



УДК 597.2/.5

Е. А. Водясова

Значения индекса отолигов у разновразмерных групп анчоуса *Engraulis encrasicolus* у берегов Крыма

(Представлено членом-корреспондентом НАН Украины Г. Е. Шульманом)

Исследована зависимость индекса сагиттальных отолигов (l/d) от стандартной длины тела (SL) у *Engraulis encrasicolus* в Азово-Черноморском регионе. Показано, что l/d индекс не является постоянной величиной и изменяется в зависимости от линейных размеров тела особей хамсы. Это связано с разнонаправленностью изменений значений длины (l) и ширины (d) отолига. Отмечено, что известные значения l/d индекса для ряда выделяемых внутривидовых группировок хамсы (азовской, прибрежной и др.) попадают в область нормального распределения для черноморской популяции. Это означает, что данный показатель не может быть использован в качестве единственного критерия для изучения популяционной структуры азово-черноморского анчоуса.

Европейский анчоус *Engraulis encrasicolus* имеет широкий ареал распространения и важное промысловое значение для Азово-Черноморского региона. Его внутривидовая структура до конца не установлена. В настоящее время признано существование двух форм хамсы, отличающихся по ряду морфологических признаков, которые были выделены в два подвида: черноморская *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleksandrov и азовская *Engraulis encrasicolus maeoticus* Puzanov [1, 2]. Основным критерием их идентификации является индекс сагиттальных отолигов l/d (отношение длины отолига к его ширине). Данный показатель позволяет одновременно определять возраст и популяционную принадлежность анчоуса. Однако его применение в качестве различительного внутривидового критерия имеет ряд проблем, требующих критического анализа.

С одной стороны, это обусловлено более сложной внутривидовой структурой анчоуса в Азово-Черноморском регионе, чем предполагалось ранее. Известно, что средние значения l/d индекса для азовской и черноморской хамсы равны 1,96 и 2,15 соответственно [3]. При анализе уловов хамсы в осенне-зимний период у побережья Крыма была выделена группировка, популяционная принадлежность которой не установлена. Индекс отолигов для нее составил 2,41 [4]. В других исследованиях говорилось о возможности существования "прибрежной" формы со значением l/d 2,04 [5]. Популяционные исследования, основанные

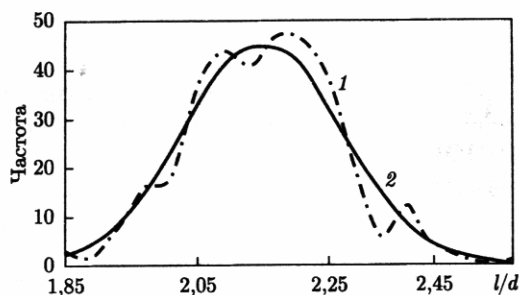


Рис. 1. Распределение по частотам индекса отоликов: 1 — эмпирическая кривая распределения; 2 — теоретическая кривая

на изучении белкового полиморфизма (лактатдегидрогеназы, аспартатаминотрансферазы, изоцитратдегидрогеназы, эстеразы), показали также существование азово-черноморских гибридов с механической или генетической примесью атлантического анчоуса [6]. Значения индекса отоликов для гибридных форм рассчитано не было. Необходимо отметить, что средние значения l/d в вышеупомянутых работах близки и существует вероятность значительного перекрытия кривых нормального распределения, что ставит под сомнение надежность данного критерия.

С другой стороны, следует обратить внимание и на различные значения углового коэффициента в уравнениях регрессии, отражающих зависимость между длиной и шириной отоликов и линейными размерами рыбы [7]. Это позволяет предположить, что значения l/d имеют возрастную динамику, т. е. не являются постоянными величинами. Изучению этих аспектов проблемы и посвящена настоящая работа.

Материалом для исследования послужили особи черноморского анчоуса (*E. encrasicolus ponticus* Aleksandrov), собранные в Черном море в районе Севастополя (бухта Стрелецкая и мыс Лукул) в ноябре–декабре 2010 г. Возраст рыб определяли по сагиттальным отоликам [8]. У каждой особи измеряли стандартную длину тела (SL) с точностью до 1 мм, а также длину (l) и ширину (d) отолида с точностью до 0,025 мм (измерения проводили под биноклем МБС-10 с помощью окуляр-микрометра) [9]. Всего было изучено 346 отоликов: 121 — из бухты Стрелецкая и 224 — с мыса Лукул. На основании полученных значений рассчитывали индекс отоликов — как отношение длины отолида к его ширине. Результаты представлены в виде $\bar{x} \pm S_x$.

