

Динамика коэффициента упитанности черноморского шпрота (*Sprattus sprattus* L.)

Людия Ст. Иванов, Григорий Ал. Маринов

Институт рыбных ресурсов (Варна)

Публикации по динамике коэффициента упитанности (K) черноморского шпрота отсутствуют. Для шпрота у болгарского побережья, ловимого в основном ставными неводами, сообщаются линейные классы и средняя масса за период октябрь — январь, март — май и июнь — август 1945 — 1950, 1955 — 1959 гг. (Стоянов, 1960) и за январь — май 1960 — 1964 гг. (Стоянов, 1965). В одном из вариантов моделирования запасов шпрота Иванов (1983) применял величину K , равную 0,575.

В настоящей публикации обобщаются результаты помесечного изучения коэффициента упитанности шпрота, ловимого в основном промысловыми судами, по линейным классам и в целом за период 1978 — 1988 гг., а также по полу и возрасту за период 1983 — 1988 гг. По многолетним данным оценивается связь между коэффициентом упитанности, биомассой зоопланктона и уловом на единицу усилия.

Материалы и методика. За период 1978 — 1988 гг. определены длина и масса у 213 742 штук шпрота. Материалы собирались из уловов промысловых и исследовательских орудий лова в болгарской акватории Черного моря. Коэффициент упитанности (K) определяется по Фультону:

$$K = w/100 \cdot L^3,$$

где w — масса в г, L — абсолютная длина рыбы в см. С 1983 по 1988 гг. K вычисляется отдельно для самцов и самок по линейным классам, возрастным группам и в целом.

Связь между среднегодовыми коэффициентами (K), уловами за час тралирования шпрота (y , kg/h) и биомасса зоопланктона (x , mg/m³) исследовалась по уравнениям линейной регрессии:

$$\begin{aligned} 1. K &= a + by; & 2. y &= a + bK; & 3. x &= a + by; \\ 4. y &= a + bx; & 5. K &= a + bx; & 6. x &= a + bK; \\ 7. K &= a + bx + cy; & 8. y &= a + bx + cK \end{aligned}$$

Статистическая обработка производилась по методам, описанным Плехинским (1961) и Рокницким (1964).

Результаты и их обсуждение. Изменение K с увеличением L по месяцам и периодам. Соотношение между K и L является наиболее точным измерителем кондиции шпрота, поскольку позволяет определить его массу при данной длине. Средние величины K за период 1978 — 1988 гг. изменяются по размерным классам и месяцам (табл.1). Отметим, что данные для линейных классов ниже 7 см и выше 12 см менее точные, так как индивиды этих размерных групп встречаются в единичных экземплярах при том в отдельных пробах. С учетом этих замечаний, величины K в табл.1 очерчивают следующие тенденции: с января по март наблюдается падение упитанности (конец массового нереста), а с апреля начинается ее нарастание (начало нагула), достигая максимума в июнь. В период нагула (май — сентябрь), а также в начале нерестового сезона (октябрь — декабрь) коэффициент упитанности удерживается, как правило, на высоком уровне. Вторая тенденция — это уменьшение величин K после длин 9,5 — 10,0 см.

Средние величины K . Наиболее полно кондиция ловимого шпрота характеризуется средневзвешенным K по

Т а б л и ц а 1. Средний коэффициент улитанности (К) шпрота по месяцам 1978 — 1988 гг.

