

**Софийски Университет "Св. Климент Охридски"**



**Биологически Факултет  
Катедра "Обща и приложна хидробиология"**

**Радослава Иванова Бекова**

**БИОЛОГИЯ И СЪСТОЯНИЕ НА ПОПУЛАЦИИТЕ НА ЧЕРНОМОРСКИ  
КЕФАЛОВИ РИБИ (СЕМ. MUGILIDAE) ОТ БЪЛГАРСКИТЕ АКВАТОРИИ**

**Авторефера**

На дисертация за присъждане на образователна и научна степен  
"ДОКТОР"  
в професионално направление 4.3. Биологически науки,  
специалност "Хидробиология -Ихтиология"

**Научен ръководител:  
доц. д-р Галерида Райкова**

**София**

**2016**

Дисертационният труд съдържа 190 страници, 43 таблици, 38 фигури, 3 карти. В библиографската справка са включени 338 източника, от които 105 заглавия на кирилица и 233 на латиница. Експерименталната работа е извършена в лабораториите на катедра „Ихтиология“ на Институт по рибни ресурси – Варна, ССА и катедра „Обща и приложна хидробиология“ на СУ „Св. Климент Охридски“.

Дисертационният труд е обсъден на разширено заседание на катедра по Обща и приложна хидробиология към Биологически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, проведено на 29.06.2016 г. и насрочен за защита пред научно жури, сформирано със заповед ..... на Ректора на СУ „Св. Климент Охридски“.

**Научно жури:**

1. Проф. д-р Светослав Герасимов –ЛТУ, пенсионер
2. Проф. д-р Йордан Узунов - ИБЕИ, БАН
3. Доц. д-р Елиза Узунова – БФ, СУ
4. Доц. д-р Галерида Райкова – БФ, СУ
5. Доц. д-р Марина Панайотова – ИО, БАН

Защитата на дисертационния труд ще се състои на ..... от .....часа в сградата на Биологически Факултет към СУ „Св. Климент Охридски“.

Копия от докторската дисертация се съхраняват в Национален център по информация и документация, в Национална библиотека „Св. Св. Кирил и Методи“ и в архива на СУ „Св. Климент Охридски“.

## УВОД

---

През последните 50 години, в различни периоди, са провеждани изследвания на биологията и мониторинг на запаса на 8-10 черноморски вида риби. Риболовната преса непрекъснато се засилва, запасите намаляват, но официално публикувани данни, базирани на научни изследвания почти липсват. През последното десетилетие се налага квотиране на уловите на все повече от промишлените видове в Черно море, но това изисква съвременни данни за популационната биология на видовете (размерния, възрастовия и половия състав, темпа на нарастване, плодовитостта и пр.) и наличие на статистика на уловите.

Предстоящо е въвеждането на квота и за кефаловите видове, но изследвания за тях също липсват. Единствените публикувани данни за състава на уловите им по българското черноморско крайбрежие са от преди 40-50 г. (Александрова, 1957а,б, 1961, 1964а,б, 1967а,б, 1973, 1983, 1985).

Кефаловите риби, като видове с бърз темп на нарастване, са чувствителни към различни антропогенни въздействия и промени. Динамиката на запасите на тези видове е силно зависима както от величините на уловите, така и от променящото се екологично състояние на Черно море през различните години (Aubrey D. et al. 1999; UNEP/MAP 2007; BSC 2008).

Тези особености на видовете и липсата на актуални данни за състоянието на популациите им, изискват извършването на специализирани изследвания върху популационните параметри и запасите в българските акватории.

### 1. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

---

Литературният обзор включва следните глави:

#### 1.1. *Кратка характеристика на Черно море и прилежащите езера*

Представена е кратка топографска характеристика, хидрохимични, хидрологични и екологични особености на Черно море и прилежащите езера.

#### 1.2. *Оценка на екологичното състояние на черноморските крайбрежни води*

Направена е кратка характеристика на черноморската екосистема във времето, като са описани различните фази през които преминава. Акцентът е върху периода 2010 – 2013 г.

#### 1.3. *Характеристика на видовете от сем. Mugilidae*

В българската акватория на Черно море се срещат 6 вида кефалови – морски кефал (*Mugil cephalus*), платерина (*Liza aurata*), илария (*Liza saliens*), тънкоуст кефал (*Liza ramada*), скална платерина (*Chelon labrosus*), пиленгас (*Liza haematocheila*). Последните 2 вида са установени по българското черноморие през 2004 г. и заедно с тънкоустия кефал са много редки и без промишлено значение. За това през 60<sup>-те</sup> и 70<sup>-те</sup> години на миналия век редица автори публикуват данни за темпа на нарастване, размножаването, възрастовата и полова структура, миграциите и храненето на трите вида кефалови риби – морски кефал, платерина и илария, които са обект и на настоящата дисертация.

#### 1.4. Състояние и статистика на уловите

Риболовната статистика включва данни за уловите както пред българския бряг, така и във водите на останалите черноморски държави. Отбелязва се намаляването на уловите във връзка със свръхулова в предходните години и загубата на местообитаня.

## 2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящата дисертация е да се установят особеностите и закономерностите в популационно-биологичните характеристики на 3 вида кефалови риби (морски кефал, платерина и илария) от акваториите на българското черноморско крайбрежие.

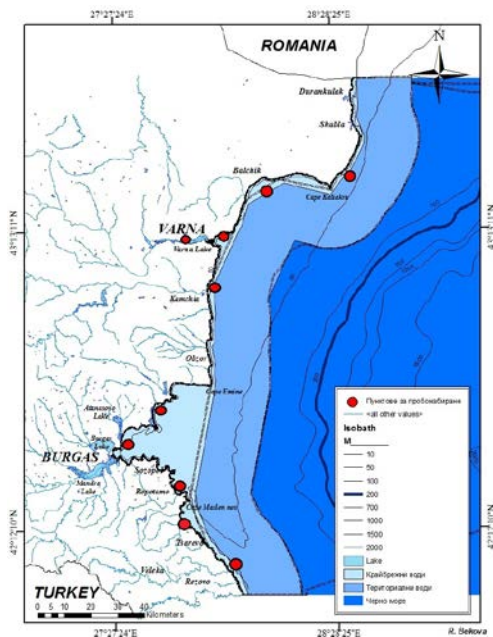
За постигането на поставената цел е необходимо изпълнението на следните задачи:

1. Определяне структурата на популацията (размерно-възрастова и полова);
2. Установяване темпът на линейно и тегловно нарастване;
3. Определяне на хранителния спектър и храненето;
4. Определяне периода на полово съзряване и размножаване;
5. Определяне плодовитостта (абсолютна и относителна); зависимостта на плодовитостта от дължината, масата и възрастта; коефициентът на зрелост;
6. Установяване смъртността, оцеляемостта и елиминацията.

## 3. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

### 3.1. Материали

Материалът е събиран в периода май 2010 – юни 2013 (Табл. 1) от българската акватория на Черно море и прилежащите езера (Карта 1). Риболовът е извършван с рачило, серкме, мрежи и далян.



Карта 1. Пунктове на пробонабиране (Р. Бекова, ARC GIS 10)

Общо са уловени 1207 екземпляра и е определена скулптурата на над 15 700 люспи.

**Таблица 1. Разпределение на материала**

ВИД	Брой екземпляри	Брой стомаси	GSI (♂, ♀)	Брой риби за плодовитост	Смъртност
Кефал	359	100	83, 71	71	359
Платерина	507	100	120, 105	105	507
Илария	341	100	68, 65	65	341
Общ брой	1207	300	271, 241	241	1207

Първичната обработка на материала е извършвана непосредствено след уловите на терен и в лабораторни условия, а в случаите на масов улов материалът е замразяван за извършване на по-късна обработка. На всяка риба е измерена дължината (L) до края на люспестата покривка с точност до 1 mm и масата (W) с и без вътрешности, с точност до 1 g (при рибите под 10 g с точност до 0,01 g). За определяне на възрастта са взети по 10-15 люспи. Отпрепарирани храносмилателни трактове са фиксирани в 4 % формалин. Измерена е дължината им с точност до 1 mm и масата на стомашното съдържимо с точност 0,0001 g. Гонадите са фиксирани в 4 % формалин или в 96 % етилов алкохол.

