

В. Н. Крайнюк, С. Ж. Асылбекова

ЛИНЕЙНО-ВЕСОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ У ЩУКИ *ESOX LUCIUS* L., 1758 (ESOCIDAE) ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩ КАНАЛА ИМ. К. САТПАЕВА

Проанализированы линейно-весовые отношения (*LWR*) у щуки из водохранилищ канала им. К. Сатпаева. За базисные показатели были приняты стандартная длина тела и масса тушки. Наряду с переменными основного уравнения *LWR* ($W = a \cdot L^b$), в анализе использовались «факторы состояния» K_{mean} и K_{rel} . Показано, что произведение этих показателей дает общеизвестный коэффициент упитанности. Ковариационный анализ выявил относительную независимость 4 показателей *LWR* (a , b , K_{mean} и K_{rel}). Использование этих 4 признаков в кластерном анализе позволило выявить 2 базовых кластера: вдхр. ГУ № 7 и 10. Отличия общей выборки из вдхр. ГУ № 10 обусловлены тем, что она сложена в основном особями, выловленными в зимне-весенний период. Для особей из вдхр. ГУ № 7 предполагается влияние внешних негативных факторов. Прочие выборки более сходны между собой по линейно-весовым соотношениям. Выборки щуки из вдхр. ГУ № 10 показывают достаточно выраженную половую изменчивость *LWR*, что особенно проявляется в периоды повышенного напряжения жизненных функций и концентрации. Показаны также различные для полов динамика степенного показателя b в зимне-весенний период и кривые уравнения *LWR* в целом. При анализе 6 выборок из вдхр. ГУ № 10 были получены 3 основных сезонных кластера: апрель, май, июль (1), январь, март (2) и июнь 2011 г (3). Таким образом, выборки дифференцировались как временные и сезонные. Анализ обобщенной выборки щук канала показал наличие значительной половой (эндогенной) изменчивости. Это следует признать одним из факторов динамики *LWR*. В общем для щук из водоемов канала показатели *LWR* являются вполне удовлетворительными.

Ключевые слова: линейно-весовые отношения, щука, водохранилища, канал им. К. Сатпаева.

Введение

Линейно-весовая зависимость в последнее время достаточно часто находится в поле зрения исследователей. Примером может служить кампания, проводимая Journal of Applied Ichthyology и интернет-ресурсом FishBase.org по публикации материалов со всего мира по различным видам рыб (например, [1–3]). В данном случае исследовались в основном именно видовые аспекты линейно-весовых отношений.

Начало исследований линейно-весовых взаимоотношений было положено Галилео Галилеем, сформулировавшим в 1638 г. закон квадрата – куба. Развитие положений этого закона в XIX – начале XX в. связано с хорошо известными именами: Т. У. Фултон, Ф. Хэйнке, Ф. Н. Кларк, Дж. Хаксли, И. И. Шмальгаузен и др. [4, 5].

Данный вопрос представлял и представляет не только теоретический интерес – он имеет и практическое приложение, в частности – в области прогнозирования и управления популяциями.

Считается, что взаимосвязь веса и длины тела имеет степенную кубическую зависимость. Это нашло отражение и в таком известном в ихтиологии показателе, как коэффициент упитанности. Однако при исследовании выборок жесткая кубическая зависимость встречается редко. Обычно степенной показатель (отражающий аллометрию роста) в той или иной мере лишь близок к трем.

Нами предпринята попытка анализа линейно-весовых соотношений у щуки *Esox lucius* (L., 1758) (Esocidae) из водохранилищ канала им. К. Сатпаева, где она занимает лидирующее положение в нише крупных хищников и является одним из объектов промысла. Линейный и весовой рост данного вида в разных водохранилищах канала не имеет значимых различий [6]. Нет четкой дифференциации линейного роста и по полам.

В этой связи особый интерес представляет исследование закономерностей линейно-весовых соотношений и их динамики в отдельных пространственных и временных (сезонных) группировках, а также в сегрегированных по половому признаку частных группах для оценки, анализа и прогнозирования качественного состояния популяций.

Целью наших исследований был анализ возможности использования линейно-весовых отношений для оценки состояния популяций щуки из водоемов канала им. К. Сатпаева и выявление возможных закономерностей.

Следует отметить, что уравнение линейно-весовых взаимоотношений (*LWR*) не является функцией роста как таковой, т. к. понятие роста предусматривает использование в качестве одной из переменных времени.

Материалы и методы исследований

Материалом для исследований служили собственные сборы на водохранилищах канала им. К. Сатпаева. Всего было проанализировано 395 особей. Рыба отлавливалась ставными сетями с ячеей от 30 до 80 мм. Размерно-весовые параметры определялись по стандартным методикам [7].

Анализ размерно-весовой зависимости проводился по R. Froese [5]. В качестве исходных параметров использовались длина тела без хвостового плавника и масса тушки. Последний показатель менее зависим от случайных факторов, в отличие от массы тела *W*. Анализировались как целые выборки, так и их части, разделенные по полу. Полученные данные обрабатывались с использованием программ MS Excel 2003 [8] и IBM SPSS Statistics v. 22 [9].

Соотношения веса и длины тела были проанализированы по следующим показателям:

1. Основное уравнение линейно-весовой зависимости (*LWR*):

$$W = a \cdot L^b.$$

Переменные *a* и *b*, а также достоверность регрессии R^2 рассчитывались с использованием программы Excel. Литерой *W* в данном случае обозначается вес как таковой.

2. Показатель (фактор) состояния [5]:

$$K_{\text{mean}} = 100 \cdot a \cdot L^{b-3}.$$

3. Показатель (фактор) состояния [10]:

$$K_{\text{rel}} = W/a \cdot L^b.$$

Из этих уравнений, а также из уравнения коэффициента упитанности *Q* выводится равенство

$$Q = K_{\text{mean}} \cdot K_{\text{rel}}.$$

Это разлагает широко известный коэффициент упитанности фактически на две составляющие: связанный с аллометрией роста эндогенный по своей сути показатель K_{mean} и зависящий от веса модифицирующего коэффициента показатель K_{rel} .

В работе были приняты следующие сокращения: *L* – стандартная длина тела, см; *W* и *w* – масса тела и тушки соответственно, г; *a* и *b* – переменные уравнения *LWR*; *r* – коэффициент корреляции; R^2 – достоверность аппроксимации. Прочие обозначения расшифровываются при первом упоминании. При обозначении географических наименований применялись следующие сокращения: вдхр. – водохранилище; ГУ – гидроузел; ВВ – водовыпуск.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе исследований определялся весовой параметр, который более приемлемо отражает линейно-весовую зависимость. В табл. 1 приведены данные по 11 выборкам из водоемов канала и вдхр. Ишимского. Уравнения *LWR* рассчитывались как от массы тела, так и от массы тушки.