Месяц	L, см																	
	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5
I	—	0,439	0,574	0,570	0,578	0,583	0,577	0,597	0,596	0,585	0,574	0,599	0,557	0,550	0,577	0,558	—	—
II	0,614	0,558	0,563	0,551	0,551	0,559	0,557	0,570	0,572	0,558	0,547	0,542	0,544	0,531	0,565	0,531	—	—
III	0,528	0,534	0,533	0,530	0,542	0,537	0,540	0,550	0,548	0,544	0,527	0,522	0,518	0,517	0,505	0,550	—	0,623
IV	0,625	0,590	0,546	0,538	0,542	0,546	0,555	0,555	0,559	0,547	0,538	0,532	0,526	0,517	0,537	0,547	—	—
V	0,568	0,586	0,605	0,605	0,610	0,600	0,599	0,589	0,591	0,583	0,567	0,553	0,554	0,554	0,535	—	0,510	—
VI	0,552	0,505	0,644	0,632	0,623	0,618	0,615	0,608	0,605	0,596	0,587	0,581	0,577	0,548	0,580	—	—	—
VII	0,602	0,548	0,601	0,620	0,607	0,598	0,609	0,596	0,589	0,580	0,567	0,562	0,560	0,555	—	0,406	—	—
VIII	0,556	0,596	0,563	0,562	0,571	0,586	0,592	0,586	0,584	0,576	0,572	0,559	0,584	0,555	—	—	—	—
IX	0,462	0,617	0,624	0,582	0,590	0,602	0,602	0,598	0,596	0,595	0,592	0,590	0,587	0,577	0,545	—	—	—
X	—	0,567	0,576	0,565	0,587	0,600	0,601	0,696	0,596	0,596	0,590	0,585	0,577	0,564	0,544	—	—	—
XI	—	0,546	0,612	0,600	0,696	0,600	0,616	0,621	0,616	0,601	0,589	0,578	0,573	0,581	0,585	—	0,583	—
XII	—	—	0,569	0,559	0,571	0,580	0,610	0,615	0,609	0,696	0,582	0,572	0,557	0,569	0,538	—	—	—
Средний	0,663	0,653	0,584	0,576	0,581	0,584	0,589	0,590	0,588	0,580	0,569	0,561	0,559	0,552	0,551	0,517	0,532	0,623

Т а б л и ц а 2. Средний взвешенный коэффициент упитанности ($K_{\text{в}}$ числителе) и средняя абсолютная длина шпрота (L , см) (в знаменателе)

Год	Месяц														Средний 14																																																																																																																																																					
	I		II		III		IV		V		VI		VII			VIII		IX		X		XI		XII																																																																																																																																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2																																																																																																																																									
1978	567 10,4	553 10,9	547 10,9	552 10,8	577 10,7	592 10,5	585 10,4	611 10,0	618 10,1	646 11,2	580 10,8	580 10,7	584 10,6	1979	581 10,4	522 10,6	489 10,9	542 10,7	591 10,5	573 9,8	560 10,2	577 9,8	562 10,3	537 10,2	570 10,1	535 10,0	1980	518 10,0	534 10,1	544 10,1	546 10,3	619 9,6	631 9,7	621 9,6	594 9,5	615 9,5	595 9,7	614 10,5	614 10,5	1981	603 10,4	603 10,6	568 10,3	579 10,2	658 10,0	636 10,1	624 10,0	612 10,0	615 10,0	589 10,3	654 10,4	627 10,7	1982	616 11,0	681 10,6	570 10,1	604 9,8	632 9,1	638 9,9	621 9,2	599 9,6	642 9,7	628 10,3	618 10,9	639 10,7	616 10,1	1983	593 10,6	577 9,9	517 9,5	541 9,1	600 8,9	601 9,3	631 9,3	589 9,9	573 9,7	590 10,0	600 10,3	606 10,2	585 9,7	1984	606 10,0	545 9,6	543 8,9	532 8,2	575 8,3	606 8,8	600 8,7	594 9,0	592 9,4	641 9,3	629 10,1	599 10,0	588 9,2	1985	588 10,1	572 10,1	553 10,0	549 9,8	581 9,0	649 9,1	589 9,4	598 9,2	612 9,2	596 9,6	642 10,6	617 10,4	596 9,7	1986	573 10,4	547 10,2	521 10,1	522 9,5	560 9,1	606 9,0	580 8,9	569 9,5	601 9,6	603 9,6	605 10,1	620 10,1	576 9,7	1987	602 10,0	542 9,8	555 9,9	534 9,8	560 9,1	597 9,5	598 9,3	567 9,3	578 9,4	616 10,0	602 10,4	621 10,2	581 9,7	1988	575 10,1	573 10,1	521 9,6	534 9,1	557 9,1	593 9,0	603 9,0	541 9,1	578 9,0	523 9,7	529 9,9	526 9,7	554 9,5	Средний	584 10,3	559 10,2	539 10,0	549 9,8	592 9,4	611 9,5	601 9,5	586 9,5	600 9,6	597 10,0	604 10,4	598 10,3	585 9,9