### 3.2. Методи

#### 3.2.1. Метод за определяне възрастта на рибите

Възрастта е определена по годишните кръгове на люспите на проекционни апарати Dokumatog, при увеличение 17.5x и Meoflex, при увеличение 21 и 48x..

#### 3.2.2. Методи за изучаване структурата на популацията

Възрастовата и размерна структура е определена по метода на сумиране на средните проби.

Размерно-половата структура е изучавана по Анохина (1969). Статистическата достоверност на съотношението между половете е установена с помощта на  $\chi^2$  – критерия (Лакин, 1973):

$$\chi^2 = \sum (p-p')^2/p', \text{ където } p \text{ е емпиричната, а } p' \text{ е съответната теоретична (очаквана в случая 50\%) честота.}$$

#### 3.2.3. Методи за обратни изчисления на дължината и теглото на рибите по техните люспи

Линейното нарастване и неговият темп се определят чрез обратни изчисления на дължината на тялото на рибите (L) в предходните години по диагоналния радиус на люспите (S). Изчисленията са провеждани по два начина:

I. Установена е зависимостта между L и S общо за цялата популация  $L' = a + b.S'$  и на тази база са изчислени съответните стойности на  $L_n$  по  $S_n$ .

II. За всяка възрастова група е изведено отделно уравнение:

1. Първа възрастова група:  $L_1'' = a + b.S_1''$

2. Втора възрастова група:  $L_2'' = a + b.S_2''$

3. Трета възрастова група:  $L_3'' = a + b.S_3''$  и т.н.

Чрез средните за популацията стойности на L' и L'', в края на всеки вегетационен период са изчислени и средните годишни прирасти (t)

$$t = L_{(t+1)} - L_t$$

За изчисляване параметрите в уравнението на Берталанфи са използвани стойности на  $L'$ .

Зависимостта между дължината ( $L$ ) и теглото ( $W$ ) има характер на степенна функция.

$$W = aL^n$$

На базата на получените стойности за  $L'$  и  $L''$  са изчислени съответстващите средни тегла и прирастите.

### 3.2.4. Методи за сравнителни изследвания скоростта на растеж

За сравняване скоростта на растежа са използвани четири начина:

**I.** Популациите се подреждат по възходящ ред на големината на последната стойност на  $L$  (т.е. на средните размери на най-възрастните риби в популацията). (Живков, 1972; Živkov et al., 1999).

**II.** Чрез сравняване коефициентите  $k$  от уравненията за линейно или тегловно нарастване от уравнението на von Bertalanffy (1938):

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

$$W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^n$$

където  $L_\infty$  ( $W_\infty$ ) – пределна (асимптотична) дължина (маса), която рибите се стремят да достигнат при конкретните условия;  $k$  – относителна скорост на нарастване;  $t_0$  – пренатално време (хипотетичната възраст, при която рибата би имала нулева дължина (маса), ако расте по закона, описван с тези уравнения).

**III.** Чрез интегрирания показател –  $\omega$  (омега параметър), въведен от Galucci и Quinn (1979), който се определя съответно от произведението на  $L_\infty$  или  $W_\infty$  и  $k$  от уравненията на von Bertalanffy (1938).

$$\omega_L = L_\infty \cdot k; \omega_W = W_\infty \cdot k$$

**IV.** Чрез показателя на линейното нарастване ( $\phi_L$ ) (Munro, Pauly, 1983; Pauly, Munro, 1984) и чрез показателя на тегловното нарастване ( $\phi_W$ ) (Pauly, 1979),

$$\phi_L = \log_{10} k + 2 \log_{10} L_\infty$$

$$\phi_W = \log_{10} k + 2/3 \log_{10} W_\infty,$$

където  $L_\infty$  ( $W_\infty$ ) и  $k$  са параметри от уравнението на von Bertalanffy (1938).

Параметрите на уравненията на Bertalanffy се изчисляват с помощта на програма, разработена от инж. И. Илиева на основата на алгоритмите на Лакин (1973) за съответните функции.

### 3.2.5. Методи за оценка на угоеността на рибите

Коефициентът на угоеност ( $k$ ) е определен по 4 начина:

**I.** Директно – като коефициент  $k$  от уравнението  $W = aL^n$ , като параметрите са определяни отделно за всяка възрастова група и общо за цялата популация (Диков, Живков, 1985 а, б; Hulsop, 1987; Живков, Райкова-Петрова, 1988; Иванков, 1989).

**II.** По класическата формула на Fulton  $k = W/L^3$ .

**III.** По формулата на Fulton, но вместо степенен показател (3) е използван степенният показател  $n$  от формулата  $W = aL^n$ , изведен за цялата конкретна

популация или за съответната възрастова група (Диков, Живков, 1985 а, б; Живков, Райкова-Петрова, 1988).

**IV.** Чрез самите стойности на теглата на рибите (**W**) при едни и същи, произволно избрани дължини, изчислени по уравнението  $W = aL^n$ . За по-угодна се приема популацията, която има по-голяма стойност на **W** при една и съща стойност на **L** (De Silva, 1985; Basami, Grove, 1985; Goldspink, 1979; Живков, 1999; Райкова-Петрова, 1992).

### **3.2.6. Методи за изучаване на половото съзряване и плодовитостта**

Полът е определен чрез сециране в третия (есенните материали) и четвъртия-петия (пролетните материали) стадии на зрелост на гонадите по скалата на Николский (1974).

Коефициентът на зрелост **K** се определя по два начина:

**I.** чрез формулата:

$K = g/W \cdot 100$  (където **g** е тегло на гонадите, **W** е тегло на рибата без вътрешности в грамове).

**II.** чрез коефициента на пропорционалност **b** в уравнението:

$$g = a + bW$$

(Морозов, 1964; Живков, 1985 б; Янков, Живков, 1989). Като изходни показатели за анализ на динамиката на плодовитостта и амплитудата на нейната изменчивост се използват индивидуалната абсолютна плодовитост (**ИАП**) – броят на хайверните зрънца, подготвени за изхвърляне от един индивид и абсолютната плодовитост (**АП** или **F**) – средният брой хайверни зрънца на индивидите от една размерна, тегловна или възрастова група. Абсолютната индивидуална плодовитост е определена по тегловния метод (Брылинська, Брылински, 1974; Спановская, Григораш, 1976).

Като показател на възпроизводителните свойства на популациите се използва относителната плодовитост (**ОП**). Тя е определена по два начина: като отношение между абсолютната плодовитост и теглото на рибата без вътрешности (Спановская, Григораш, 1976).

$$ОП = F/W$$

и чрез коефициента **b** (Зотин, 1961, 1968; Живков, 1983) в уравнението

$$F = a + bW$$

### **3.2.7. Методи за изучаване на храната**

Определянето на хранителния спектър включва разделяне на стомашното съдържимо по таксономични групи до възможно най-ниския таксон.

Храносмилателните системи ("стомасите"), в които е установена храна или остатъци от храна се означават като "пълни". Степента на напълване на "стомасите" се определя окомерно. Те са класирани като празни (няма никакви остатъци от храна); слабо напълнени (има малко, кашести, неопределими остатъци от храна), пълни (има смес от неопределими и запазени остатъци от храна) и много пълни (много, почти несмляна храна).

Съотношението между различните видове и групи храни се представят чрез показателите “честота на срещане” (ЧС%) и “индекс на доминиране” (ИД%). Честота на срещане на дадени хранителни съставки е процентът на "стомасите", в които е установена, от общия брой пълни "стомаси", а индекс на доминиране е процентът на "стомасите", в които даден компонент доминира от общото количество "стомаси".

За определяне значимостта на всеки отделен компонент в хранителния спектър на вида, е използван Индексът на относителна значимост (IRI) (Pinkas et.al., 1971):

$$IRI = (C_N + C_W) * F$$

където:  $C_N$  – процентно участие на  $i$ - тия компонент в общата численост;

$$C_N = \frac{C_{Ni} * 100}{\sum_{i=1}^n C_{Ni}}$$

$C_W$  - процентно участие на  $i$ - тия компонент в общата биомаса;

$$C_W = \frac{C_{Wi} * 100}{\sum_{i=1}^n C_{Wi}}$$

$F$  – честота на срещане;

$$F = \frac{F_i * 100}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

За определяне значимостта на хранителните компоненти във всички изследвани стомаси, е използван IRI, изразен в проценти (Cortes, 1997):

$$\%IRI_i = \frac{100 * IRI_i}{\sum_i IRI_i}$$

където:  $n$  – общ брой на таксономичните категории, включени в хранителния спектър.

