	230 ± 35	1,48	0,40	0,0047	0,7765	1,451	1,023
Самцы	217 ± 42	1,34	0,28	0,0016	0,9598	1,291	1,040
Вдхр. ГУ № 10, август 2014 г.							
Самки	244 ± 95	1,10	0,26	0,0013	0,9704	1,113	0,990
Самцы	121 ± 63	1,02	0,14	0,0027	0,7928	1,032	0,987
Вдхр. ГУ № 11, февраль 2015							
Самки	15 ± 4	1,67	0,55	0,0010	1,1520	1,495	1,122
Самцы	15 ± 3	1,63	0,49	0,0011	1,1462	1,622	1,007

Одна из основных функций печени — депонирование гликогена как запаса питательных веществ [2]. Возможно, что самки из оз. Койтас накапливают в печени больше гликогена, чем самцы.

Для особей из вдхр. ГУ № 8 канала им. К.Сатпаева пониженные значения гепатосоматического индекса у самцов, вероятнее всего, связаны с тем, что они еще не восстановились после нереста. Однако могут быть и другие причины данного явления. В частности, не стоит сбрасывать со счетов и

размерно-возрастную изменчивость [4, 5, 19, 20]. В целом же, как было отмечено ранее, индекс печени у самок выше.

Т а б л и ц а 4

Половая изменчивость индекса селезенки и его показателей

Пол	$w \pm CL 95 \%$	$SSI, \%$	σ_{SSI}	a_s	b_s	Ke_s	Kr_s
Оз. Б.Каркаралинское, июль 2014 г.							
Самки	91 ± 19	1,50	0,64	0,0001	1,5389	1,110	1,341
Самцы	75 ± 25	1,52	0,53	0,0008	1,1390	1,437	1,061
Оз. Шалкарколь, август 2014 г.							
Самки	131 ± 31	0,90	0,24	0,0010	0,9641	0,844	1,061
Самцы	132 ± 66	1,05	0,28	0,0032	0,7580	1,038	1,012
Пл. Дерипсал, июль 2014 г.							
Самки	191 ± 52	1,54	0,58	0,0014	1,0039	1,428	1,077
Самцы	131 ± 32	1,31	0,41	0,0014	0,9755	1,245	1,051
Вдхр. ГУ № 10, август 2014 г.							
Самки	244 ± 95	1,57	0,41	0,0012	1,0048	1,545	1,018
Самцы	121 ± 63	1,24	0,29	0,0077	0,6241	1,220	1,017
Вдхр. ГУ № 11, февраль 2015							
Самки	15 ± 4	1,21	0,72	0,00009	1,9246	1,081	1,117
Самцы	15 ± 3	1,88	1,12	0,0014	1,0535	1,613	1,168

Т а б л и ц а 5

Достоверность половых различий морфофизиологических индексов*

Водоем, дата	HSI		CSI		SSI		ОЛМ (повтор)	
	t	α	t	α	t	α	F	α
Оз. Б.Каркаралинское, 2014	2,594	0,015	0,502	0,625	0,125	0,902	0,315	0,579
Оз. Шалкарколь, 2014	0,310	0,762	1,656	0,132	1,454	0,176	3,533	0,069
Оз. Койтас, 2013	6,314	0,001	0,376	0,715	-	-	17,475	0,001
Пл. Дерипсал, 2014	0,220	0,828	0,704	0,487	1,279	0,213	0,664	0,422
Вдхр. ГУ № 8, 2013	2,792	0,009	1,242	0,227	-	-	3,180	0,083
Вдхр. ГУ № 10, 2014	1,339	0,225	0,800	0,443	1,627	0,177	2,094	0,170
Вдхр. ГУ № 11, 2015	1,339	0,214	0,143	0,888	1,412	0,183	0,018	0,895

Примечание. *Здесь и далее жирным шрифтом выделены достоверные различия.

