

рівнями, і хоча за станом можуть характеризуватися категоріями “добрий” та “задовільний”, згідно класифікації Заїки В.Е. [2], відносяться до евтрофних.

Дослідження фінансувалися з бюджету Міністерства освіти і науки України. Автори висловлюють подяку співробітникам Регіонального центру моніторингу і екологічних досліджень Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, які протягом 2008–2009 р. забезпечили вахтовий режим роботи науково-дослідної станції «Острів Зміїний» та здійснювали відбір і хімічний аналіз зразків води.

1. *Водна* рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС: Київ, 2006. – 240 с.
2. *Заїка В.Е.* О трофическом статусе пелагических экосистем в разных районах Черного моря / В.Е. Заїка // Морський екологічний журнал. – 2003. – Т. II, № 1. – С. 5–10.
3. *Острів Зміїний: екосистема прибережних вод: монографія* / В.А. Сминтина, В.І. Медінець. І.О. Сучков [та ін.]; відп. ред. В.І. Медінець. – Одеса: Астропринт, 2008. – 228 с.
4. *Руководство по гидрологическим работам в морях и океанах.* - Л.: Гидрометеиздат. 1977. – 725 с.
5. *Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений.* – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 190 с.
6. *Руководство по химическому анализу морских вод.* – С.-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. – 218 с.
7. *Eutrophication in Europe's coastal waters.* – Topic report 7/2001. EEA, Copenhagen, 2001. – 87 p.
8. *Moncheva S.* Application of eutrophication indices for assessment of the Bulgarian Black Sea coastal ecosystem ecological quality/ S. Moncheva, V. Doncheva, G. Shtereva, L. Kamburska, S. Gorinstein // Water Science and Technology. – 2002. – №8. – Vol 46, N 8. – P.19–28
9. *Vollenweider R.A.* Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index/ R.A. Vollenweider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // Environmetrics. – 1998. – N 9. – P. 329–357.

*В.И. Медінець, Н.В. Ковалева, С.М. Снігурев, І.Л. Грузова*

Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова, Украина

#### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОРСКИХ ВОД В РАЙОНЕ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ С ПОМОЩЬЮ ИНДЕКСА TRIX

Приводятся результаты оценки состояния морских вод у берегов острова Змеиный с использованием трофического индекса TRIX, который применяется во многих европейских странах. Показано, что большую часть года воды исследованной акватории находятся на границе между средним и высоким трофическими уровнями.

*Ключевые слова: качество морских вод, индекс TRIX, эвтрофикация*

*V.I. Medinets, N.V. Kovalova, S.M. Snigirov, I.L. Gruzova*

Odesa National University is the name of I.I.Mechnikov, Ukraine

#### ASSESSMENT OF MARINE WATER QUALITY IN THE ZMIINYI ISLAND AREA USING TRIX INDEX

Results of marine environment state assessment near the coast of the Zmiinyi Island with the help of TRIX trophic index used in many European countries are presented. It is shown that the waters of the studied area are at the boundary between average and high trophic levels.

*Key words: marine waters quality, TRIX index, eutrophication*

УДК 597.08:551.46.09

Е.Б. МЕЛЬНИКОВА, В.А. БОНДАРЕВ, Ю.Л. МУРЗИН, Ю.В. НОВОСЕЛОВА

Институт биологии южных морей НАН Украины

пр-т Нахимова, 2, Севастополь 99011

#### РАЗМЕРНО–ВОЗРАСТНОЙ КЛЮЧ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОЙ ХАМСЫ

Разработан размерно-возрастной ключ, предназначенный для оперативного определения возрастного состава уловов азово-черноморской хамсы. Ключ прост в применении и может быть использован в условия промысла.

162 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2010, №3 (44)

*Ключевые слова: хамса, размерное распределение, возраст, ключ*

Хамса или европейский анчоус (*Engraulis encrasicolus*) является наиболее многочисленной промысловой рыбой в Черном море, имеет важное хозяйственное значение в экономике Украины и других причерноморских государств. Современные методы рационального использования и охраны запасов, расчеты допустимого улова промысловых видов рыб в основном базируются на возрастном составе уловов. Возраст хамсы традиционно определяют по отоликам. Однако этот метод характеризуется достаточно большой трудоемкостью, требующей существенных временных затрат [3, 4], вследствие чего оценка возрастного состава улова производится с запаздыванием, вследствие чего во многом утрачивает свою информационную ценность.

Целью данной работы является разработка размерно-возрастного ключа для оперативного определения возрастного состава хамсы.