### 3.2.8. Метод за изучаване на смъртността, оцеляването и елиминацията

Edser (1908), Баранов (1918) и Ricker (1948) установяват, че зависимостта между възрастта ( $t$ , години) и дължината ( $L$ , mm) на рибите и съответстващите им логаритми на числеността ( $\ln N$ ) на уловените риби се изразява с куполовидна крива (крива на уловите). Низходящата дясна част на тази крива обикновено е права (или почти права) и се описва с уравнението  $\ln N = a - Zt$ . Големината на наклона на тази права представлява мигновената скорост на общата смъртност (елиминацията) ( $Z$ ). Колкото по-стръмна е правата, толкова по-малко е оцеляването ( $S = -\ln Z = e^{-Zt}$ ) и толкова по-голяма е общата смъртност (елиминацията) ( $A = 1 - S$ ) (Ricker, 1975).

Параметрите смъртност, оцеляване и елиминация са определени общо за цялата популация.



### **3.2.9. Метод за определяне на минимално допустими размери и възраст за улов**

За определяне на оптималните размери и възраст на трите вида кефалови риби, при които може да започне излавянето на индивиди от популацията е използван метода на Балон, (1971) (по Michael, Chadwick, 1976).

Пресечната точка на правите, описващи зависимостта между възраст и максимални размери в % от дължината на най-голяма възраст и зависимост между възраст и линейните прирасти в % от прираста за първата година определя минималната възраст (дължина), при която би следвало да започне уловът.

#### **3.2.10. Корелационно-регресионен анализ**

За описание на различните популационно-биологични закономерности се използват 8 различни функции: линейна, парабола от втора степен, степенна, хипербола, експоненциална, логаритмична, логистична и асимптотична (уравнението на Von Bertalanffy). Техните параметри се определят по метода на най-малките квадрати (Лакин, 1973). Изборът на най-подходящата функция се извършва по коефициента на корелация ( $r$ ) и дисперсията  $D = \sum(y_i - y_x)^2$ , т.е. сумата от квадратите на разликата между емпиричните  $y_i$  и теоретичните  $y_x$  стойности на зависимата променлива. Онези функция, която има най-малка дисперсия най-добре описва закономерностите в изменението на изучаваните величини (Сепетлиева, 1968).

Степента на свързаност между променливите величини се оценява със следните най-често използвани, но все пак условни, подразделения на  $r$  (Лакин, 1973):

$r < 0.3$  - слаба корелационна връзка

$r$  от 0.3 до 0.5 - умерена

$r$  от 0.5 до 0.7 - значителна

$r$  от 0.7 до 0.9 - силна (висока)

$r > 0.9$  - много висока, почти функционална.

Достоверността на  $r$  се оценява с помощта на  $t$ -критерия. Нулевата хипотеза се отхвърля при  $t > t_{st}$  за  $k = n - 2$  и приетия уровень на вероятност ( $P$ ).

## **4. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ**

### **4.1. Структура на популацията**

#### **4.1.1. Размерно-възрастова структура**

##### **4.1.1.1. Морски кефал**

Възрастовата структура на популацията на морския кефал е представена от 8 възрастови групи (от 1 до 8 годишни риби). По структура популацията се нарежда сред тези със среден жизнен цикъл (пределна възраст от 8 до 12 г.) (Проданов, Стоянова, 1999; Quignard, J. P. and H. Farrugio. 1981). Средната претеглена възраст 3,3 години.

Размерната структура на популацията е представена от 46 размерни класа. Най-многочислени са размерни класове 5.1 – 6, 23.1 – 24 и 24.1 – 25, като първите два съставят 9.5 %, а последният представлява 13.69 % от популацията. Най-дългият уловен екземпляр е 48.7 cm, с маса 1765 g. Най-възрастният представител е 8 годишен, женски с дължина 48,6 cm и маса 1800 g. Най-едрият мъжки екземпляр е с размери 37,5 cm и маса 724,3 g на възраст 6 години. С най-голям възрастов диапазон (4 възрастови групи) е представен размерен клас 24,1 - 25 cm.

### **5.1.1.2. Платерина**

Възрастта на платерината е от 1 до 9 години. Във възрастовата структура на уловите преобладават индивидите на 1, 2, 3 и 4 години – сумарно те са 90.53 %. С най-широк размерен диапазон е първа възрастова група (14 размерни класа). Най-възрастният представител е женски с дължина 36,2 cm и маса 600 g. Най-едрият мъжки е с дължина 32,5 cm и маса 427 g, на възраст 6 години. Най-дългият уловен екземпляр е женски с дължина 38 cm и маса 558 g.

Средната претеглена възраст на популацията е 2.6 години. По-малкото числено присъствие на риби от големите възрастови групи, както и ниската средна претеглена възраст отново говорят за поддържане на млада популация.

Размерната структура на уловите включва размерни групи от 3.1 – 4 до 37.1 – 38 cm. Представена е от 35 размерни класа. С най-голям възрастов диапазон (4 възрастови групи) е размерен клас 15.1 – 16 cm. Най-многочислени са размерни класове 4.1 – 5, 5.1 – 6 (18,9%). Размерни класове от 14,1 – 15 до 20,9 – 21 cm също са с висока численост и съставят 48,1% от популацията.

### **5.1.1.3. Илария**

В уловите са преставени 6 възрастови групи, като преобладават 1, 2 и 3 годишни индивидите (сумарно 83.29 %). С най-широк размерен диапазон е втора възрастова група, която обхваща 14 размерни класа. Средната претеглена възраст на популацията е 2.5 години. Ниската численост на големите възрастови групи, както и ниската средна претеглена възраст говорят за поддържане на млада популация.

Структурата на уловите включва размерни групи от 3.1 – 4 до 34.1 – 35 cm. С най-голям процент са размерните класове 4.1 – 5, 19.1 – 20, 21.1 – 22 и 22.1 – 23 cm (43.39 %). С най-голям възрастов диапазон (3 възрастови групи) са представени размерните класове 13.1 – 14 cm и 20.1 – 24 cm.

Резултатите се доближават до тези, получени по българското крайбрежие през периода 1953 - 1963 г. когато са уловени илாரии от седем възрастови групи и също преобладават едно-, дву- и тригодишните (Александрова, 1964).

Въпреки по-слабото числено присъствие на екземпляри на по-голяма възраст и при трите вида така формираната структура успешно поддържа възпроизводителните способности на популациите, благодарение на превеса на две-, три-, четири- и пет годишните риби (в зависимост от вида) и сравнително ранното съзряване на индивидите.

## **5.1.2. Съотношение между половете**

### **5.1.2.1 Морски кефал (*Mugil cephalus*, L.)**

Съотношението  $\text{juv.} : \text{♂}:\text{♀}$  в популацията е 129 : 71 : 83 или в % 45,58 : 25,09 : 29,33. Съотношението  $\text{♂}:\text{♀}$  в полово зрялата част на популацията е 46,1% : 53,9%. То обаче не е достоверно различно от 1 : 1, тъй като  $\chi^2 = 0.61 < \chi^2_{st} = 10.83$  (P = 0.001).

В различните възрастови групи съотношението между половете е различно. В първа възрастова група няма полово зрели индивиди.

Резултатите потвърждават съществуването на периоди със специфично полово съотношение – първият, когато преобладават мъжките, обхваща рибите на 2 години; вторият, през който съотношението между двата пола е 1 : 1 се наблюдава при 3 – 7 годишните  $\text{♂} : \text{♀} = 52\% : 48\%$ ; етвъртият е от риби на възраст 8 години, които са само женски, съставляващи 9,1 % от половозрялата част на популацията.