Отмечается большее стремление показателя *b* при использовании в формуле *LWR* массы тушки к истинно кубической зависимости ($b = 3$) как в случае, когда *b* имеет позитивную тенденцию, так и в случае, когда *b* характеризует негативная направленность, что наблюдается в трех из четырех случаев.

Оба варианта сопряжены, но при использовании в формуле массы тушки внутри одной популяции (вдхр. ГУ № 10) наблюдается меньший разброс численных значений. В этом случае шанс оказаться под влиянием чисто стохастических показателей несколько уменьшается.

Показатели a и b для 2 вариантов расчета формулы LWR в ряде исследованных популяций

Водоем, год, месяц	$W = a \cdot L^b$		$W = a \cdot L^b$	
	a	b	a	b
Вдхр. ГУ № 1, 2014	0,0016	3,5081	0,0025	3,3614
Вдхр. ГУ № 4, 2014	0,0021	3,4190	0,0021	3,3980
Вдхр. ГУ № 5, 2014	0,0022	3,4023	0,0035	3,2556
Вдхр. ГУ № 8, 2014	0,0078	3,0655	0,0086	3,0239
Вдхр. ГУ № 10, июнь 2011	0,2685	2,1100	0,0919	2,3830
Вдхр. ГУ № 10, май 2013	0,0058	3,1413	0,0068	3,0787
Вдхр. ГУ № 10, август 2013	0,0103	2,9980	0,0088	3,0177
Вдхр. ГУ № 10, январь – февраль 2014	0,0073	3,0930	0,0159	2,8529
Вдхр. ГУ № 10, март 2014	0,0075	3,0913	0,0118	2,9393
Вдхр. ГУ № 10, апрель 2014	0,0103	3,0158	0,0074	3,0664
Вдхр. ГУ № 10, 2011–2014	0,0086	3,0477	0,0111	2,9529
Вдхр. Ишимское, 2014	0,0058	3,1307	0,0059	3,1055

В табл. 2 даны результаты расчетов зависимости наращивания темпов массы от роста длины тела. Из приведенных показателей вполне закономерно проявляют корреляцию константа и экспонента уравнения LWR . Взаимосвязь в данном случае отрицательная. Высоко связаны коэффициенты упитанности Q и соответствующие показатели относительного состояния K_{rel} (для общей выборки из водоемов канала $r = 0,949$). При достаточно сходных значениях коэффициент упитанности Q и K_{mean} не коррелируют, но данный показатель проявляет сильную взаимосвязь с массой рыбы (для общей выборки из водоемов канала $r = 0,920$).

Таблица 2

Показатели соотношения массы тушки и длины тела у щуки из водохранилищ канала им. К. Сатпаева

Водоем, год, месяц	Структура и объем выборки	Размерно-весовые показатели		Показатели $LWR (w = aL^b)$			Упитанность по Кларк Q_c Средняя Лимиты	K_{mean} Средняя Лимиты	K_{rel} Средняя Лимиты
		L , см	w , г	a	b	R^2			
		Средняя Лимиты	Средняя Лимиты						
Вдхр. ВВ № 29, 2011–2014	$n = 81$	43,2 27,9–69,3	877 187–3248	0,0057	3,1344	0,989	0,95 0,81–1,12	0,943 0,892–1,008	1,005 0,876–1,165
Вдхр. ВВ № 29, 2011–2014	Самки, $n = 36$	46,9 31,4–69,3	1107 253–3248	0,0058	3,1267	0,986	0,95 0,82–1,10	0,943 0,898–0,992	1,009 0,887–1,158
Вдхр. ВВ № 29, 2011–2014	Самцы, $n = 45$	40,2 27,9–56,8	694 187–1870	0,0050	3,1717	0,989	0,95 0,81–1,12	0,940 0,885–1,000	1,006 0,885–1,150
Вдхр. ВВ № 29, 2011, май	$n = 11$	37,7 28,7–43,8	504 207–743	0,0045	3,1893	0,988	0,88 0,82–1,02	0,893 0,850–0,920	0,990 0,946–1,128
Вдхр. ВВ № 29, 2012, июнь	$n = 17$	42,2 27,9–59,8	755 187–2032	0,0065	3,0981	0,982	0,94 0,85–1,08	0,937 0,901–0,971	0,999 0,908–1,151
Вдхр. ВВ № 29, 2012, август	$n = 20$	49,1 40,2–68,9	1180 667–3009	0,0129	2,9240	0,971	0,96 0,84–1,06	0,960 0,935–0,974	0,998 0,881–1,155
Вдхр. ВВ № 29, 2012, август	Самки, $n = 8$	51,4 40,2–68,9	1369 667–3009	0,0179	2,8385	0,979	0,95 0,84–1,04	0,949 0,904–0,986	1,003 0,887–1,095
Вдхр. ВВ № 29, 2012, август	Самцы, $n = 12$	47,5 43,3–56,1	1055 761–1870	0,0057	3,1376	0,956	0,96 0,87–1,06	0,969 0,957–0,992	0,993 0,893–1,068
Вдхр. ВВ № 29, 2014, июнь	$n = 20$	36,3 29,9–58,1	517 225–2106	0,0041	3,2331	0,986	0,95 0,81–1,07	0,945 0,905–1,057	1,007 0,868–1,112
Вдхр. ГУ № 11, 2013–2014	$n = 28$	37,4 29,3–52,2	527 236–1450	0,0047	3,1901	0,989	0,93 0,78–1,02	0,934 0,893–0,997	0,997 0,838–1,050
Вдхр. ГУ № 11, 2013–2014	Самки, $n = 11$	39,2 30,8–45,8	598 272–980	0,0045	3,1987	0,992	0,94 0,89–1,02	0,932 0,889–0,962	1,011 0,958–1,060
Вдхр. ГУ № 11, 2013–2014	Самцы, $n = 17$	36,2 29,3–52,2	481 236–1450	0,0048	3,1807	0,986	0,92 0,78–1,02	0,917 0,884–0,981	1,009 0,848–1,062
Вдхр. ГУ № 11, 2013, сентябрь	$n = 7$	43,2 37,2–52,2	820 501–1450	0,0033	3,2829	0,994	0,97 0,92–1,02	0,956 0,918–1,010	1,014 0,980–1,060