Т а б л и ц а 6

Достоверность половых различий показателей состояния внутренних органов внутри единой выборки

Водоем	Ke_H		Kr_H		Ke_C		Kr_C		Ke_s		Kr_s		ОЛМ (повтор)	
	t	α	t	α	t	α	t	α	t	α	t	α	F	α
Оз. Б.Каркаралинское	1,024	0,327	1,971	0,061	1,023	0,329	0,542	0,598	1,025	0,326	0,913	0,383	1,053	0,314
Оз. Шалкарколь	0,224	0,828	0,331	0,746	0,152	0,882	1,600	0,146	0,164	0,873	1,448	0,176	3,367	0,075
Оз. Койтас	0,282	0,791	6,040	0,001	0,185	0,861	0,349	0,734	-	-	-	-	28,823	>10⁻³
Пл. Дерипсал	1,125	0,270	0,048	0,962	0,837	0,410	0,129	0,899	1,057	0,299	1,242	0,226	0,628	0,434
Вдхр. ГУ № 8	0,265	0,792	2,811	0,009	0,404	0,688	1,035	0,315	-	-	-	-	3,000	0,091
Вдхр. ГУ № 10	1,660	0,142	0,747	0,486	1,413	0,208	1,135	0,278	1,184	0,277	1,1427	0,230	1,958	0,184
Вдхр. ГУ № 11	0,054	0,958	1,338	0,214	0,051	0,960	0,168	0,869	0,043	0,966	1,453	0,178	0,464	0,507

Обработка данных по изменчивости признака внутри единой выборки позволяет вычлнить вклад каждой из групп в общую изменчивость. Поэтому различия и проявляются в модифицирующем показателе состояния Kr . В случае тождественности показателей различия между дискретностями не будут наблюдаться. В случае численного доминирования одной из групп при дифференцированных

значениях различия вряд ли будут достоверны. Только в случае, когда различия между сравниваемыми группировками значительны и их доли в выборке позволяют провести статистический анализ, мы будем иметь дело с жесткими значимыми различиями.

Резюмируя сказанное выше, можно заключить, что оценка дифференциации между полами внутри единых выборок показывает достаточно низкий уровень, что вытекает из их общего использования в расчете регрессионного уравнения. Тем не менее полученные достоверные различия более ценны и отражают действительно высокий уровень морфофизиологического разделения полов.

Сравнение полов как дискретных выборок с расчетом собственных регрессионных уравнений показало достаточно большие различия по показателю состояния Ke (табл. 7). Наибольшая дифференциация проявляется по печени и селезенке. Показатели состояния индекса сердца оказались более консервативны. Но, что самое интересное, различия в данном случае проявлялись в выборках с близкими весовыми характеристиками, т.е. вряд ли являются следствием размерной изменчивости.

Таблица 7

**Достоверность различий показателей состояния внутренних органов
между дискретными выборками полов**

Водоем	Ke_H		Kr_H		Ke_C		Kr_C		Ke_S		Kr_S		ОЛМ (повтор)	
	t	α	t	α	t	α	t	α	t	α	t	α	F	α
Оз. Б.Каркаралинское	8,681	>10⁻³	0,377	0,710	1,115	0,299	0,606	0,556	4,624	>10⁻³	1,877	0,083	0,407	0,529
Оз. Шалкарколь	0,651	0,535	0,127	0,901	10,392	>10⁻³	0,170	0,869	3,700	0,008	0,502	0,624	3,739	0,061
Оз. Койтас	40,826	>10⁻³	0,005	0,996	1,682	0,168	0,372	0,718	—	—	—	—	17,880	0,001
Пл. Дерипсал	0,245	0,811	0,082	0,935	0,032	0,975	1,051	0,302	45,019	>10⁻³	0,192	0,850	0,994	0,326
Вдхр. ГУ № 8	15,248	>10⁻³	0,240	0,812	4,204	>10⁻³	0,202	0,842	—	—	—	—	5,111	0,030
Вдхр. ГУ № 10	3,656	0,012	0,096	0,928	1,225	0,306	0,043	0,966	2,847	0,100	0,011	0,992	3,037	0,103
Вдхр. ГУ № 11	2,761	0,018	0,401	0,698	3,112	0,008	0,648	0,528	4,345	0,003	0,163	0,873	0,110	0,745

В случае сравнения дискретных выборок, если так можно выразиться, идет анализ векторов (направлений) изменчивости. Сами уравнения регрессии рассчитываются для разных выборок, и в дальнейшем происходит сравнение производных от этих уравнений. В данном случае легче получить достоверные различия. Соответственно, различия будут проявляться по показателю состояния Ke , который выше был назван «идеальным индексом».

ОЛМ показала высокие интегральные различия между полами для группировки из оз. Койтас по всем трем вариантам анализа: индексы, показатели состояния внутри единой выборки и между дискретными выборками. При этом, очевидно, подавляющий вклад в суммарную дифференциацию вносит состояние печени. Характерно, что серьезные интегральные различия наблюдаются в выборке, сделанной в критический сезон. Кроме того, интегральный вектор изменчивости органов различается у окуней из вдхр. ГУ № 8.