### **5.1.2.2 Платерина (*Liza aurata*, Risso 1810)**

Съотношението в % juv.: ♂ : ♀ е 44,99 : 25,67 : 29,34 или 1,8 : 1 : 1,1. Съотношението мъжки : женски в полово зрялата част на популацията е 47,71% : 52,29% или 1 : 1,1. То не е достоверно различно от 1 : 1, тъй като  $\chi^2 = 0.21 < \chi^2_{st} = 10.83$  ( $P = 0.001$ ). Наблюдават се и четирите периода на съотношение между половете – първият, с преобладаване на мъжките е представен от дву- и тригодишни риби; вторият със съотношение между двата пола 1:1 се наблюдава при четири и петгодишните; третият, когато преобладават женските, обхваща шеста възрасова група и четвъртият, когато има само женски е представен от 7, 8 и 9 годишни, съставляващи общо 2,29 % от половозрялата част на популацията.

### **5.1.2.2 Илария (*Liza saliens*, Risso 1810)**

Съотношението ювенилни : мъжки : женски индивиди в популацията е 44,58 : 27,08 : 28,33 = 1,6 : 1 : 1,05. Съотношението мъжки : женски в полово зрялата част на популацията е 48,87% : 51,13% или 1 : 1,05. То не е достоверно различно от съотношение мъжки : женски = 1 : 1, тъй като  $\chi^2 = 0.05 < \chi^2_{st} = 10,83$  ( $P = 0.001$ ).

При иларията има три периода със специфично полово съотношение – първият включва едно- и двугодишни мъжки риби; вторият, през който съотношението между двата пола е 1 : 1 се наблюдава при три- и четиригодишните; третият, когато преобладават женските, обхваща рибите от пета и шеста възрасова група.

И при трите вида няма данни за съотношението между половете по българското крайбрежие. Сравненията са с резултати от други водоеми от ареала на вида.

## **5.1.3. Период на полово съзряване**

### **5.1.3.1. Морски кефал**

Най-младите полово зрели мъжки и женски индивиди са съответно на възраст 2 и 3 години, с размери съответно 16.9 cm и 60 g, и 19.5 cm и 136.3 g. На 3 годишна възраст всички екземпляри са полово зрели.

В Черно море съзряването започва на 2 г., както в Средиземно море, но при много по-малки дължини.

### **5.1.3.2. Платерина**

Както при кефала и тук няма полово зрели индивиди на една година. Най-малкият мъжки е на възраст 2 години, с дължина на тялото 13.5 cm и тегло 35 g, а най-малката женска отново като при морския кефал е на 3 години, с дължина 16 cm и тегло 63 g. На 3 години вече всички екземпляри са полово зрели.

### **5.1.3.3. Илария**

Най-младите полово зрели мъжки и женски индивиди са съответно на възраст 1 и 3 години. Ювенилни екземпляри в популацията се установяват до втората година. Най-малкият полово зрял екземпляр на възраст една година е с дължина 14.1 cm и 39 g, а най-малкият мъжки екземпляр е на две години с размери 13,5 cm и 42 g. При иларията женските индивиди съзряват на възраст две години, при размери 21.7 cm и 93 g Полово зрелият женски екземпляр с най-малки размери е на възраст 3 години с дължина 16,9 cm и маса 59 g.

И при трите вида мъжките съзряват с една година по-рано от женските.

### **5.2.1. Линејно нарастване**

#### **5.2.1.1. Морски кефал**

Общото уравнение, представящо зависимостта между L и S за изследваната популация на морския кефал е:

$$L' = 2,582S - 1,9712, r = 0.9914$$

Уравненията, описващи зависимостта за всяка възрастова група са съответно:

$$L_1'' = 1.5672S + 2.1932, r^2 = 0.965$$

$$L_2'' = 2.8638S - 5.0198, r^2 = 0.9524$$

$$L_3'' = 2.4172S - 0.8855, r^2 = 0.7286$$

$$L_4'' = 2.9034S - 5.2894, r^2 = 0.9104$$

$$L_5'' = 2.3791S - 0.2062, r^2 = 0.9322$$

$$L_6'' = 4.1066S - 22.011, r^2 = 0.7821$$

$$L_{7-8}'' = 2.8383S - 5.6803, r^2 = 0.7986$$

Най-вероятна причина за неравномерния темп на нарастване на отделните поколения е нерегулярния риболов и лошото екологично състояние на основните места за зимуване на морския кефал.

Като цяло установените средни годишни линејни прирасти, изчислени по втория начин показват, че няма тенденция за увеличаване или намаляне на прирастите с възрастта. Причина за непостоянните линејни прирасти са процесите на саморегулация в популацията (Zivkov et al., 1999) (Табл. 2).

**Таблица 2. Средни дължини на тялото (L, cm) в различните поколения и възрастови групи на морския кефал (*Mugil cephalus*, L.) от българското черноморско крайбрежие и средни годишни линейни прирасти (t' и t'')**

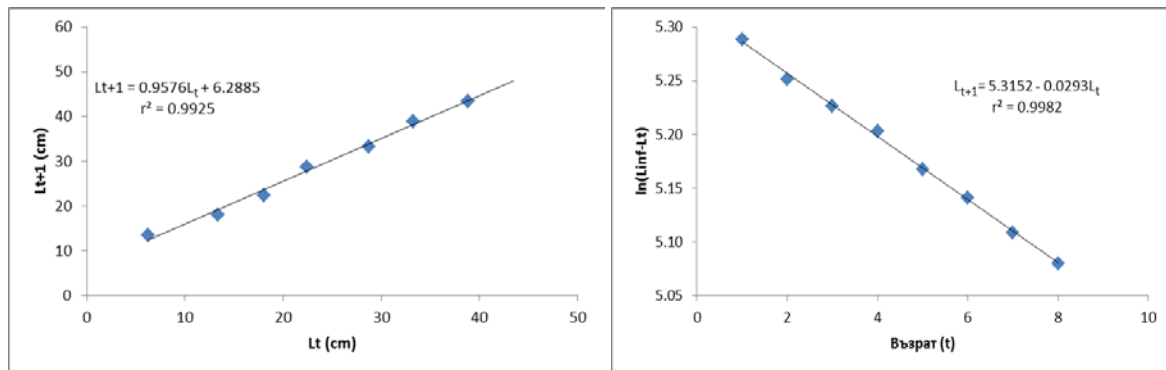
Поколение (година)	Възрастова група	Средни дължини на тялото (L, cm) в края на всеки вегетационен период, получени чрез обратни изчисления по първия (L') и по втория (L'') метод															
		L1'	L1''	L2'	L2''	L3'	L3''	L4'	L4''	L5'	L5''	L6'	L6''	L7'	L7''	L8'	L8''
2011	I	4.83	6.32														
2010	II	4.07	5.86	12.38	10.89												
2009	III	3.71	5.64														
2008	IV	6.77	13.25	16.24	15.18	20.51	20.16										
2007	V	7.14	7.72	13.61	12.27	19.44	19.16	24.48	24.46								
2006	VI	7.59	8.00	13.50	12.14	18.44	18.22	22.93	32.35	26.85	26.35	33.14	33.84				
2005	VII	7.53	7.96	13.00	11.59	17.69	17.52	22.57	22.31	27.92	27.33	33.44	34.31	39.99	40.44		
2004	VIII	7.16	7.73	12.10	10.59	15.75	15.71	20.42	19.89	29.01	27.51	33.38	34.22	38.85	39.19	43.77	44.60
2003	IX	7.55	7.97	12.98	11.56	16.65	16.55	21.67	21.29	31.11	27.39	33.20	33.93	37.76	38.00	43.14	43.91
средни дължини		6.26	7.83	13.4	12.03	18.1	17.89	22.4	24.06	28.72	27.15	33.29	34.08	38.87	39.21	43.45	44.25
емпирични дължини (cm)		6.1		14.8		22.6		25		26.7		31.8		39.5		43.3	
прирасти (t'; t'')		6.26	7.83	7.14	4.2	4.68	5.86	4.33	6.17	6.31	3.09	4.57	6.93	5.58	5.13	4.58	5.04

Зависимостта между средните дължини на тялото на възраст  $t$  години ( $L_t$ ) и средните дължини след една година ( $L_{t+1}$ ) е добре изразена права (Фиг. 1)  $L_{t+1} = 5.3152 - 0.0293L_t$ ,  $r = 0,998$  (Walford, 1946). Това показва, че с увеличаване на възрастта, линейното нарастване на морския кефал от българското черноморско крайбрежие може да се опише с уравнението на von Bertalanffy (1938) (Фиг. 2):

$$L_t = 204,21[1 - e^{-0.03(t+0.141)}]$$

Причина за този резултат е много ниската скорост на нарастване на индивидите в популацията ( $k = 0,03$ , т. к. двата параметъра  $L_\infty$  и  $k$  са обратно пропорционални – колкото по-малки са стойностите на коефициента  $k$ , толкова по-големи са стойностите на  $L_\infty$  (Ricker, 1975).