Продолжение табл. 2

Водоём, год, месяц	Структура и объём выборки	Размерно-весовые показатели		Показатели $LWR (w = aL^b)$			Упитанность по Кларк Q_c Средняя Лимиты	K_{mean} Средняя Лимиты	K_{rel} Средняя Лимиты
		L , см Средняя Лимиты	w , г Средняя Лимиты	a	b	R^2			
Вдхр. ГУ № 11, 2014, январь – февраль	$n = 8$	37,7 29,8–45,3	499 236–900	0,0042	3,2088	0,974	0,89 0,78–0,97	0,895 0,853–0,931	0,999 0,876–1,058
Вдхр. ГУ № 11, 2014, апрель	$n = 8$	33,9 30,8–41,8	381 263–703	0,0042	3,2241	0,993	0,93 0,87–0,98	0,924 0,905–0,970	1,007 0,954–1,043
Вдхр. ГУ № 11, 2005, май	$n = 11$	31,8 28,2–36,0	303 197–426	0,0057	3,1401	0,979	0,92 0,88–1,00	0,925 0,910–0,942	0,996 0,965–1,073
Вдхр. ГУ № 10, 2011–2014	$n = 73$	45,4 32,1–69,8	927 315–2810	0,0111	2,9529	0,974	0,93 0,79–1,12	0,928 0,909–0,943	1,004 0,853–1,211
Вдхр. ГУ № 10, 2011–2014	Самки, $n = 38$	46,1 32,1–69,8	962 315–2810	0,0130	2,9049	0,984	0,91 0,79–1,04	0,904 0,868–0,935	1,004 0,881–1,166
Вдхр. ГУ № 10, 2011–2014	Самцы, $n = 35$	44,6 36,1–57,0	889 438–1822	0,0062	3,1145	0,968	0,96 0,84–1,12	0,957 0,935–0,985	1,000 0,870–1,163
Вдхр. ГУ № 10, 2011, июнь	$n = 8$	39,8 37,8–41,7	599 501–683	0,0919	2,3830	0,577	0,95 0,84–1,06	0,947 0,920–0,977	1,002 0,908–1,110
Вдхр. ГУ № 10, 2011, июнь	Самки, $n = 3$	39,0 37,8–40,1	581 535–657	0,0042	3,2288	0,750	0,97 0,91–1,02	0,971 0,964–0,977	1,004 0,941–1,043
Вдхр. ГУ № 10, 2011, июнь	Самцы, $n = 5$	40,3 38,3–41,7	610 501–683	0,0908	2,3835	0,514	0,93 0,84–1,06	0,931 0,910–0,959	1,003 0,918–1,122
Вдхр. ГУ № 10, 2013, май	$n = 22$	48,2 38,2–69,8	1116 506–2810	0,0068	3,0790	0,975	0,93 0,83–1,12	0,922 0,906–0,950	1,009 0,807–1,204
Вдхр. ГУ № 10, 2013, май	Самки, $n = 10$	48,2 40,4–69,8	1116 610–2810	0,0105	2,9627	0,983	0,91 0,83–1,04	0,909 0,896–0,915	1,000 0,915–1,147
Вдхр. ГУ № 10, 2013, май	Самцы, $n = 12$	48,2 38,2–57,0	1117 506–1822	0,0037	3,2450	0,973	0,95 0,84–1,12	0,955 0,903–0,996	0,993 0,879–1,149
Вдхр. ГУ № 10, 2013, август	$n = 7$	40,6 32,1–44,0	644 315–795	0,0088	3,0177	0,986	0,94 0,84–0,99	0,940 0,936–0,941	1,001 0,924–1,050
Вдхр. ГУ № 10, 2014, январь – февраль	$n = 16$	47,2 40,3–60,5	1004 622–2024	0,0159	2,8530	0,978	0,90 0,79–1,04	0,903 0,870–0,923	1,001 0,884–1,122
Вдхр. ГУ № 10, 2014, март	$n = 12$	45,9 40,7–62,2	949 600–2140	0,0118	2,9390	0,951	0,94 0,84–1,11	0,936 0,918–0,942	1,007 0,902–1,183
Вдхр. ГУ № 10, 2014, март	Самки, $n = 5$	46,7 40,9–62,2	1198 697–2140	0,0083	3,0148	0,998	0,88 0,84–0,91	0,878 0,877–0,882	1,001 0,962–1,032
Вдхр. ГУ № 10, 2014, март	Самцы, $n = 7$	45,3 40,7–48,7	996 659–1155	0,0180	2,8411	0,899	0,99 0,90–1,11	0,982 0,971–0,999	1,005 0,914–1,123
Вдхр. ГУ № 10, 2014, апрель	$n = 8$	43,1 36,1–51,3	793 438–1331	0,0074	3,0660	0,981	0,95 0,89–1,02	0,950 0,939–0,961	0,999 0,929–1,073
Вдхр. ГУ № 10, 2014, апрель	Самки, $n = 5$	42,8 37,1–50,0	756 458–1114	0,0124	2,9278	0,956	0,94 0,89–1,02	0,946 0,935–0,955	0,998 0,939–1,072
Вдхр. ГУ № 10, 2014, апрель	Самцы, $n = 3$	43,7 36,1–51,3	854 438–1331	0,0052	3,1623	1,000	0,96 0,93–0,99	0,959 0,931–0,985	0,999 0,996–1,001
Вдхр. ГУ № 9, 2012–2014	$n = 29$	39,4 29,1–62,2	627 206–2048	0,0085	3,0630	0,989	0,93 0,84–1,04	0,928 0,922–0,939	1,006 0,907–1,117
Вдхр. ГУ № 9, 2012–2014	Самки, $n = 10$	40,7 29,1–62,2	720 206–2048	0,0079	3,0340	0,996	0,89 0,84–0,98	0,895 0,886–0,909	0,999 0,936–1,086
Вдхр. ГУ № 9, 2012–2014	Самцы, $n = 19$	38,8 29,6–44,7	578 231–834	0,0082	3,0415	0,986	0,95 0,89–1,04	0,954 0,955–0,960	0,999 0,944–1,084
Вдхр. ГУ № 9, 2012, сентябрь	$n = 11$	34,4 29,1–44,5	397 214–815	0,0063	3,1060	0,980	0,92 0,84–1,03	0,916 0,901–0,942	1,009 0,928–1,124
Вдхр. ГУ № 9, 2013, сентябрь	$n = 16$	42,7 37,0–62,2	765 457–2048	0,0158	2,8617	0,976	0,94 0,85–1,04	0,941 0,892–0,959	1,002 0,896–1,103
Вдхр. ГУ № 8, 2011–2014	$n = 84$	44,5 25,6–70,7	928 135–3306	0,0052	3,1502	0,988	0,93 0,77–1,06	0,917 0,867–1,163	1,010 0,867–1,163
Вдхр. ГУ № 8, 2011–2014	Самки, $n = 37$	47,9 26,6–70,7	1161 150–3306	0,0051	3,1501	0,993	0,91 0,80–1,06	0,909 0,835–0,966	1,006 0,885–1,113
Вдхр. ГУ № 8, 2011–2014	Самцы, $n = 47$	41,8 25,6–65,6	746 135–2932	0,0038	3,2392	0,983	0,93 0,77–1,05	0,926 0,825–1,034	1,010 0,871–1,147
Вдхр. ГУ № 8, 2011, июнь	$n = 8$	49,3 37,8–70,7	1333 514–3021	0,0099	2,9847	0,987	0,93 0,84–1,06	0,933 0,928–0,936	0,999 0,899–1,139