### Материал и методы исследований

Материалом для составления размерно-возрастного ключа послужили пробы из траловых уловов хамсы в осенне-зимнем сезоне 2007–2008 гг. с юго-западного шельфа Крыма. Лов проводился над глубинами от 50 м до 80 м. Общее количество исследованных особей – 1212 экз. Длину тела измеряли с точностью до 0,1 см, массу – 0,01 г. Возраст рыб определяли по отоликам и параллельно по разработанному размерно-возрастному ключу.

Н.И. Чугунова [4] описывает методику оперативного определения возрастного состава уловов на основе размерно-возрастной таблицы, составление которой основано на расчете “взвешенного” возрастного состава уловов для дискретных (ступенчатых значений) размерных групп рыб. С учетом того, что в природных популяциях имеет место непрерывное распределение особей по длине, экспериментально измеренные дискретные значения размерного распределения будем аппроксимировать плавными кривыми нормальной плотности распределения в соответствии с выражением [1, 2]:

$$p(l) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(l-l_{cp})^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где:  $p(l)$  – вероятность появления рыб длиной  $l$ ;  $l_{cp}$  – средняя длина рыб одного возрастного класса;  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение размерного распределения.

В табл. 1 приведены экспериментальные данные размерного распределения представителей разных возрастных классов (возраст определен по отоликам), которые были положены в основу составления размерно-возрастного ключа.

Частоту появления особей каждой размерной группы каждого возрастного класса (табл. 1) находили по соотношению:

$$p_{ik}^* = n_{ik} / N_k, \quad (2)$$

где:  $p_{ik}^*$  – частота появления рыб  $k$ -го возраста  $i$ -й размерной группы;  $n_{ik}$  – количество рыб  $k$ -го возраста  $i$ -й размерной группы;  $N_k$  – количество рыб  $k$ -го возрастного класса.

Затем для каждого возрастного класса рассчитывали среднюю длину и среднее квадратичное отклонение:

$$l_{cpk} = \sum_{i=1}^m l_i p_{ik}^*; \quad (3)$$

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{i=1}^m p_{ik}^* (l_i - l_{cpk})^2}, \quad (4)$$

где:  $l_{cpk}$  – средняя длина рыб  $k$ -го возрастного класса;  $m$  – количество размерных групп;  $l_i$  – средний размер  $i$ -ой размерной группы;  $\sigma_k$  – среднее квадратичное отклонение размерного распределения, рассчитанное для  $k$ -го возрастного класса.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.



Размерное распределение представителей разных возрастных классов хамсы зимой 2007–2008 гг.

Размерная группа, см	Сеголетки		Двухлетки		Трехлетки		Четырехлетки	
	Кол., экз.	Част., отн.ед.	Кол., экз.	Част., отн.ед.	Кол., экз.	Част., отн.ед.	Кол., экз.	Част., отн.ед.
4,75 ± 0,25	5	0,011	–	–	–	–	–	–
5,25 ± 0,25	44	0,101	–	–	–	–	–	–
5,75 ± 0,25	87	0,200	–	–	–	–	–	–
6,25 ± 0,25	67	0,154	–	–	–	–	–	–
6,75 ± 0,25	74	0,170	4	0,006	–	–	–	–
7,25 ± 0,25	42	0,097	16	0,026	–	–	–	–
7,75 ± 0,25	50	0,115	75	0,122	–	–	–	–
8,25 ± 0,25	50	0,115	175	0,284	–	–	–	–
8,75 ± 0,25	16	0,037	141	0,229	–	–	–	–
9,25 ± 0,25	–	–	140	0,227	35	0,226	–	–
9,75 ± 0,25	–	–	60	0,097	75	0,484	–	–
10,25 ± 0,25	–	–	6	0,009	33	0,213	–	–
10,75 ± 0,25	–	–	–	–	8	0,052	1	0,2
11,25 ± 0,25	–	–	–	–	3	0,019	1	0,2
11,75 ± 0,25	–	–	–	–	1	0,006	2	0,4
12,25 ± 0,25	–	–	–	–	–	–	1	0,2
Сумма	435	1	617	1	155	1	5	1

Таблиця 2

Размерные показатели представителей разных возрастных групп

	Сеголетки	Двухлетки	Трехлетки	Четырехлетки
Средняя длина, см	6,71	8,7	9,84	11,6
Среднее квадратическое отклонение, см	1,03	0,67	0,47	0,51