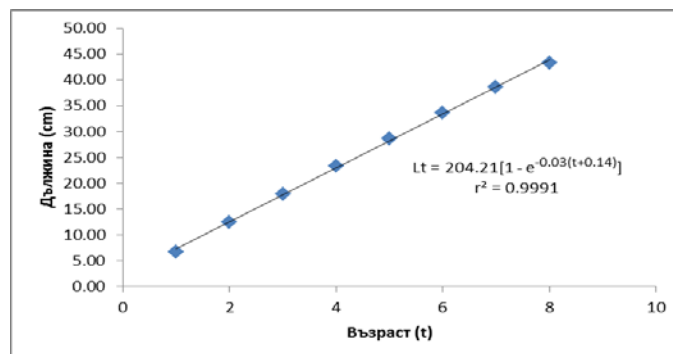
При съпоставяне на асимптотичната с максималната наблюдавана в уловите дължина (48,7 cm)  $L_{\max}$ :  $L_\infty$  (Hohendorf (1966) се получава много ниската стойност 0,24. Това показва, че популацията не използва достатъчно растежния си потенциал.



а/

б/

**Фиг. 1. Графика на Ford-Walford за линейното нарастване на морския кефал (*Mugil cephalus*, L.) от българското черноморско крайбрежие. а/ зависимост между дължината на тялото на възраст  $t$  години ( $L_t$ ) и  $t+1$  години ( $L_t + 1$ ). б/ зависимост между възрастта ( $t$ ) и  $\ln(L_\infty - L_t)$ ;  $L_\infty$ ,  $k$  и  $t_0$  – параметри от уравнението на von Bertalanffy.**



**Фиг. 2. Графика на уравнението на von Bertalanffy за линейното нарастване на морския кефал (*Mugil cephalus*, L.) от българското черноморско крайбрежие**

Банковият старт (средната дължина на рибите със средна маса 1 g), е 4.1 cm. По данните на Илин (1949) Банковият старт за северното черноморие е 4.02.

Оптималната дължина, при която е препоръчително да започне излавянето на индивиди е 38 cm (дължината е определена до края на опасната перка).

#### 5.2.1.2. Платерина (*Liza aurata*, Risso)

Общото уравнение, представящо зависимостта между L и S за изследваната популация на платерината е:

$$L' = 2,3684S + 0,6719, r = 0,9855$$

Изведените поотделно уравнения за всяка възрастова група са съответно:

$$L_1'' = 2,611S_1 - 0,1423, r = 0,9873$$

$$L_2'' = 2,7627S_2 - 1,2746, r = 0,9374$$

$$L_3'' = 3,0829S_3 - 4,4082, r = 0,9513$$

$$L_4'' = 3,2223S_4 - 7,006, r = 0,8921$$

$$L_5'' = 2,6242S_5 - 3,3512, r = 0,9407$$

$$L_{6-9}'' = 1,8466S_{6-9} + 7,0039, r = 0,6484$$

Установените средни годишни линейни прирасти показват рязкото спадане в темпа на линейно нарастване през третата година, което най-вероятно се дължи на половото съзряване на женските индивиди през този период (Табл. 3).

**Таблица 3. Средни дължини на тялото (L, cm) в различните поколения и възрасти на платерината (*Liza aurata*, Risso) от българското черноморско крайбрежие и средни годишни линейни прирасти (t' и t'')**

Поколение (година)	Възрастова група	Средни дължини на тялото (L, cm) в края на всеки вегетационен период, получени чрез обратни изчисления по първия (L') и по втория (L'') метод																	
		L1'	L1''	L2'	L2''	L3'	L3''	L4'	L4''	L5'	L5''	L6'	L6''	L7'	L7''	L8'	L8''	L9'	L9''
2011	I-II	9,57	10,09	19,15	21,54														
2010	I-III	10,50	11,25	14,33	15,19	18,08	19,10												
2009	I-IV	8,36	8,60	15,09	16,20	19,18	20,68	22,78	22,39										
2008	III-V	11,58	12,58	15,75	17,06	12,01	10,36	21,88	22,24	24,97	23,82								
2007	III-VI	11,27	12,20	14,95	16,01	17,82	18,72	22,24	22,76	26,69	25,64	29,09	29,80						
2006	IV - V	11,25	12,18	15,20	16,34	18,34	19,47	21,21	21,26	26,01	24,92								
2005	V - VI	10,83	11,65	15,43	16,64	19,49	21,12	23,53	24,60	26,65	25,60	30,04	30,63						
2004	VI - VII	11,84	12,90	16,40	17,93	19,99	21,85	24,49	25,98	27,81	26,82	31,43	31,85	36,20	26,19				
2003	VII - VIII	12,45	13,67	16,24	17,72	19,50	21,14	23,70	24,85	26,67	25,61	29,92	30,53	33,36	23,71	33,83	24,12		
2002	VIII	10,62	11,39	13,46	14,05	19,15	20,63	22,46	23,07	26,72	25,67	29,09	29,80	31,93	22,46	35,72	25,78		
2001	IX	10,86	11,69	15,36	16,55	18,43	19,61	20,80	20,69	22,93	21,66	26,72	27,73	30,28	21,01	33,83	24,12	40,93	30,34
средни дължини		10,8	11,7	15,6	16,8	18,2	19,3	22,6	23,1	26,1	25,0	29,4	30,1	32,9	23,3	34,5	24,7	40,9	30,3
емпирични стойности		7,30		15,50		18,60		21,70		25,80		30,90		33,10		36,30		36,20	
прирасти		10,86	11,69	4,75	5,18	2,62	2,43	4,37	3,82	3,49	1,88	3,33	5,09	3,56	-6,72	1,52	1,33	6,47	5,67

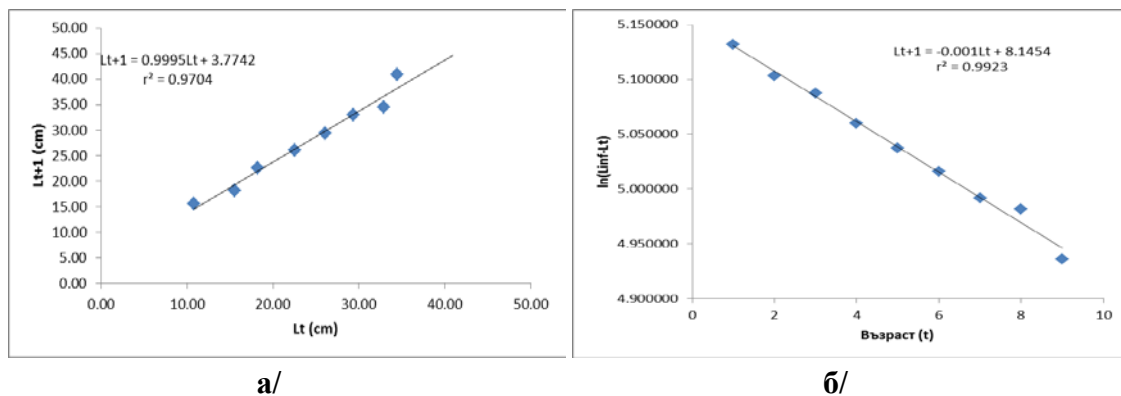


Зависимостта между средните дължини на тялото на възраст  $t$  години ( $L_t$ ) и тези след една година ( $L_{t+1}$ ) е добре изразена права (Фиг. 3), която се описва с уравнението на Ford-Walford (Walford, 1946):  $L_{t+1} = 8,1454 - 0,001L_t$ . Това показва, че линейното нарастване може да се опише с уравнението на von Bertalanffy (1938) (Фиг. 4):