При анализе особенностей распределения l/d индекса обе группы рыб (б. Стрелецкая и м. Лукул) рассматривали как один массив данных (рис. 1). С помощью критерия Пирсона (χ^2) была подтверждена нормальность распределения: $\chi^2_{\text{эмп}} = 16,99$; $\chi^2_{\text{кр}} = 33,4$. Среднее значение составило $2,15 \pm 0,12$.

Эмпирическая кривая распределения имеет три вершины: в районе 2,09; 2,18 и 2,37, что близко к значениям, отмеченным в начале сообщения. Это может определяться неоднородностью выборки — примесью особей из других внутривидовых группировок, особенностью возрастного состава или влиянием каких-либо иных неконтролируемых факторов. Полученное среднее значение $l/d = 2,15 \pm 0,12$ соответствует известным для черноморской популяции. Необходимо отметить, что все вышеприведенные величины l/d индекса для других внутривидовых группировок хамсы (1,96; 2,41; 2,04) [3–5] попадают с определенной вероятностью в область данного нормального распределения для черноморской популяции. Для уменьшения ошибки при определении популяционной принадлежности необхо-

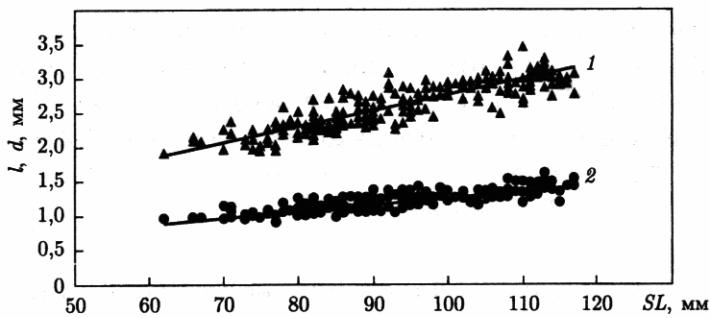


Рис. 2. Зависимости между линейными размерами рыбы и длиной (1) и шириной (2) отолитов

димом дальнейшее комплексное исследование характера распределения l/d индекса у всех внутривидовых группировок хамсы. Особое внимание при этом следует уделить пограничным областям.

Зависимости между длиной (l) и шириной (d) отолитов и линейными размерами особей представлены на рис. 2. Они хорошо описываются уравнениями линейной регрессии:

$$l = 0,02SL + 0,51; \quad R^2 = 0,76;$$

$$d = 0,01SL + 0,35; \quad R^2 = 0,67.$$

Ранее показано, что индекс отолитов не зависит от линейных размеров рыбы [3]. Однако, как следует из уравнений $l(SL)$ и $d(SL)$, различия в значениях углового коэффициента достигают 2 раз. Данный факт говорит о различной скорости увеличения длины и ширины отолитов по мере роста особей хамсы, что должно влиять и на значения l/d индекса. Уравнение, отражающее эту зависимость, имеет следующий вид:

$$\frac{l}{d} = 0,0024SL + 1,9286.$$

Несмотря на небольшое значение углового коэффициента разброс значений индекса отолитов, обусловленный линейными размерами особей, будет влиять на определение популяционной принадлежности анчоуса.

В качестве примера рассмотрим значения l/d индекса для двух исследуемых групп рыб: б. Стрелецкая, м. Лукулл (табл. 1). Видно, что полученные эмпирические значения средних $l/d_{\text{эмп}}$ фактически соответствуют расчетным величинам $l/d_{\text{теор}}$. Различия статистически выражены. Однако стандартная длина тела особей, отловленных в районе м. Лукулл, на 17,3% ниже ($p < 0,001$). У этой группы также меньшие значения l/d индекса ($p < 0,001$).