Исходя из условия нормального закона размерного распределения, рыб внутри каждой возрастной группы, экспериментальное дискретное распределение (табл. 1) размерного состава для каждого возрастного класса заменяем плавной кривой нормальной плотности распределения в соответствии с выражением (1). С учетом размерных показателей (табл. 2) для каждой из возрастных групп были получены следующие выражения:

$$\text{для сеголеток} \quad p_1(l) = 0,194e^{-0,474(l-6,707)^2}, \quad (5)$$

$$\text{для двухлеток} \quad p_2(l) = 0,299e^{-1,124(l-8,66)^2}, \quad (6)$$

$$\text{для трехлеток} \quad p_3(l) = 0,423e^{-2,244(l-9,837)^2}, \quad (7)$$

$$\text{для четырехлеток} \quad p_4(l) = 0,391e^{-1,922(l-11,55)^2}, \quad (8)$$

где:  $p_1(l)$ ,  $p_2(l)$ ,  $p_3(l)$ ,  $p_4(l)$  — плотность размерного распределения сеголеток, двухлеток, трехлеток и четырехлеток соответственно.

На рис. 1 изображены гистограммы размерного распределения представителей разных возрастных классов, построенные на основе экспериментальных данных (табл. 1), и плавные кривые размерного распределения, построенные в соответствии с выражениями (5) – (8).

Далее составляем размерно–возрастной ключ, представляющий зависимость относительного содержания рыб разных возрастных групп, встречающихся в уловах, от длины. Числовые значения для составления размерно-возрастного ключа определяем по плавным кривым плотности размерного распределения, найденными в соответствии с выражениями (5) – (8).