Водоем, год, месяц	Структура и объем выборки	Размерно-весовые показатели		Показатели $LWR (w = aL^b)$			Упитанность по Кларк Q_c Средняя Лимиты	K_{mean} Средняя Лимиты	K_{rel} Средняя Лимиты
		L , см	w , г	a	b	R^2			
		Средняя Лимиты	Средняя Лимиты						
Вдхр. ГУ № 8, 2011, октябрь	$n = 13$	$\frac{41,1}{25,6-63,7}$	$\frac{865}{135-2805}$	0,0036	3,2436	0,996	$\frac{0,89}{0,77-1,02}$	$\frac{0,884}{0,793-1,004}$	$\frac{1,004}{0,915-1,104}$
Вдхр. ГУ № 8, 2011, октябрь	Самки, $n = 6$	$\frac{45,2}{26,6-67,3}$	$\frac{1040}{150-2805}$	0,0046	3,1719	0,999	$\frac{0,88}{0,80-0,94}$	$\frac{0,881}{0,808-0,948}$	$\frac{1,003}{0,970-1,056}$
Вдхр. ГУ № 8, 2011, октябрь	Самцы, $n = 7$	$\frac{37,6}{25,6-49,8}$	$\frac{600}{135-1259}$	0,0023	3,3695	0,996	$\frac{0,89}{0,77-1,02}$	$\frac{0,872}{0,762-0,975}$	$\frac{1,020}{0,893-1,077}$
Вдхр. ГУ № 8, 2012, октябрь	$n = 8$	$\frac{47,4}{39,9-61,2}$	$\frac{1010}{512-2174}$	0,0022	3,3544	0,995	$\frac{0,88}{0,80-0,95}$	$\frac{0,862}{0,812-0,945}$	$\frac{1,018}{0,981-1,093}$
Вдхр. ГУ № 8, 2013, июль	$n = 8$	$\frac{50,7}{38,6-69,7}$	$\frac{1477}{496-3306}$	0,0030	3,2888	0,998	$\frac{0,93}{0,85-1,04}$	$\frac{0,927}{0,862-1,022}$	$\frac{1,008}{0,955-1,059}$
Вдхр. ГУ № 8, 2014, май	$n = 47$	$\frac{43,0}{35,8-60,3}$	$\frac{841}{402-2112}$	0,0086	3,0239	0,977	$\frac{0,94}{0,82-1,04}$	$\frac{0,941}{0,937-0,949}$	$\frac{1,002}{0,871-1,108}$
Вдхр. ГУ № 8, 2014, май	Самки, $n = 17$	$\frac{46,3}{39,7-60,3}$	$\frac{981}{566-2112}$	0,0074	3,0609	0,991	$\frac{0,93}{0,86-0,99}$	$\frac{0,934}{0,926-0,950}$	$\frac{0,998}{0,922-1,058}$
Вдхр. ГУ № 8, 2014, май	Самцы, $n = 30$	$\frac{41,2}{35,8-51,6}$	$\frac{677}{402-1334}$	0,0069	3,0840	0,946	$\frac{0,95}{0,82-1,04}$	$\frac{0,943}{0,932-0,961}$	$\frac{1,006}{0,870-1,106}$
Вдхр. ГУ № 7, 2012–2014	$n = 34$	$\frac{42,9}{31,7-67,5}$	$\frac{775}{274-2828}$	0,0103	2,9585	0,990	$\frac{0,88}{0,77-0,98}$	$\frac{0,882}{0,865-0,892}$	$\frac{1,000}{0,894-1,113}$
Вдхр. ГУ № 7, 2012–2014	Самки, $n = 16$	$\frac{46,3}{33,2-67,5}$	$\frac{991}{315-2828}$	0,0100	2,9645	0,994	$\frac{0,87}{0,77-0,95}$	$\frac{0,873}{0,861-0,883}$	$\frac{1,000}{0,897-1,091}$
Вдхр. ГУ № 7, 2012–2014	Самцы, $n = 18$	$\frac{40,0}{31,7-48,9}$	$\frac{583}{274-985}$	0,0088	3,0028	0,966	$\frac{0,89}{0,81-0,98}$	$\frac{0,889}{0,889-0,890}$	$\frac{0,999}{0,907-1,106}$
Вдхр. ГУ № 7, 2012, июнь	$n = 8$	$\frac{40,7}{33,2-52,0}$	$\frac{611}{315-1234}$	0,0058	3,1027	0,993	$\frac{0,85}{0,81-0,90}$	$\frac{0,848}{0,831-0,870}$	$\frac{1,005}{0,951-1,067}$
Вдхр. ГУ № 7, 2013, август	$n = 10$	$\frac{40,1}{33,7-45,7}$	$\frac{582}{343-863}$	0,0137	2,8950	0,975	$\frac{0,89}{0,83-0,94}$	$\frac{0,885}{0,871-0,903}$	$\frac{1,002}{0,948-1,051}$
Вдхр. ГУ № 7, 2013, сентябрь	$n = 11$	$\frac{50,1}{40,6-67,5}$	$\frac{1214}{620-2828}$	0,0199	2,7923	0,987	$\frac{0,89}{0,77-0,98}$	$\frac{0,886}{0,830-0,922}$	$\frac{1,002}{0,926-1,108}$
Вдхр. ГУ № 7, 2013, сентябрь	Самки, $n = 6$	$\frac{55,5}{44,9-67,5}$	$\frac{1596}{850-2828}$	0,0153	2,8587	0,982	$\frac{0,87}{0,77-0,95}$	$\frac{0,869}{0,844-0,894}$	$\frac{0,999}{0,916-1,090}$
Вдхр. ГУ № 7, 2013, сентябрь	Самцы, $n = 5$	$\frac{43,6}{40,6-48,9}$	$\frac{757}{620-985}$	0,1141	2,3295	0,973	$\frac{0,91}{0,84-0,98}$	$\frac{0,911}{0,841-0,952}$	$\frac{1,019}{1,001-1,042}$
Вдхр. ГУ № 5, 2014, сентябрь	$n = 23$	$\frac{45,2}{32,3-62,3}$	$\frac{952}{285-2422}$	0,0035	3,2556	0,986	$\frac{0,94}{0,84-1,12}$	$\frac{0,925}{0,851-1,006}$	$\frac{1,015}{0,930-1,174}$
Вдхр. ГУ № 4, 2014, сентябрь,	$n = 7$	$\frac{38,8}{26,4-48,2}$	$\frac{625}{144-1250}$	0,0021	3,3980	0,993	$\frac{0,91}{0,78-1,12}$	$\frac{0,895}{0,773-0,982}$	$\frac{1,017}{0,903-1,137}$
Вдхр. ГУ № 3, 2011, июнь	$n = 13$	$\frac{37,0}{28,1-49,4}$	$\frac{491}{184-1095}$	0,0054	3,1298	0,996	$\frac{0,87}{0,82-0,95}$	$\frac{0,861}{0,833-0,896}$	$\frac{1,005}{0,951-1,076}$
Вдхр. ГУ № 1, 2008–2014	$n = 30$	$\frac{41,7}{29,8-62,5}$	$\frac{763}{218-2195}$	0,0035	3,2555	0,989	$\frac{0,92}{0,81-1,10}$	$\frac{0,904}{0,833-1,007}$	$\frac{1,016}{0,893-1,148}$
Вдхр. ГУ № 1, 2008–2014	Самки, $n = 14$	$\frac{43,8}{29,9-62,5}$	$\frac{848}{221-2195}$	0,0037	3,2435	0,984	$\frac{0,92}{0,81-1,10}$	$\frac{0,926}{0,846-1,013}$	$\frac{0,990}{0,888-1,139}$
Вдхр. ГУ № 1, 2008–2014	Самцы, $n = 16$	$\frac{39,8}{29,8-58,2}$	$\frac{688}{218-2070}$	0,0031	3,2957	0,991	$\frac{0,92}{0,81-1,07}$	$\frac{0,917}{0,846-1,031}$	$\frac{1,004}{0,887-1,104}$
Вдхр. ГУ № 1, 2008, июнь	$n = 7$	$\frac{44,7}{38,5-62,5}$	$\frac{876}{462-2195}$	0,0056	3,1222	0,986	$\frac{0,88}{0,81-0,96}$	$\frac{0,890}{0,875-0,926}$	$\frac{0,994}{0,919-1,089}$
Вдхр. ГУ № 1, 2014, сентябрь	$n = 12$	$\frac{41,6}{29,8-51,6}$	$\frac{763}{218-1512}$	0,0025	3,3614	0,989	$\frac{0,95}{0,82-1,10}$	$\frac{0,958}{0,853-1,040}$	$\frac{0,989}{0,877-1,094}$
Канал им. К. Сатпаева, 2011–2014	$n = 395$	$\frac{42,8}{25,6-70,7}$	$\frac{824}{135-3306}$	0,0059	3,1220	0,987	$\frac{0,93}{0,77-1,12}$	$\frac{0,931}{0,876-0,992}$	$\frac{0,996}{0,784-1,188}$
Канал им. К. Сатпаева, 2011–2014	Самки, $n = 172$	$\frac{45,4}{26,6-70,7}$	$\frac{977}{150-3306}$	0,0065	3,0883	0,989	$\frac{0,92}{0,77-1,10}$	$\frac{0,909}{0,868-0,947}$	$\frac{1,008}{0,820-1,195}$
Канал им. К. Сатпаева, 2011–2014	Самцы, $n = 223$	$\frac{40,8}{25,6-65,6}$	$\frac{705}{135-2932}$	0,0043	3,2080	0,986	$\frac{0,94}{0,77-1,12}$	$\frac{0,928}{0,844-1,027}$	$\frac{1,008}{0,858-1,179}$