Обнаруженная картина изменчивости морфофизиологических признаков наводит на несколько предположений. Во-первых, индекс печени, вероятно, почти всегда больше у самок. У самцов, по всей видимости, больше индекс селезенки.

Во-вторых, на половую изменчивость влияют бифуркационные факторы, выводящие организм из состояния динамического (относительного) равновесия. В частности, предполагается определенное влияние на морфофизиологические показатели критических фенологических факторов и условий среды обитания.

Заключение

Статистический аппарат изучения линейно-весовых отношений, в принципе, показал свою приемлемость для оценки весовых отношений, в частности, морфофизиологических признаков. Достаточно перспективным нам представляется изучение динамики изменчивости выборок в двух вариантах — внутри единой совокупности и дискретностей между собой. Этому способствуют те статистические методы, которые основываются на получении регрессий.

Половая изменчивость морфофизиологических индексов проявляется у исследованных популяций окуня достаточно часто, особенно по гепатосоматическому индексу. Наибольшая дифференциация

ция наблюдается при исследовании «векторов» изменчивости в случае сравнения дискретных выделов. Вместе с тем, очевидно, что на половую изменчивость оказывают модифицирующее воздействие ряд других факторов, прежде всего — фенологические. В этой связи стоит рассматривать единый комплекс сезонно-половой изменчивости.

Из изученных выборок наибольшую интегральную половую дифференциацию проявляют особи из оз. Койтас, отловленные в предзимовальный период. Достаточно различающиеся «векторы» изменчивости обнаруживаются еще в ряде случаев.

Список литературы

- 1 Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.А. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. — Свердловск: Уральский рабочий, 1968. — 386 с.
- 2 Шульман Е.Г. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. — М.: Пищевая пром-сть, 1972. — 370 с.
- 3 Moiseenko T.I. Morphophysiological rearrangements in fish in response to pollution (in the light of S.S.Shvarts' theory) // Russ. Journ. Ecol. — 2000. — Vol. 31, № 6. — P. 463–472.
- 4 Аббакумов В.П. Возрастная изменчивость морфо-физиологических признаков окуня ильменя Горчичный // Вестн. Астраханского ГТУ. — 1994. — № 1. — С. 60–63.
- 5 Добринская Л.А. Органометрия некоторых видов рыб Обского бассейна: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Свердловск, 1964. — 18 с.
- 6 Crupkin M., Montecchia C.L., Trucco R.E. Seasonal variations in gonado-somatic index, liver-somatic index and myosin/actin ratio in actomyosin of mature hake (*Merluccius hubbsi*) // Comp. Biochem. Physiol. — 1988. — Vol. 89A, № 1. — P. 7–10.
- 7 Барабанов В.В., Распопов В.М. Половой диморфизм воблы р. Волги // Естественные науки. — 2009. — № 3(28). — С. 112–114.
- 8 Шайдуллина Ж.М. Сезонная и возрастная динамика морфофизиологических показателей леща реки Урал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Астрахань, 2009. — 24 с.
- 9 Правдин Н.И. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищевая пром-сть, 1966. — 376 с.
- 10 Плохинский Н.А. Биометрия. — М.: Изд. МГУ, 1970. — 367 с.
- 11 Животовский Л.А. Популяционная биометрия. — М.: Наука, 1991. — 271 с.
- 12 Коросов А.В., Горбач В.В. Компьютерная обработка биологических данных. — Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. — 76 с.
- 13 Бююль А., Цёфель П. SSPS: Искусство обработки информации. — СПб.: ДиаСофтЮП, 2005. — 608 с.
- 14 Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. Анализ на уровне организма. — М.: Наука, 1976. — 291 с.
- 15 Шульман Е.Г., Кокос Л.М. Особенности белкового роста и жиронакопления у черноморских рыб // Биология моря. — 1968. — № 15. — С. 159–217.
- 16 Le Cren E.D. The length–weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*) // J. Anim. Ecol. — 1951. — Vol. 20, № 2. — P. 201–219.
- 17 Froese R. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations // J. Appl. Ichthyol. — 2006. — Vol. 22, № 4. — P. 241–253.
- 18 Крайнюк В.Н., Асылбекова С.Ж. Материалы по плодовитости и воспроизводству окуня *Perca fluviatilis* L., 1758 (Percidae) в водохранилищах канала им. К.Сатпаева // Вестн. Астраханского ГТУ. Сер. рыб. хоз. — 2013. — № 3. — С. 38–45.
- 19 Крайнюк В.Н. Окунь *Perca fluviatilis* L., 1758 и щука *Esox lucius* L., 1758 в бассейне реки Кызылсу (левобережный приток Иртыша) // Актуальные проблемы экологии: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. — Караганда: Изд-во КарГУ, 2013. — С. 73–77.
- 20 Крайнюк В.Н. Изменчивость некоторых интерьерных признаков у щуки *Esox lucius* L., 1758 (Esocidae) из водохранилищ канала им. К.Сатпаева // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — 2014. — № 4. — С. 64–71.