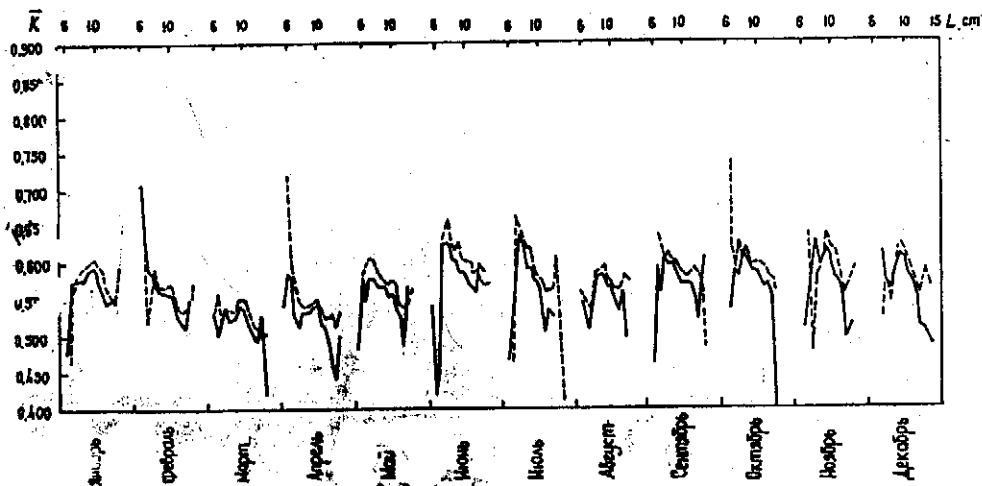


Рис.1. Изменение величин коэффициента упитанности (K) самцов (1) и самок (2) шпрота по месяцам в зависимости от абсолютной длины тела в период 1983–1988гг. (в полосе месяца мая сверху, показанны величины K крупного, сильно упитанного, шпрота пойманного ставным неводом 27–29 мая 1987г.)

месяцам. Эти данные, вместе со средней длиной шпрота по месяцам и годам (1978–1988гг.), помещены в табл.2. За 11-летний период минимальный коэффициент упитанности наблюдался 1 раз в январе, 7 раз в марте и 3 раза в апреле. Минимальная величина K приходится на март и апрель, а максимальная — на июнь и июль. В годовом разрезе минимальная упитанность наблюдалась в 1979г. и 1988г. (табл.3).

Половые различия K при одинаковой длине рыб. Изменения величин K по длине тела, полу и месяцам за период 1983–1988гг. изображены на рис.1. Статистический анализ на достоверность различий между самками и самцами в пределах хорошо представленных линейных групп произведен по парному методу, при котором в качестве средней бралась средняя разница величин K самок и самцов. При одних и тех же линейных классах K у самок выше, чем у самцов, причем различия, оцененные по t -критерию, достоверны для всех месяцев ($P=0,97–1,0$) с исключением октября ($P=0,89$). Но и для этого месяца, если ограничиться размерными классами 9–12,5 см, различия оказываются достоверными ($P=0,99$). На рис.1 изображены коэффициенты упитанности самок и самцов крупного, необычно упитанного шпрота,

который был пойман 27–29 мая 1987г. ставным неводом имени Гагарина, южнее г. Созополя ($n=373$ штук, средняя величина $K=0,802$). Этот крупный шпрот (возраст 3–5 лет) с высоким и широким телом и повышенной жирностью учитывался отдельно.

Половые различия K при одном и том же возрасте. Средние величины K для отдельных возрастных групп, по полу и месяцам за период 1983–1988гг. даны в табл.3. Коэффициент упитанности в среднем уменьшается с возрастом, хотя в отдельные месяцы различия между годовиками и двухгодовиками имеют обратный знак (январь и апрель, табл.4). Статистический анализ различий величин K между самками и самцами, произведенный по описанному выше методу, показал следующее: величины $K_{\text{♀♀}} - K_{\text{♂♂}}$ данного возраста по отдельным месяцам достоверные ($P=0,99–1,0$); средние месячные величины K как одного и того же возраста, так и всех возрастных групп за период 1983–1989гг. выше у самок по сравнению с самцами, причем их различия достоверные ($P=0,99–1,0$).