Считается, что достаточно важно проводить изучение временных и половых различий [5], поэтому в табл. 2 приведены данные по выборкам, взятым в различные сезоны и, где это было возможно, разделенных по полам.

Роль показателей K_{rel} и K_{mean} в оценке линейно-весовых соотношений. K_{mean} показывает зависимость веса от аллометрии роста, вычлняя из реального степенного показателя идеальный кубический, но в конечном счете сводится к коэффициенту упитанности организма с ожидаемым весом [10] ($K_{mean} = 100 W'/L^3$, где W' – вес, рассчитываемый из уравнения LWR). Этот показатель можно назвать **ожидаемой упитанностью** (при $b = 3$). При использовании в формуле рассчитанного b он будет равен $100 \cdot a$.

Показатель K_{rel} отражает различия между наблюдаемыми величинами веса и ожидаемыми, проистекающими из уравнения LWR ($K_{rel} = W/W'$). Вариабельность показателя вращается вокруг единицы, которая является полным соответствием реального и идеального (ожидаемого) веса. Этот коэффициент является своеобразным показателем действия модифицирующих факторов.

Как было отмечено выше, K_{mean} коррелирует с весом тела, K_{rel} – с коэффициентом упитанности (т. е. с соотношением веса и длины), а в результате перемножения они дают все тот же коэффициент упитанности.

K_{mean} отражает линейно-весовое соотношение, условно называемое нами «исходным», т. е. относительно predetermined, возможно – внутренней характеристикой организма. K_{rel} показывает силу действия комплекса модифицирующих факторов и ее значимость для LWR .

Оценивать такие показатели состояния, как Q , K_{mean} и K_{rel} достаточно сложно в плане «увеличено – уменьшено», но для K_{rel} возможно, по нашему мнению, сравнение в рамках 95 % доверительного интервала средней суммарной выборки по отношению к показателю полного соответствия (1,000). В данном случае пониженные показатели будут соответствовать $K_{rel} \leq 0,993$, повышенные – $K_{rel} \geq 1,007$.

Нами была проанализирована ковариация показателей a , b , K_{rel} и K_{mean} для совокупности средних из 7 обобщенных выборок (вдхр. ВВ № 29 и ГУ № 1, 7–11) для оценки независимости их вариабельности. Наибольшая связь с другими параметрами была характерна для степенного показателя b . Однако в любом случае ковариация этих признаков крайне низка, что предполагает их независимость. Коэффициент корреляции Пирсона подтвердил наличие отрицательной связи только между коэффициентами уравнения LWR (a и b).

В принципе это может свидетельствовать о возможности использования в анализе этих 4 показателей в качестве относительно независимых друг от друга.