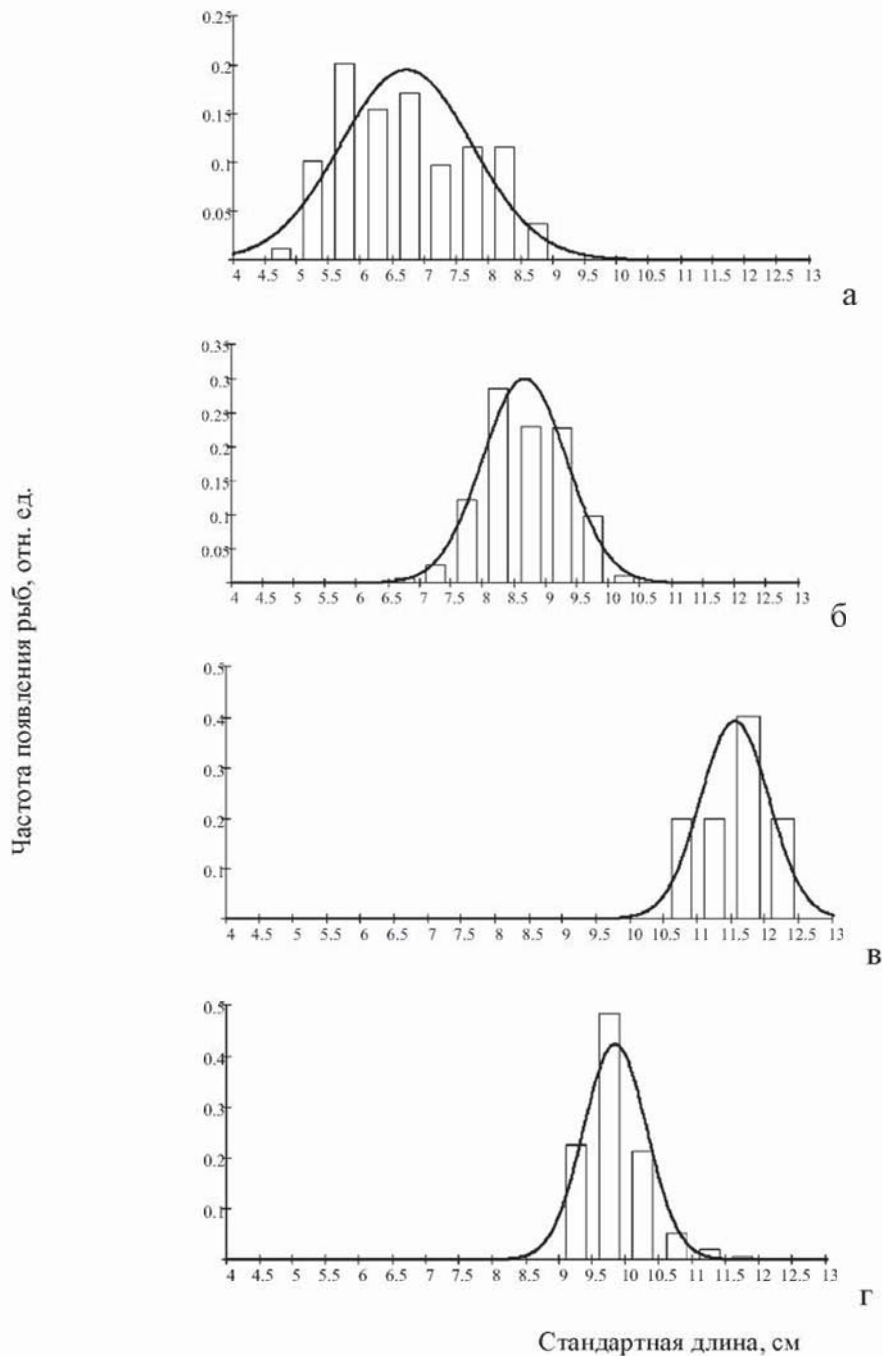


Рис. 1. Размерное распределение сеголеток (а), двухлеток (б), трехлеток (в) и четырехлеток (г)

Расчет относительного (выраженного в процентах) содержания рыб  $k$ -го возрастного класса среди рыб имеющих некоторую длину  $l$  производим по формуле:

$$W_k(l) = \frac{p_k(l)n_k}{\sum_{k=1}^4 p_k(l)n_k} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где:  $W_k(l)$  — относительное (в процентах) содержание рыб  $k$ -го возрастного класса среди рыб длиной  $l$ ;  $p_k(l)$  — значение плотности размерного распределения рыб  $k$ -го возрастного класса,

рассчитанное по соотношениям (5) — (7);  $n_k$  — количество рыб  $k$ -го возрастного класса в экспериментальных данных, используемых для составления размерно-возрастного ключа.

Размерно-возрастной ключ хамсы зимних уловов 2007–2008 гг. изображен на рис. 2.

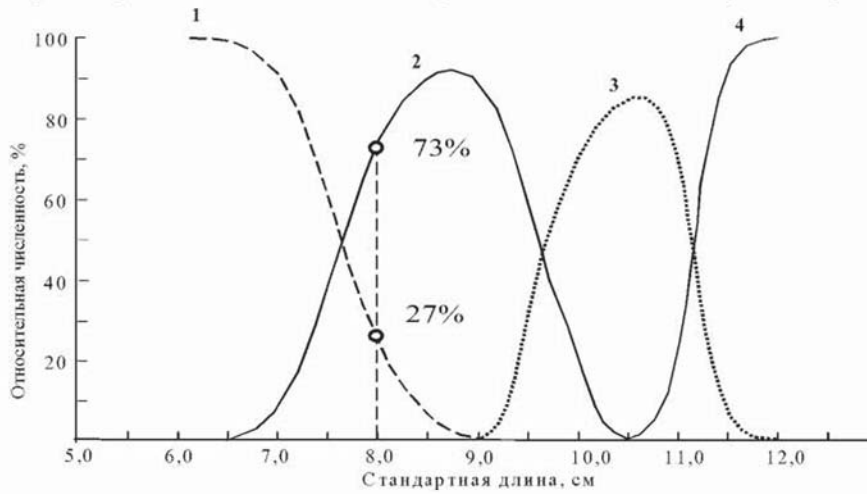


Рис. 2. Размерно-возрастной ключ хамсы: 1 — сеголетки; 2 — двухлетки; 3 — трехлетки; 4 — четырехлетки

### Результаты исследований и их обсуждение

Методика определения возрастного состава с использованием размерно-возрастного ключа проста. Предположим, что во взятой для анализа пробе содержится 15 шт. хамсы длиной 8,0 см. Воспользовавшись рис. 2 определяем, что среди рыб длиной 8,0 см 27% составляют сеголетки, 73% — двухлетки, следовательно из 15 особей длиной 8,0 см в пробе содержится  $15 \cdot 0,27 \approx 4$  шт. сеголеток и  $15 \cdot 0,73 \approx 11$  шт. двухлеток. Аналогично можно определить возрастное распределение каждой размерной группы.

Для определения степени соответствия возрастного распределения хамсы, рассчитанного с помощью размерно-возрастного ключа и экспериментально найденного по отолитам, был использован критерий соответствия Пирсона хи-квадрат [1]. Было определено возрастное распределение сеголеток, двухлеток, трехлеток и четырехлеток как с помощью разработанного размерно-возрастного ключа, так и по отолитам.

Расчеты показали, что относительное распределение возрастных классов, найденное с помощью разработанного размерно-возрастного ключа, вполне удовлетворительно соответствует возрастному распределению, определенному по отолитам. Рассчитанная с помощью критерия соответствия хи-квадрат вероятность совпадения результатов анализа относительного возрастного распределения составила  $P=0,99$ .

### Выводы

Таким образом, разработанный размерно-возрастной ключ позволяет с высокой вероятностью определять относительную численность разных возрастных групп, и может быть использован для оперативного анализа возрастного состава уловов хамсы в условиях промысла.

1. Венцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Венцель Е.С., Овчаров Л.А. — М.: Наука, 1988. — 480 с.
2. Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов / П.Ф. Рокицкий. — Минск: Белгосуниверситет, 1961. — 221 с.
3. Сказкина Е.П. Различия азовской и черноморской хамсы (*Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov, *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleks.) / Е.П. Сказкина // Вопросы ихтиологии. — 1965. — Т. 5, Вып. 4 (37). — С. 600–605.
4. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб (методическое пособие по биологии) / Н.И. Чугунова. — М.: Изд. Академии Наук СССР, 1959. — 125 с.



Е.Б. Мельникова, В.А. Бондарев, Ю.Л. Мурзін, Ю.В. Новоселова  
Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

**РОЗМІРНО–ВІКОВИЙ КЛЮЧ АЗОВО–ЧОРНОМОРСЬКОЇ ХАМСИ**

Розроблений розмірно–віковий ключ, призначений для оперативного визначення вікового складу уловів азово–чорноморської хамси. Ключ простий у вживанні і може бути використаний в умовах промислу.

*Ключові слова:* хамса, розмірний розподіл, вік, ключ

Е.В. Mel'nikova, V.A. Bondarev, Yu.L. Murzin, Yu.V. Novoselova  
Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

**AGE–RELATED KEY OF EUROPEAN ANCHOVY**

The size-age key intended for operative determination of age composition of catches of European anchovy is developed. The key is simple in usage and can be used in the fisheries conditions.

*Key words:* European anchovy, size distributing, age, key

УДК 581.6:582.232:547.458

Д.В. МІКУЛІЧ, Л.І. БОЙКО, Г.В. ІВАНОВИЧ, В.І. ЛИСОВСЬКА

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України  
вул. Пушкінська, 37, Одеса 65125

**ВУГЛЕВОДНИЙ СКЛАД ЧОРНОМОРСЬКИХ ВОДРОСТЕЙ**

Проведені дослідження вуглеводного складу чорноморських водоростей. Показані схожість та різниця моносахаридного складу та структури полісахаридів чорноморських водоростей, які легко гідролізуються. Результати досліджень дозволяють науково обґрунтувати технології використання чорноморських водоростей як сировини для отримання структуроутворювачів.

*Ключові слова:* водорості, склад, полісахариди, властивості

Морські водорості синтезують цінні органічні сполуки – білки, полісахариди, ліпіди, а також є потужними концентраторами багатьох мікроелементів. Практичну значимість мають водорості, які синтезують ці сполуки в значних кількостях або містять компоненти. Особливу цінність мають водоростеві полісахариди – агари, карагінани, альгірати – полімери вуглеводної природи, які широко використовуються в багатьох галузях промисловості, медицині, бактеріології, біотехнології, військовій галузі та інших, де вони у багатьох випадках є незамінними і використовуються як згущувачі, желатини, емульгатори, інкапсулятори, що розпушують структуру добавки тощо.

Серед багаточисленних представників рослинних гідробіонтів Чорного моря і чорноморського регіону лише деякі вивчені з точки зору їх технологічної цінності. Так, серед великої різноманітності видів філофори *Ph. crispa* (Huds.) P.S. Dixon найбільш вивчена лише філофора ребриста широкочленистої форми (*f. latifolia*), яка є унікальною сировиною для одержання структуроутворювачів карагінанового типу. Дуже мало даних щодо гокладу філофори кулястої форми (*sf. sphaerica*), філофори Броді *Ph. truncata* (Pall.) Zinova, а також таких макрофітів, як грацилярія *Gracilaria dura* (C. Agardh) J. Agardh і *G. verrucosa* (Huds.) Papenf. та багатьох інших чорноморських макро- і мікроводоростей. Недостатня вивченість цих водоростей обмежує можливість їх використання як сировини для отримання різноманітних корисних продуктів, у тому числі структуроутворювачів.

**Матеріал і методи досліджень**

Вивчалися такі об'єкти: масові водорості Чорного моря і азово–чорноморського басейну – червоні водорості Чорного моря філофора ребриста *Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon широкочленистої (*f. latifolia*) і кулястої (*sf. sphaerica*) форм; філофора Броді *Ph. truncata* (Pall.) Zinova, грацилярія *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf.; біомаса фітопланктону – суміш зелених і синезелених мікроводоростей (*Chlorophyta*+*Cyanophyta*) – штормові викиди гіпергалинних озер Сивашу.

Підготовку проб, органолептичну оцінку водоростей проводилиздійснювали згідно ДЕСТ [2].