В.Н.Крайнюк

Орталық Қазақстанда су алабұға *Perca fluviatilis* L., 1758 (Percidae) морфофизиологиялық көрсеткіштерінің жыныстық өзгермелілігі

Автор алабұғаның морфофизиологиялық өзгермелілігін талдау үшін желілік-салмақ қарым-қатынастарын зерттеуде пайдаланылатын статистикалық құралдарды қолданды. Белгілерінің жыныстық динамикасы Орталық Қазақстанда су алабұға популяциялар болуын көрсетті. Фенологиялық факторлар мен қоршаған ортаның жай жыныстық өзгермелілігі морфофизиологиялық белгілеріне әсері байқалды.

V.N.Krainyuk

Sexual variability of morpho-physiological indices in the perch *Perca fluviatilis* L., 1758 (Percidae) from Central Kazakhstan waters

For the analysis of morpho-physiological variability was used statistical tools used in the study of linear-weight relations. For some perch populations from Central Kazakhstan waters demonstrated the existence of sexual variability of this traits. The effect of phenological factors and environmental conditions on sexual variability of morpho-physiological traits was observed.

References

- 1 Shvartz S.S., Smirnov V.S., Dobrinsky L.A. *The method of morphophysiology indicators in terrestrial vertebrates ecology*, Sverdlovsk: Uralsky Rabochiy Publ., 1968, 386 p.
- 2 Shulman Ye.G. *Physiological-biochemical features of fishes annual cycles*, Moscow: Pishchevaya promyshlennost Publ., 1972, 370 p.
- 3 Moiseenko T.I. *Russ. J. Ecol.*, 2000, 31, p. 463–472.
- 4 Abbakumov V.P. *Bull. Astrakhan State Technic University*, 1994, 1, p. 60–63.
- 5 Dobrinskaya L.A. *The organometry of some species of fishes from Ob' watershed*: Thesis of cand. biol. sci., Sverdlovsk, 1964, 18 p.
- 6 Crupkin M., Montecchia C. L., Trucco R.E. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1988, 89A, p. 7–10.
- 7 Barabanov V.V., Paspopov V.M. *Natural Sciences*, 2009, 3(28), p. 112–114.
- 8 Shaidullina Zh.M. *Seasonal and ages dynamics of morpho-physiological traits of bram from Ural river*: Thesis of cand. biol. sci., Astrakhan, 2009, 24 p.
- 9 Pravdin N.I. *Manual for fishes study*, Moscow: Pishchevaya promyshlennost Publ., 1966, 376 p.
- 10 Plokhinsky N.A. *Biometry*, Moscow: Moscow. State Univ. Publ., 1970, 367 p.
- 11 Zhivotovsky L.A. *Population biometry*, Moscow: Nauka, 1991, 271 p.
- 12 Korosov A.V., Gorbach V.V. *Computer processing of biological data*, Petrozavodsk: Petrozavodsk State University Publ., 2007, 76 p.
- 13 Bühl A., Zöfel P. *SPSS: The craft of information processing*, Saint Petersburg, DiaSoftUP, 2005, 608 p.
- 14 Mina M.V., Klevezal G.A. *Growth of animals. Analysis in organism level*, Moscow: Nauka, 1976, 291 p.
- 15 Shulman Ye. G., Kokoz L.M. *Biology of sea*, 1968, 15, p. 159 — 217.
- 16 Le Cren E.D. *J. Anim. Ecol.*, 1951, 20, p. 201–219.
- 17 Froese R. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, 22, p. 241–253.
- 18 Krainyuk V.N., Assylbekova S.Zh. *Bull. Astrakhan State Technic University*, 2013, 3, p. 38–45.
- 19 Krainyuk V.N. *Actual problems of ecology*: Proc. of V Intern. Conf., Karaganda, 2013, p. 73–77.
- 20 Krainyuk V.N. *Bull. Karaganda State University, Ser. Biology. Medicine. Geography*, 2014, 4, p. 64–71.