Межпопуляционное сравнение. В целом линейно-весовые отношения у щуки в водоемах канала изометрические. Аллометрия отмечается достаточно редко. Если принимать [5] границы изометрии как $b = [2,5; 3,5]$, то отрицательная аллометрия наблюдается всего в 3 случаях (вдхр. ГУ № 10, июнь 2011 г. – общая выборка и самцы; самцы из вдхр. ГУ № 7, сентябрь 2013 г.), положительная – только у самок из вдхр. ГУ № 1 в сентябре 2014 г. Вполне логично, что отклонения от этого относительного «стандарта» так же будут характеризовать некие процессы в популяциях.

Большинство суммарных выборок (вдхр. ГУ № 7–11, ВВ № 29) имеют относительно близкие величины показателей a , b , K_{rel} и K_{mean} . Несколько выделяются особи из вдхр. ГУ № 10 – за счет измененного соотношения повышения значений коэффициента a и, соответственно, снижения b . Но при этом «факторы состояния» остаются в основном в пределах общих для канала значений.

Та же картина коэффициентов уравнения LWR наблюдается и для щуки из вдхр. ГУ № 7, но при этом часть оценочных показателей (Q_c и K_{mean}) ниже, чем для других группировок из водохранилищ канала. А вот это уже может свидетельствовать о более пессимальных показателях линейно-весовых отношений по сравнению с другими выборками.

Данные по щукам из вдхр. ГУ № 1–5 показывают более сильный разброс значений внутри группы «факторов состояния», однако значения коэффициента b всегда значительно выше трех. Возможно, свою роль играют здесь гидроклиматические факторы, возможно – иные условия среды обитания.

Если сравнивать выборки по показателю K_{rel} , то видно, что повышенные показатели характерны для щук из вдхр. ВВ № 29, ГУ № 1 и 8, а также для 10-ти сезонных выборок из разных водоемов. Пониженные значения наблюдались только в 2 сезонных выборках. Прочие различия (в основном негативные) связаны с сезонно-половыми группами.

На рис. 1 приведена дендрограмма сходства, полученная на основе иерархического кластерного анализа (метод ближайшего соседа; интервальная мера – квадрат расстояния Эвклида) с использованием переменных a и b уравнения LWR и «показателей состояния» K_{mean} и K_{rel} . Выделяются 2 крупных кластера. В первый входят группировки из вдхр. ГУ № 7 и 10. Другой сложносоставной кластер образуют прочие выборки. Внутри последнего выделяется группа из вдхр. ГУ № 1 и 5. Подобная картина подтверждает проведенный выше эмпирический анализ.

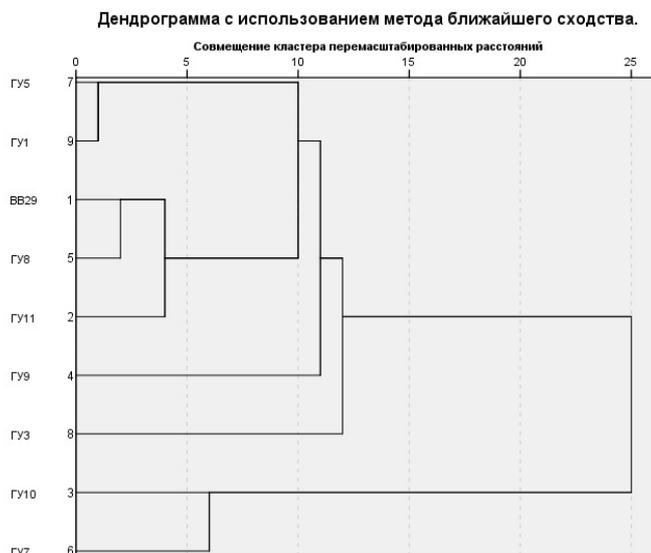


Рис. 1. Дендрограмма сходства для 9 популяций щуки из водохранилищ канала по 4 показателям LWR

Таким образом, очевидно, что щуки из водоемов канала имеют достаточно неплохие показатели соотношения линейно-весового роста. Некоторая их негативность присутствует для особей из вдхр. ГУ № 7.

Сезонно-половая изменчивость проявляется в основном в выборках, взятых в зимний и весенний периоды. Это касается и обобщенных группировок. Так, в целом, в вдхр. ГУ № 10 наблюдается высокое различие выборок, сегрегированных по полам (рис. 1). Однако данные по популяции строятся полностью на особях, отловленных в январе – июне. Это может объяснить как половую вариабельность внутри выборки, так и ее обособленность при межпопуляционном сравнении, о чем говорилось выше. Внутри всех этих выборок наблюдается разнонаправленная половая изменчивость.

Согласно данным на рис. 2, у самцов при длине тела порядка 42–43 см, что соответствует возрасту 4–5 лет [6], начинают повышаться темпы роста массы тела, но максимальные размеры у них ниже, чем у самок. В принципе давно известно [11], что особи, обладающие более высокими темпами роста, долго не живут и стремятся быстрее реализовать свой потенциал.

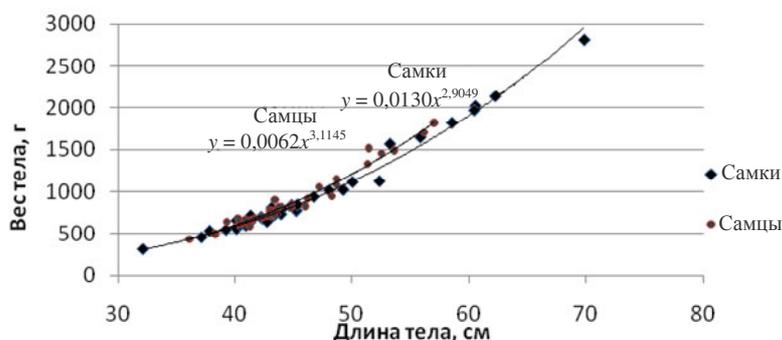


Рис. 2. Соотношение веса тушки и длины тела у самцов и самок щуки из вдхр. ГУ № 10 (объединенная выборка 2011–2014 гг.)

Для самок характерна более сглаженная кривая динамики степенного показателя b (рис. 3). К сожалению, самцы в уловах в январе – феврале 2014 г. были представлены одной узкой размерно-весовой группой, для которой построение уравнения LWR было невозможным. Но очевидно, что динамика показателей размерно-весовых соотношений у них имеет больший размах и другой вектор направления.