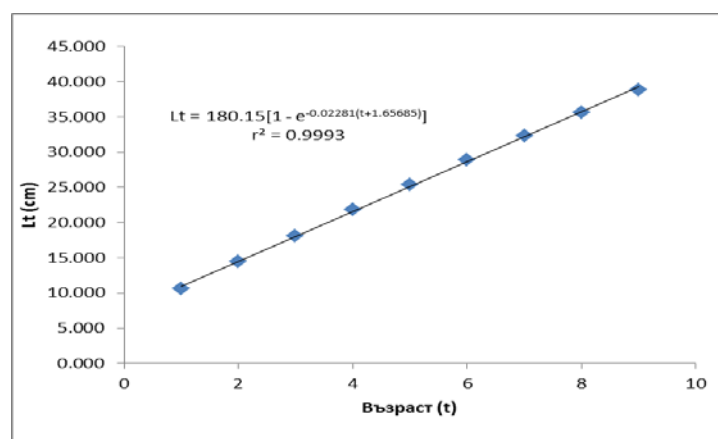
$$L_t = 118,15 [1 - e^{-0.02281(t+1,65685)}]$$

Според модела на von Bertalanffy (1938) асимптотичната дължина ( $L_\infty$ ) на 118,15 cm. Коефициентът на Hohendorf (1966)  $L_{\max}$ :  $L_\infty$  е 0,3 ( $L_{\max} = 38$  cm) и показва, че популацията не използва достатъчно растежния си потенциал.

Ниските стойности на коефициента на растежа ( $k = 0.02$ ) обясняват много високите стойности на  $L_\infty$ . т. к. двата параметъра са обратно пропорционални.



**Фиг. 3. Графика на Ford-Walford за линейното нарастване на платерината (*Liza aurata*, Risso) от българското черноморско крайбрежие. а/ зависимост между дължината на тялото на възраст  $t$  години ( $L_t$ ) и  $t+1$  години ( $L_t + 1$ ). б/ зависимост между възрастта ( $t$ ) и  $\ln(L_\infty - L_t)$ ;  $L_\infty$ ,  $k$  и  $t_0$  – параметри от уравнението на von Bertalanffy.**



**Фиг. 4. Графика на уравнението на von Bertalanffy за линейното нарастване на платерината (*Liza aurata*, Risso) от българското черноморско крайбрежие.**

Получаването на високи стойности за  $L_\infty$  при много ниски стойности за  $k$  е характерно при популации с малки първоначални дължини и добре изразен

компенсационен растеж (Живков, 1999). От Табл. 3 се вижда, че платерината е с най-малки дължини на тялото през първата година.

Банковият старт е 3.91 cm. По данните на Илин (1949) той е 4.3.

Минималната възраст, при която може да започне излавянето на индивиди от популацията на платерината от българското черноморско крайбрежие е 35 cm.

### **5.2.1.3. Илария**

Общото уравнение представящо зависимостта между L и S за изследваната популация на иларията е:

$$L' = 2.5349S + 0.4681, r^2 = 0.9914$$

Изведените поотделно уравнения за всяка възрастова група са съответно:

$$L_1'' = 2.8105S_1 + 0.0916, r = 0,95$$

$$L_2'' = 3.6948S_2 - 5.8046, r = 0,93$$

$$L_3'' = 4.9458S_3 - 17.362, r = 0,88$$

$$L_4'' = 2.4787S_4 - 0.5025, r = 0,92$$

$$L_{5,6}'' = 1.8655S_{5,6} + 7.6018, r = 0,84$$

Основна причина за неравномерния темп на нарастване на отделните поколения най-вероятно е риболовната преса (Табл.4).

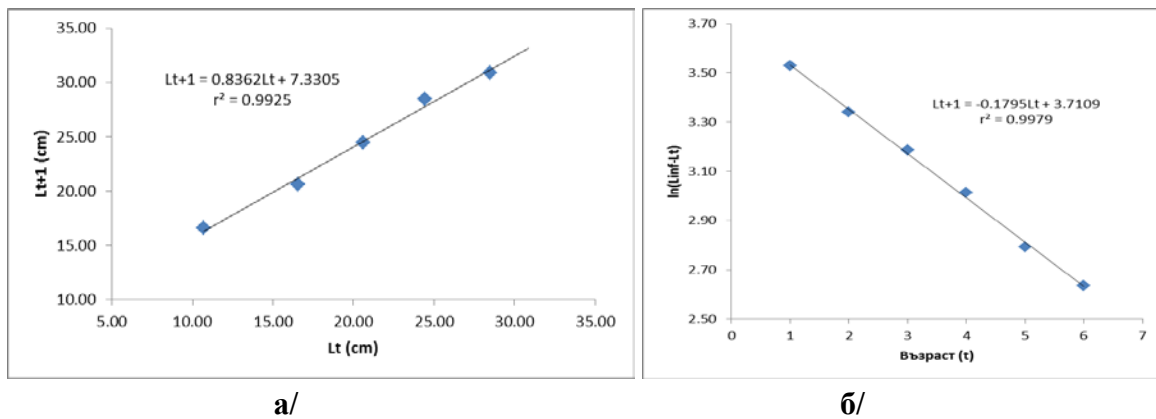
Таблица 4. Средни дължини на тялото (L, cm) в различните поколения и възрастови групи на иларията (*Liza saliens* Risso) от българското черноморско крайбрежие и средни годишни линейни прирасти (t' и t'')

Поколение (година)	Възрастова група	Средни дължини на тялото (L, cm) в края на всеки вегетационен период, получени чрез обратни изчисления по първия (L') и по втория (L'') метод											
		L1'	L1''	L2'	L2''	L3'	L3''	L4'	L4''	L5'	L5''	L6'	L6''
2011	0+-I	11,11	11,21										
2010	I-II	6,49	6,71	16,65	16,73								
2009	II-III	11,21	11,31	15,98	15,93	20,93	20,94						
2008	III-IV	11,43	11,51	16,82	16,94	20,79	20,65	24,27	23,69				
2007	IV-V	11,98	12,05	16,62	16,69	20,84	20,76	25,83	25,17	29,66	29,08		
2006	V	12,13	12,20	16,82	16,93	19,92	18,89	23,22	22,70	27,29	27,34	30,86	29,97
средни дължини		10,7	10,8	16,6	16,6	20,6	20,3	24,4	23,9	28,5	28,2	30,9	30,0
прирасти		10,7	10,8	5,86	5,81	4,04	3,67	3,82	3,54	4,03	4,36	2,39	1,76

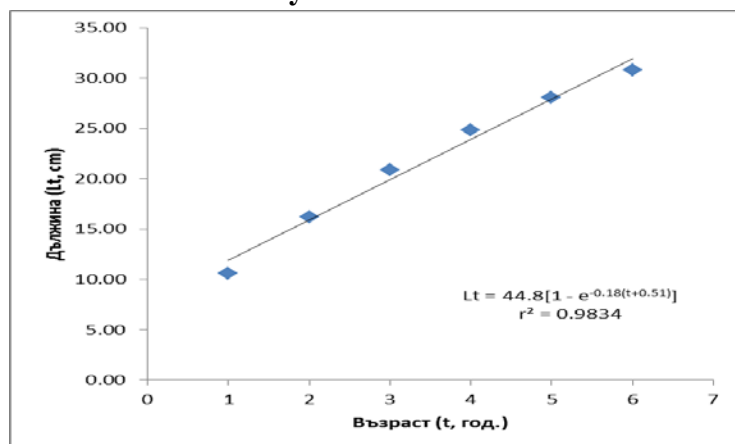
И при този вид зависимостта между средните дължини на възраст  $t$  години ( $L_t$ ) след една година ( $L_{t+1}$ ) е добре изразена права (Фиг. 5), описана от Ford-Walford (Walford, 1946):  $L_{t+1} = 3,7109 - 0,1795L_t$  ( $r = 0,998$ ). Това показва, че линейното нарастване на иларията може да се опише с уравнението на von Bertalanffy (Фиг. 6):

$$L_t = 44,8[1 - e^{-0,18(t+0,511)}]$$

Според модела пределната дължина ( $L_\infty$ ) е 44,8 cm. Максималната дължина ( $L_{\max}$ ) е 34,1 cm. Коефициентът на Hohendorf (1966)  $L_{\max}:L_\infty$  е 0,8. Това показва, че популацията сравнително добре използва растежния си потенциал. За разлика от другите два вида при иларията уравнението на von Bertalanffy добре описва асимптотичния растеж.