Связь K с другими переменными. В последние годы появились публикации, в которых анализируются связи придонных концентраций в севе-

Т а б л и ц а 3. Средние месячные величины коэффициента упитанности шпрота (К) по полу и возрасту за 1983 - 1988 гг.

Месяц	Самцы					Самки					Оба пола				
	1-1+	2-2+	3-3+	4-4+	средний	1-1+	2-2+	3-3+	4-4+	средний	1-1+	2-2+	3-3+	4-4	средний
	I	0,582	0,588	0,565	0,560	0,585	0,596	0,600	0,581	0,564	0,594	0,592	0,594	0,577	0,564
II	0,570	0,560	0,542	0,528	0,556	0,572	0,565	0,548	0,543	0,561	0,571	0,763	0,546	0,540	0,558
III	0,526	0,532	0,515	0,502	0,529	0,538	0,544	0,527	0,510	0,540	0,534	0,540	0,524	0,510	0,535
IV	0,531	0,533	0,514	0,492	0,528	0,544	0,544	0,532	0,530	0,540	0,539	0,540	0,529	0,526	0,535
V	0,569	0,552	0,534	0,508	0,561	0,586	0,575	0,552	0,530	0,578	0,579	0,567	0,549	0,526	0,572
VI	0,601	0,583	0,568	0,574	0,592	0,618	0,604	0,587	0,574	0,614	0,612	0,597	0,582	0,572	0,607
VII	0,596	0,566	0,535	0,434	0,588	0,614	0,581	0,564	0,563	0,606	0,608	0,577	0,557	0,558	0,602
VIII	0,574	0,554	0,530	-	0,571	0,583	0,572	0,561-	-	0,580	0,580	0,566	0,554	-	0,577
IX	0,582	0,566	0,565	-	0,580	0,594	0,589	0,584	0,478	0,592	0,590	0,583	0,577	0,478	0,589
X	0,591	0,574	0,572	-	0,587	0,604	0,595	0,584-	-	0,600	0,598	0,588	0,581	-	0,595
XI	0,601	0,575	0,528	-	0,594	0,614	0,593	0,574-	-	0,606	0,608	0,587	0,567	-	0,601
XII	0,596	0,573	0,552	-	0,592	0,610	0,587	0,568-	-	0,603	0,604	0,582	0,564	-	0,598
Средний	0,577	0,563	0,544	0,514	0,572	0,589	0,579	0,564	0,536	0,584	0,585	0,574	0,559	0,534	0,580

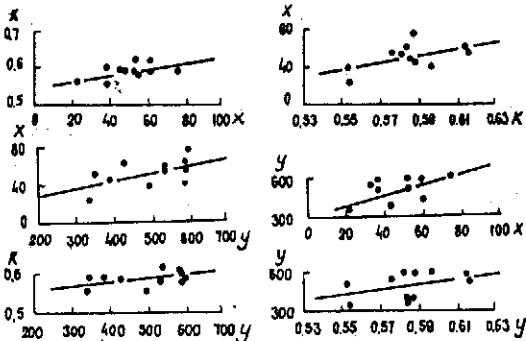


Рис.2. Регрессии между коэффициентом упитанности (K), уловом на усилие шпрота (y , kg/h) и биомассой зоопланктона (x , mg/m^3) за период 1978–1988 гг. (параметры — в табл.4).

ро-западной части моря с физиологическим состоянием шпрота и факторами внешней среды. Щ у л ь м а н и др. (1985) объясняют образование плотных скопле-

донные концентрации и уловы за 1h тралирования снижаются в 1,5 — 3,0 раза (1982 — 1983гг.). Нарушение нормальных связей между температурами и кормовыми условиями и придонными скоплениями шпрота летом в северозападной части моря после 1978г., Ф а щ у к (19897) объясняет изменением гидрологического и гидрохимического режима на шельфе и свале глубин.