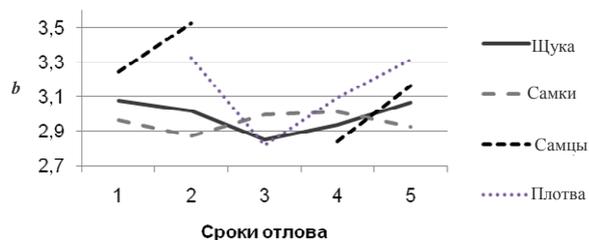


Рис. 3. Сезонно-половая изменчивость экспоненты b уравнения LWR у щуки из вдхр. ГУ № 10. Сроки отлова: 1 – май 2013 г.; 2 – август 2013 г., 3 – январь – февраль 2014 г.; 4 – март 2014 г.; 5 – апрель 2014 г.

Прочие выборки не обладают подобной выраженной половой вариабельностью LWR и состоят большей частью из особей, отловленных в период летне-осеннего нагула.

Следует отметить, что фактор состояния K_{rel} даже при существенных различиях между полами по константам уравнения LWR в объединенных выборках по водохранилищам обычно не имеет сильных различий. Наибольшие различия отмечены для вдхр. ГУ № 1, но и они не выходят за пределы 1,5 % от осредненного показателя.

Из вышеизложенного можно предположить, что половая изменчивость линейно-весовых отношений ярче проявляется в энергозатратные периоды напряжения и концентрации организма, какими являются зимовка, нерест и восстановление после нереста, т. е. сильно модифицируется сезонными факторами с высокой степенью воздействия.

На рис. 4 дана дендрограмма сходства 6 сезонных выборок из вдхр. ГУ № 10 по 4 показателям, полученная методом межгрупповых связей (интервальная мера – квадрат расстояния Эвклида).



Рис. 4. Дендрограмма сходства 6 сезонных выборок щуки из вдхр. ГУ № 10 по 4 показателям LWR

Наиболее удалена выборка 2011 г. Обособленную группу образуют щуки, отловленные в январе – марте 2014 г. Весенне-летние выборки 2013–2014 гг. объединяются еще в один кластер. Вполне логично, что стратегии LWR изменяются в процессе смены хронологических популяций и под воздействием меняющихся факторов среды. Это может объяснить значительную удаленность группировки июня 2011 г. Остальные 2 группы выборок имеют сезонную детерминацию.

Исходя из вышеприведенного, можно было бы вычленить «чистую» сезонную изменчивость показателей соотношения роста, но из тех же данных очевидно, что два фактора влияния, внутренний – пол и внешний – сезон, тесно связаны. При определении того, какой из этих факторов имеет больший вес, предпочтение следует отдать, вероятно, внешнему, но только в пределах определенных временных границ. В нагульный период, по нашему мнению, количество влияющих причин будет увеличиваться и их вклад в общую изменчивость при более-менее стабильных условиях существования организмов будет усредняться.

Анализ результатов по обобщенной выборке всех водохранилищ канала позволяет сделать вывод, что при общем показателе K_{rel} ниже единицы половые группировки имеют показатели выше, равные по значению. Очевидно, что выборки по полам имеют свои уникальные закономерности линейно-весовых зависимостей и при их сложении дают совсем другие результаты. Так, F -тест для дисперсии показал значительную достоверность различия полов в общей выборке канала для веса тушки и длины тела (2,63 и 1,76 соответственно, при критическом значении 1,27). По нашему мнению, разнонаправленность векторов уравнений LWR , а это можно рассматривать именно так, зависит не только от индивидуальных линейно-весовых показателей, формирующихся, в том числе, и за счет влияния экзогенных факторов. Еще одним фактором изменчивости следует признать сложившиеся эндогенные популяционные закономерности роста каждого пола.

Е. D. Le Cren [10] осознавал всю сложность проблемы, когда писал о том, что необходимо сравнивать структурно адекватные выборки и физиологически близких особей, а также учитывать множество причин, оказывающих влияние на организм. Естественно, что все параметры жизни и факторы среды обитания в какой-либо степени оказывают влияние на линейно-весовые отношения у организмов. Разумеется, он понимал и то, насколько трудно интерпретировать данные, полученные в результате анализа LWR . Однако следует отметить, что изучение закономерностей линейно-весовых отношений имеет широкое применение – от оценки моментальных параметров организма до прогнозирования перспектив развития больших группировок в целом. Это и определяет важность исследования этих параметров не только в видовом аспекте, но и в популяционном.

Заключение

Линейно-весовые отношения представляют собой определенный индикатор роста, хотя и не являются прямыми показателями этого процесса. Наряду с этим различные математические выражения этих отношений могут показывать состояние организма или групп организмов в момент исследований.

Выше была описана зависимость ряда показателей LWR между собой. Так, обнаружено, что общеизвестный коэффициент упитанности Q разлагается на два других, реже используемых в обычной ихтиологической практике показателя – K_{mean} и K_{rel} . Предполагается, что первый из них является эндогенным проявлением и отражает внутренние характеристики организма, второй – показывает модифицирующее действие экзогенных факторов. Естественно, что данное положение может быть принято только с учетом всей сложности экологических и онтогенетических процессов. Эти «факторы состояния» в сочетании с переменными уравнения LWR могут использоваться при многомерном анализе состояния линейно-весовых отношений.

Для шук из водохранилищ канала были определены два основных кластера, включающие с одной стороны особей из водохранилищ ГУ № 7 и 10, с другой – все остальные исследованные группировки. Вместе с тем сходство показателей шук из водохранилищ гидроузлов № 7 и 10 не обусловлено одними и теми же факторами. Для особей из вдхр. ГУ № 10 явно просматривается сезонное определение полученных данных. Для шук из вдхр. ГУ № 7 причины явно не определяются, но существует вероятность воздействия недетерминированных негативных факторов на линейно-весовые соотношения. В целом же показатели LWR у выборки щуки из водохранилищ канала вполне удовлетворительные.