**Фиг. 5.** Графика на Ford-Walford за линейното нарастване на иларията (*L. saliens*, Risso) от българското черноморско крайбрежие. а/ зависимост между дължината на тялото на възраст  $t$  години ( $L_t$ ) и  $t+1$  години ( $L_t + 1$ ). б/ зависимост между възрастта ( $t$ ) и  $\ln(L_\infty - L_t)$ ;  $L_\infty$ ,  $k$  и  $t_0$  – параметри от уравнението на von Bertalanffy.



**Фиг. 6.** Графика на уравнението на von Bertalanffy за линейното нарастване на иларията (*Liza saliens*, Risso) от българското черноморско крайбрежие

Баковият старт е 3.81 cm и е сходен с този в Каспийско море – 3.9 cm (Patimar, 2008).

Оптималната дължина, при която може да започне излавянето е 28 cm (дължината е определена до края на опашната перка).

## 5.2.2. Тегловно нарастване

### 5.2.2.1. Морски кефал (*Mugil cephalus*, L.)

Общото популационно уравнение на зависимостта дължина – масата е:

$$W' = 0.0132L^{3.0654}, r = 0.9938$$

Възрастовите уравнения, описващи зависимостта  $W'' - L''$  са както следва:

$$W''_1 = 0.0238L_1^{2.7544}, r = 0.99$$

$$W''_2 = 0.0423L_2^{2.5885}, r = 0.93$$

$$W''_3 = 0.0117L_3^{3.1371}, r = 0.93$$

$$W''_4 = 0.0143L_4^{3.0752}, r = 0.99$$

$$W''_{5-8} = 0.0961L_5^{2.5193}, r = 0.96$$

Степенният показател и при шестте уравнения варира между 2,5193 и 3,1371.

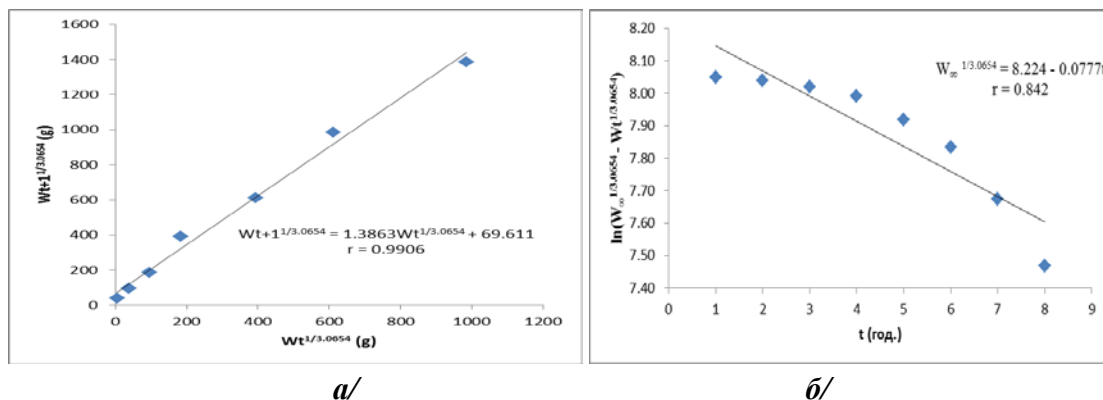
Тегловните прирасти се увеличават с нарастването на възрастта, като само при шест- и седемгодишните риби се наблюдава лек спад.

От Фиг. 7 се вижда, че зависимостта между средните тегла на рибите в края на  $t$ -тата година ( $W_t$ ) и теглата една година по-късно ( $W_{t+1}$ ) е добре изразена права:  $W_{t+1}^{1/3.0654} = 69.611 + 1.3863W_t^{1/3.0654}$ ,  $r = 0.991$ . Това показва, че увеличаването на масата ( $W$ ), с увеличаване на възрастта ( $t$ ) може да се опише от уравнението на von Bertalanffy за тегловното нарастване (Фиг. 8):

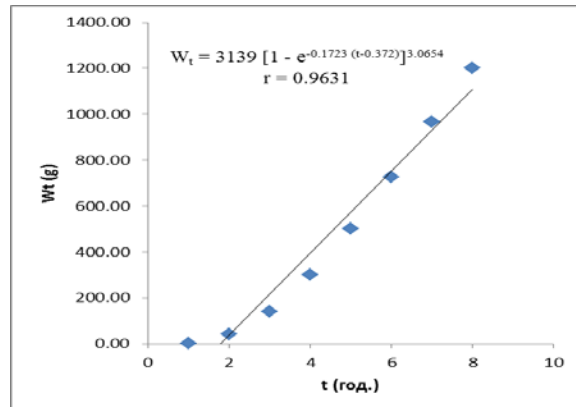
$$W_t = 3139 [1 - e^{-0.1723(t-0.372)}]^{3.0654}$$

Асимптотичната маса ( $W_\infty$ ) е 3139 g. Съпоставяйки тази стойност с максимално установената в уловите ( $W_{\max} = 1800$  g), чрез коефициента  $W_{\max} : W_\infty$  на Hohendorf (1966), се получава 0,6, т.е. популация не използва добре растежния си потенциал.

Както при линейното нарастване така и при тегловно практически високите стойности за  $W_\infty$  и много ниските стойности за  $k$ , които се получават най-вероятно се дължат на ниските тегла на рибите през първата година и процеса на саморегулация на растежа (Табл.5).



Фиг. 7. Графика на Ford-Walford за тегловното нарастване на морския кефал (*Mugil cephalus*) от българското черноморско крайбрежие. а/ зависимост между масата на тялото на възраст  $t$  години ( $W_t$ ) и  $t+1$  години ( $W_{t+1}$ ), б/ зависимост между възрастта ( $t$ ) и  $\ln(W_\infty - W_t)$ :  $W_\infty, k$  и  $t_0$  – параметри от уравнението на von Bertalanffy.



**Фиг. 8.** Графика на уравнението на von Bertalanffy за тегловното нарастване на морския кефал (*Mugil cephalus*) от българското черноморско крайбрежие

Таблица 5. Средни тегла на рибите (W,g) в различните поколения и възрастови групи на морския кефал (*Mugil cephalus*) от българското черноморско крайбрежие и средни годишни тегловни прирасти (t' и t'')

Поколение (година)	Възрастова група	Средни тегла на тялото (W, g) в края на всеки вегетационен период, получени чрез обратни изчисления по първия (W') и по втория (W'') метод															
		W1'	W1''	W2'	W2''	W3'	W3''	W4'	W4''	W5'	W5''	W6'	W6''	W7'	W7''	W8'	W8''
2011	0+-I	1,65															
2010	I-II	0,97	3,10	29,51	20,47												
2009	II	0,73	2,79														
2008	II-III	4,64	29,35	67,90	48,35	138,78	152,76										
2007	III-IV	5,46	6,63	39,51	27,83	117,72	129,08	238,83	270,61								
2006	V-VI	6,59	7,31	38,52	27,10	100,16	109,41	195,29	208,51	316,75	368,47	604,26	691,75				
2005	VI-VII	6,43	7,21	34,33	24,03	88,19	96,05	186,09	195,73	357,00	404,99	621,06	716,22	1074,17	1043,32		
2004	VII-VIII	5,51	6,66	27,53	19,01	61,79	66,74	136,87	129,86	401,63	411,84	617,76	711,40	983,33	970,25	1416,93	2059,32
2003	VII-VIII	6,49	7,25	34,10	23,86	73,20	79,38	164,22	165,90	497,73	407,27	607,47	696,42	901,39	903,28	1355,62	2034,79
средни тегла		4,28	8,24	38,77	27,24	96,64	105,57	184,26	282,04	393,28	393,6	612,64	663,45	986,3	924,71	1386,27	1381,99
прирасти (t'; t'')		4,28	8,24	34,49	19	57,87	78,33	87,62	176,47	209,02	111,56	219,36	269,85	373,66	261,26	399,97	457,28
емпирични тегла (g)		4,2		49,91		207,77		283,35		363,51		587,4		1070,23		1277,01	