Таким образом, в результате проведенного анализа показано, что известные величины l/d индекса для азовской, прибрежной и черноморской рас анчоуса попадают в область нормального распределения для рассматриваемой в работе группировки рыб. Значения l/d

Таблица 1. Зависимость параметра отолита от стандартной длины рыбы

Группа рыб	Количество отолитов	SL, мм	$l/d_{\text{эмп}}$	$l/d_{\text{теор}}$
б. Стрелецкая	121	$105,0 \pm 0,7$	$2,19 \pm 0,01$	$2,18 \pm 0,01$
м. Лукулл	223	$86,8 \pm 0,6$	$2,14 \pm 0,01$	$2,14 \pm 0,01$

індекса не являються постійною величиною і змінюються в залежності від лінійних розмірів тела особей хамси (стандартна довжина — SL). Это связано с разнонаправленностью изменений значений l и d отолита. Данный показатель может быть использован для сравнения азовской и черноморской рас только при анализе особей одноразмерных групп. Требуется его дальнейшее изучение с целью получения уравнений зависимости l , d и l/d от SL для азовской популяции *E. encrasicolus*.

1. Рыбы Черного моря. Определитель по фауне СССР. Вып. 86 / Под ред. А. Н. Световидова. — Москва: Наука, 1964. — 550 с.
2. Chashchin A. K. The Black Sea populations of anchovy // Scientia Marina. — 1996. — No 60 (supl. 2). — P. 219–225.
3. Скажкин Е. П. Различия азовской и черноморской хамсы (*Engraulis encrasicolus maeoticus* Puzanov, *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleks.) по отолитам // Вопр. ихтиологии. — 1965. — 5, № 4. — С. 600–605.
4. Зуев Г. В., Мурзин Ю. Л. Применение графического метода вероятностной бумаги для изучения внутривидовой неоднородности азово-черноморской хамсы // Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии: Материалы II Междунар. ихтиол. науч.-практ. конф., Севастополь, 16–19 сент. 2009 г. — Севастополь: ИнБЮМ НАН Украины, 2009. — С. 57–59.
5. Зуев Г. В., Гуцал К. Д., Мельникова Е. Б., Бондарев В. А. К вопросу о внутривидовой неоднородности зимующей у побережья Крыма хамсы // Современные проблемы экологии Азово-черноморского региона — 2007: Материалы III Междунар. конф., Керчь, 10–11 окт. 2007 г. — Керчь: ЮгНИРО КРАЭМ, 2007. — С. 15–23.
6. Калнин В. В., Калнина О. В. Интрогрессивная гибридизация рас и популяционная структура анчоуса Черного моря // Генетика. — 1985. — 21, № 8. — С. 1352–1360.
7. Гетьман Т. П. Морфология отолитов некоторых видов рыб Азово-черноморского бассейна // Мор. экол. журн. — 2005. — Отд. вып. 1. — С. 13–22.
8. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: Метод. пособие по биологии. — Москва: Изд-во АН СССР, 1959. — 125 с.
9. Мина М. В. О методике определения возраста рыб при проведении популяционных исследований // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов: Ч. II. — Вильнюс: Мокслас, 1976. — С. 31–37.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского НАН Украины,
Севастополь

Поступило в редакцию 12.06.2012

К. О. Водясова

Значення індексу отолітів у різнорозмірних груп анчоуса *Engraulis encrasicolus* біля берегів Криму

Досліджено залежність індексу сагітальних отолітів (l/d) від стандартної довжини тіла (SL) у *Engraulis encrasicolus* в Азово-Чорноморському регіоні. Показано, що l/d індекс не є постійною величиною і змінюється залежно від лінійних розмірів тіла особин хамси. Це пов'язано з різноспрямованістю змін значень довжини (l) і ширини (d) отоліта. Відзначено, що відомі значення l/d індексу для ряду внутрішньовидових угруповань хамси (азовської, прибережної та ін.) потрапляють в область нормального розподілу для чорноморської популяції. Це означає, що даний показник не може бути використаний як єдиний критерій для вивчення популяційної структури азово-чорноморського анчоуса.

**Values of index of otoliths from different size groups of anchovy
Engraulis encrasicolus off the coast of the Crimea**

*The dependence of the index sagittal otoliths (l/d) from the standard body length is analyzed for *Engraulis encrasicolus* in the Azov-Black Sea region. It is shown that the l/d index is not constant and varies with the linear size of the body of anchovy. This is due to different growths of length (l) and width (d) of the otolith. It is noted that the known values of l/d index for intraspecific groups of anchovy (Azov, coastal, etc.) fall within the normal distribution for the Black population. This means that this rate cannot be used as the sole criterion for the study of a population structure of the Azov-Black Sea anchovy.*