Взаимосвязь между среднегодовыми коэффициентами упитанности (K), уловами за 1h тралирования, рассматриваемыми как показатель плотности придонных запасов и биомассами зоопланктона (по К о и с у л о в у, 1986), исследованная при однофакторной регрессии за период 1978 — 1988 гг., показана в табл. 4 и на рис. 2 и 3. Коэффициент упитанности возрастает с увеличением улова на усилие и био-

Т а б л и ц а 4. Величины параметров и достоверности (P) регрессии и корреляции (r) между коэффициентом упитанности (K), биомассой зоопланктона (x , mg/m^3) и уловом шпрота за 1h тралирования (y , kg/h)

№	Уравнение	a	b	c	r	P
1	$K = a + by$	0,5427	0,0000857	-	0,439	0,82
2	$y = a + bK$	-825,17	2252,13	-	-	-
3	$x = a + by$	14,158	0,0719	-	0,528	0,91
4	$y = a + bx$	299,771	3,8823	-	-	-
5	$K = a + bx$	0,54707	0,0007636	-	0,533	0,91
6	$x = a + bK$	-167,78	371,5525	-	-	-
7	$K = a + bx + cy$	0,53427	0,0005973	0,0000428	0,564	0,93
8	$y = a + bx + cK$	-318,636	3,0192	1130,393	-	-

ний и достижение высоких уловов советским промыслом летом 1981г. с хорошей обеспеченностью пищей, выражающейся в повышенной жирности шпрота. Уменьшение придонных концентраций и уловов промысловых судов в 1982 и 1983 гг. соответствует на падению жирности шпрота. Г а п и ш к о и др. (1987) устанавливают, что в годы, когда зимняя биомасса зоопланктона и степень наполнения желудка шпрота хорошие, уловы за 1h тралирования в апреле — сентябре возрастают (1981, 1984 — 1986гг.). При биомассе зимнего зоопланктона ниже средней и низком индексе наполнения желудка при-

массы зоопланктона. Точно также улов на усилие возрастает с увеличением коэффициента упитанности и биомассы зоопланктона. Коэффициент корреляции, однако, как по одному, так и по двум аргументам, оказались недостоверными ($P = 0,82 — 0,91 — 0,93 < 0,95$, табл.4).

Очевидно, что упитанность шпрота и образование придонных скоплений взаимосвязаны с другими неучтенными биотическими и абиотическими факторами. Вместе с этим, сделанный анализ указывает на необходимость учета коэффициента упитанности как интегральный показатель мониторинга по шпроту.

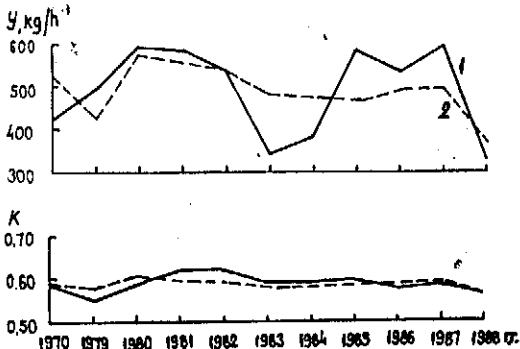


Рис.3. Соотношение между фактическими (1) и вычисленными (2) величинами коэффициентов упитанности (K) и уловов за 1h тралирования (y , kg/h) при линейной регрессии по двум аргументам (уравнение 7 и 8, табл.4)

Заключение. Исследована ежемесячно динамика коэффициента упитанности шпрота (K) по линейным классам и в целом за период 1978 — 1988гг., а так же по полу и возрасту за период 1983 — 1988гг.

Выявлены изменения K в переднерестовый, нерестовый и нагульный периоды и отклонения от средней тенденции в отдельные годы. В пределах абсолютной длины тела 6,0 — 9,0 см величины K изменяются менее определенно, а в пределах 9,5 — 12,5 см наблюдается, как пра-

вило, тенденция уменьшения K .

В конце мая 1987г. ставными неводами ловился крупный шпрот (возраст 3 — 5 лет) с высоким и широким телом, с повышенной жирностью и большим коэффициентом упитанности ($K = 0,802$, против 0,560 — 0,597 у обычного шпрота).