Показано, в том числе и с применением многомерного анализа, сильное влияние сезона сбора материала на результаты исследований. Наиболее отчетливо дифференциация линейно-весовых отношений проявляется в критические (мобилизационные) периоды – с начала зимы и до завершения нереста. В этот период ясно просматриваются различия между полами в коэффициентах уравнения

LWR и факторах состояния K_{mean} и K_{rel} . В этой связи следует говорить о сезонно-половой изменчивости линейно-весовых соотношений. В целом же для самок и самцов из обобщенной выборки водохранилищ канала отмечается разнонаправленность векторов уравнений *LWR*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Šantić M. Co-variation of gonadosomatic index and parameters of length-weight relationships of Mediterranean horse mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), in the eastern Adriatic Sea / M. Šantić, A. Pallaoro, I. Jardas // J. Appl. Ichthyol. 2006. Vol. 22, no. 3. P. 214–217.
2. Huo T. B. Length-weight relationships of 16 fish species from the Tarim River, China / T. B. Huo, Z. F. Jiang, A. Karjan, Z. C. Wang, F. J. Tang, H. X. Yu // J. Appl. Ichthyol. 2012. Vol. 28, no. 1. P. 152–153.
3. Tang F. J. Growth, length-weight relationship and biological information on the clearhead icefish (*Protosalanx hyalocranius* Abbott, 1901) in Lake Khanka (Xingkai) / F. J. Tang, W. Liu, J. Wang, R. Froese, S. Xie // J. Appl. Ichthyol. 2012. Vol. 28, no. 5. P. 1–3.
4. Мина М. В. Рост животных. Анализ на уровне организма / М. В. Мина, Г. А. Клевезаль. М.: Наука, 1976. 294 с.
5. Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations / R. Froese // J. Appl. Ichthyol. 2006. Vol. 22, no. 4. P. 241–253.
6. Крайнюк В. Н. Рост щуки *Esox lucius* L., 1758 (Esocidae) в водохранилищах канала им. К. Сатпаева / В. Н. Крайнюк, С. Ж. Асылбекова // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 3. С. 19–28.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
8. Коросов А. В. Компьютерная обработка биологических данных / А. В. Коросов, В. В. Горбач, Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 76 с.
9. Бююль А. SSPS: Искусство обработки информации / А. Бююль, П. Цёфель. СПб.: ДиаСофтЮП, 2005. 608 с.
10. Le Cren E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*) / E. D. Le Cren // J. Anim. Ecol. 1951. Vol. 20, no. 2. P. 201–219.
11. Никольский Г. В. Динамика промысловых популяций рыб / Г. В. Никольский. М.: Наука, 1965. 382 с.

Статья поступила в редакцию 2.04.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Крайнюк Владимир Николаевич – Республика Казахстан, 100034, Караганда; Карагандинский опорный пункт Северного филиала Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства; старший научный сотрудник, зав. опорным пунктом; karagan-da@mail.ru.

Асылбекова Сауле Жангировна – Республика Казахстан, 050016, Алматы; Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; канд. биол. наук; зам. генерального директора; assylbekova@mail.ru.



V. N. Krainyuk, S. Zh. Assylbekova

LENGTH-WEIGHT RELATION
OF PIKE *ESOX LUCIUS* L., 1758 (ESOCIDAE)
FROM K. SATPAYEV'S CHANNEL RESERVOIRS

Abstract. The length-weight relations (*LWR*) of pike from K. Satpayev's channel reservoirs are analyzed. The standard body length and body weight are taken as the basic parameters. The «condition factors» K_{mean} and K_{rel} , alongside with the variables of the basic equation *LWR* ($W = a \cdot L^b$), are used in the analysis. It was shown that the result of multiplying of these indicators provides a well-known condition factor Q (by Fulton or Clark). The analysis of covariance showed the relative inde-

pendence of 4 indicators LWR (a , b , K_{mean} and K_{rel}). The use of these 4 characters in the cluster analysis showed 2 basic clusters: from reservoirs No 7 and 10. The differences of the joint sampling from the reservoir No 10 is explained due to composing of individuals caught mainly in the winter-spring period. For the individuals from the reservoir No 7 the influence of the uncertain external negative factors is supposed. Other samplings have more similar to length-weight relations. The pike sampling from the reservoir No 10 have sound sexual variability of LWR , which is particularly evident during the periods of high stress and concentration of vital functions. It is also shown that there is difference in the sexual dynamics of the exponent b during the winter-spring period and LWR graphs are generally presented. The analysis of six pike samplings from the reservoir No 10 reveals 3 major seasonal clusters: April, May, July (1), January, March (2) and June 2011 (3). Thus, the samples are differentiated as chronological and seasonal. The analysis of the total sampling of pike from all channel waters showed the significant sexual variability. This should be recognized as one of the factors of the LWR dynamics. In general, pike from the channel waters have satisfactory LWR indicators.

Key words: length-weight relation, pike, reservoirs, K. Satpaev's channel.

REFERENCES

1. Šantić M., Pallaoro A., Jardas I. Co-variation of gonadosomatic index and parameters of length-weight relationships of Mediterranean horse mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), in the eastern Adriatic Sea. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, vol. 22, no. 3, pp. 214–217.
2. Huo T. B., Jiang Z. F., Karjan A., Wang Z. C., Tang F. J., Yu H. X. Length-weight relationships of 16 fish species from the Tarim River, China. *J. Appl. Ichthyol.*, 2012, vol. 28, no. 1, pp. 152–153.
3. Tang F. J., Liu W., Wang J., Froese R., Xie S. Growth, length-weight relationship and biological information on the clearhead icefish (*Protosalanx hyalocranius* Abbott, 1901) in Lake Khanka (Xingkai). *J. Appl. Ichthyol.*, 2012, vol. 28, no. 5, pp. 1–3.
4. Mina M. V., Klevezal' G. A. *Rost zhivotnykh. Analiz na urovne organizma* [Animals growth. Analysis on organism level]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 294 p.
5. Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, vol. 22, no. 4, pp. 241–253.
6. Krainiuk V. N., Asylbekova S. Zh. Rost shchuki *Esox lucius* L., 1758 (Esocidae) v vodokhranili-shchakh kanala im. K. Satpaeva [The growth of pike *Esox lucius* L., 1758 (Esocidae) from K. Satpaev's channel reservoirs.]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2014, no. 3, pp. 19–28.
7. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [Guidelines on fish studying]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.
8. Korosov A. V., Gorbach V. V. *Komp'yuternaia obrabotka biologicheskikh dannykh* [Computer processing of biological data]. Petrozavodsk, Izdatelstvo Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta, 2007. 76 p.
9. Bühl A., Zöfel P. *SPSS: Iskusstvo obrabotki informatsii* [SPSS: The craft of information processing]. Saint-Petersburg, DiaSoftIuP, 2005. 608 p.
10. 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, no. 2, pp. 201–219.
11. Nikol'skii G. V. *Dinamika promyslovykh populiatsii ryb* [Dynamics of fishing populations]. Moscow, Nauka Publ., 1965. 382 p.

The article submitted to the editors 2.04.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kraynyuk Vladimir Nickolaevich – Republic of Kazakhstan, 100034, Karaganda; Karaganda Base of the Northern Branch of Kazakh Scientific Research Institute of Fisheries; Senior Researcher; Head of the Base; karagan-da@mail.ru.

Assylbekova Saule Zhangirovna – Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty; Kazakh Scientific Research Institute of Fisheries; Candidate of Biology; Deputy of General Director; asylbekova@mail.ru.