За 11-летний период минимальные величины K отмечены 1 раз в январе, 7 раз в марте и 3 раза в апреле.

В период 1978 — 1988гг. минимальные величины K наблюдались в 1979г. и в 1988г.

В пределах хорошо представленных линейных классов, а также по возрастным группам, величины K выше у самок, причем различия между полами достоверные ($P = 0,97 — 1,0$).

Регрессионный и корреляционный анализ среднегодовых величин по одному и двум аргументом показал, что K возрастает с увеличением биомассы зоопланктона (x) и улова за час тралирования (y) и что у повышается с возрастанием x и K . Эти связи, однако, статистически недостоверные ($P = 0,82 — 0,91 — 0,93 < 0,95$).

Изменение величин K и y зависит и от других неучтенных биотических и абиотических факторов. Коэффициент упитанности оценивается как интегральный показатель мониторинга по шпроту.

Литература

Гапишко, А. И., В. И. Юрьев. 1987. Подход к прогнозированию черноморского шпрота по состоянию кормовой базы. — Рыбное хозяйство, 9, 28 — 29. Иванов, Л. 1983. Популяционные параметры и методы за лимитиране на уловите на трипоната (*Sprattus sprattus* L.) в западната мчасть на Черно море. — Изв. ИРП — Варна, XX, 7 — 46. Консулов, А. С. 1986. Сезонна и годишна динамика на зоопланктона на Черно море пред българския бряг за времето от 1974 до 1984г. — Океанология (С.), 16, 26 — 34. Плехинский, Н. А. 1961. Биометрия. Новосибирск, АН СССР. 364с. Роклиц-

кий, П. Ф. 1964. Биологическая статистика. Минск, Высшая школа. 326с. Стоянов, С. А. 1960. Състояние на запаса на черноморската трифона, ловена по българското крайбрежие през периодите 1945 — 1950 и 1955 — 1959. — Тр. ПНИИРП — Варна, III, 1 — 39. Стоянов, С. 1965. Динамика на запаса на черноморската трифона (*Sprattus sprattus* L.). — Изв. НИРСС — Варна, VI, 21 — 48. Фащук, Г. Е. и др. 1985. Образование промысловых скоплений и многолетние колебания жирности черноморского шпрота. — Рыбное хозяйство, 5, 26 — 28.

Dynamics of the condition factor of the Black Sea Sprat (*Sprattus sprattus* L.)

Lyudia St. Ivanov, Gregory A. Marinov

(Summary)

The monthly dynamics of the condition factor by Fulton (K) have been determined by linear classes and in general for 1978 — 1988, as well as, by sex and age for 1983 — 1988. The data has been collected from vessel catches and partially from trap net catches in the Bulgarian Black Sea water area.

The monthly values of K show its variation during the pre-reproduction, the post-reproduction and the nursery periods, as well as the deviations from the mean trend for the various years. For an absolute length of 6,0 — 9,0 cm the values of K did not seem to have any definite trend of change while at length of 9,5 — 12,5 cm a trend of decrease in K was noticed. At the end of May 1987 large Sprat had been caught by trap nets ($L = 11,0 — 14,5$ cm age — 3 — 5 years) with a very high K (average values 0,802 versus 0,560 — 0,597 for ordinary Sprat) which had been given a separate statistical processing.

Minimum values of K for the 11-year

period had been registered once in January, 7 times in March and 3 times in April. The lowest annual values of K have been observed in 1979 and in 1988.

In the range of the well-represented linear classes as well as in age groups, the values of K are higher for the female fish compared to those of the male ones the differences being significant ($P = 0,97 — 1,0$).

The annually averaged values of K are increasing with the increase of the zooplankton biomass (x) and the 1-hour trawled catch (y). The same regression is observed for y depending on x and K . The coefficients of correlation and of regression for one and for two factors proved to be insignificant ($P = 0,82 — 0,91 — 0,93 < 0,95$). The values of K are dependent on other biotic and abiotic factors. The condition is assumed to be an important integral monitoring characteristic of the Sprat.

Поступила 29.11 1990г.