### 5.2.2.2. Платерина (*Liza aurata*, Risso)

Общата зависимостта между дължината и масата е описана от уравнението:

$$W' = 0.0202L^{2.8589}, r = 0.9952$$

Възрастовите уравнения, описващи зависимостта  $W'' - L''$  са както следва:

$$W''_1 = 0.0252L_1^{2.777}, r = 0.9568$$

$$W''_2 = 0.0294L_2^{2.7119}, r = 0.9517$$

$$W''_3 = 0.0947L_3^{2.3433}, r = 0.9302$$

$$W''_4 = 0.2046L_4^{2.1401}, r = 0.9578$$

$$W''_5 = 0.099L_5^{2.3889}, r = 0.9125$$

$$W''_{6-9} = 0.5115L_{6-9}^{1.9301}, r = 0.8812$$

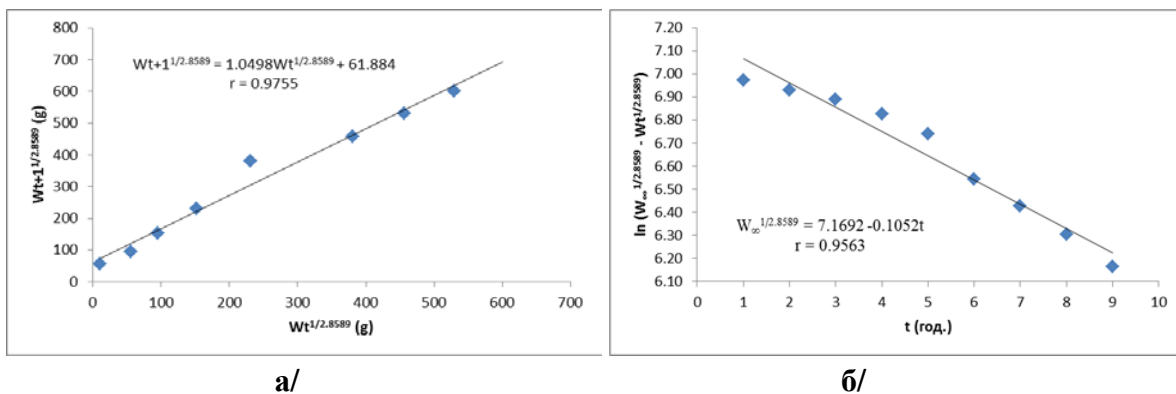
Степенният показател и при шестте уравнения варира от 1,9301 до 2,777.

Зависимостта между средните тегла на рибите в края на  $t$ -тата година ( $W_t$ ) и теглата една година по-късно ( $W_{t+1}$ ) е представена на Фиг. 9 и е добре изразена права:  $W_{t+1}^{1/2.8589} = 1.0498W_t^{1/2.8589} + 61.884$ ,  $r = 0.9755$ . Следователно увеличаването на средните годишни стойности на масата ( $W$ ), с увеличаване на възрастта ( $t$ ) може да се опише от уравнението за тегловно нарастване на von Bertalanffy (Фиг. 10):

$$W_t = 1075 [1 - e^{-0.184(t-0.158)}]^{2.8589}, r = 0.992$$

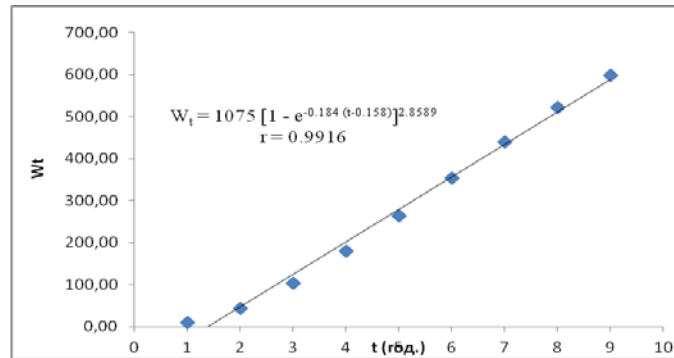
Асимптотичната маса ( $W_\infty$ ) е 1075 g. Сравнявайки тази стойност с максимално установената в уловите ( $W_{max} = 600$  g), чрез коефициента  $W_{max} : W_\infty$  на Hohendorf (1966) се получава 0,56, т.е. популацията не използва добре растежния си потенциал.

И тук, както при линейното нарастване, високите стойности за  $W_\infty$  и много ниските стойности за  $k$  се обясняват с малката маса на рибите през първата година и процеса на саморегулация на растежа.



Фиг. 9. Графика на Ford-Walford за тегловното нарастване на платерината (*Liza aurata*, Risso) от българското черноморско крайбрежие. а/ зависимост между масата на тялото на възраст  $t$  години ( $W_t$ ) и  $t+1$  години ( $W_{t+1}$ ), б/ зависимост между възрастта ( $t$ ) и  $\ln(W_\infty - W_t)$ :  $W_\infty$ ,  $k$  и  $t_0$  – параметри от уравнението на von Bertalanffy.





**Фиг. 10.** Графика на уравнението на von Bertalanffy за тегловното нарастване на платерината (*Liza aurata*, Risso) от българското черноморско крайбрежие.

Установените от нас средни годишни тегловни прирасти са представени в Табл. 6. Тегловните прирасти се увеличават с нарастването на възрастта, като само при седемгодишните риби се наблюдава спад. Не се наблюдава намаляване на тегловното нарастване при тригодишните риби, както е при линейния растеж. Това най-вероятно се дължи на факта, че половото съзряване при женските започва през втората - третата година и енергийният поток е насочен към натрупване на телесни мазнини и развитие на репродуктивните органи.

Таблица 6. Средни тегла на рибите (W,g) в различните поколения и възрастови групи на платерината (*Liza aurata*, Risso) от българското черноморско крайбрежие и средни годишни тегловни прирасти (t' и t'')

Поколение (година)	Възрастова група	Средни тегла на тялото (W, cm) в края на всеки вегетационен период, получени чрез обратни изчисления по първия (W') и по втория (W'') метод																	
		W1'	W1''	W2'	W2''	W3'	W3''	W4'	W4''	W5'	W5''	W6'	W6''	W7'	W7''	W8'	W8''	W9'	W9''
2011	0+-I	12.85	13.33	93.46	88.14														
2010	I-III	16.80	17.29	40.82	40.17	79.41	83.67												
2009	I-IV	8.75	9.18	47.35	46.25	93.95	96.04	153.68	164.56										
2008	II-V	22.18	22.64	53.49	51.91	24.64	32.06	136.97	150.98	199.76	215.77								
2007	III-VI	20.56	21.03	46.08	45.07	76.12	80.83	143.53	156.36	241.75	253.06	309.15	342.05						
2006	IV-V	20.46	20.93	48.34	47.16	82.64	86.46	125.20	141.15	224.53	237.91								
2005	V-VI	18.32	18.80	50.44	49.10	98.30	99.67	168.47	176.28	240.60	252.05	338.81	363.88						
2004	VI-VII	23.64	24.09	60.09	57.97	105.76	105.83	188.97	192.10	271.67	278.98	385.48	397.01	577.39	521.51				
2003	VII-VIII	27.35	27.74	58.43	56.45	98.51	99.84	172.13	179.14	240.98	252.39	335.00	361.11	457.03	445.37	475.83	457.66		
2002	VIII	17.33	17.82	34.14	33.91	93.46	95.63	147.56	159.63	242.51	253.73	309.15	342.05	403.54	409.47	556.05	508.42		
2001	IX	18.46	18.94	49.75	48.46	83.89	87.52	118.51	135.47	156.63	176.09	242.51	290.35	346.50	369.44	475.83	457.66	820.65	661.22
средни тегла		18.79	19.25	52.95	51.33	83.67	86.76	150.56	161.74	227.30	240.00	320.01	349.41	446.12	436.45	502.57	474.58	820.65	661.22
емпирични стойности		9.77		55.35		94.95		152.48		230.50		380.28		456.75		529.50		600.00	
прирасти		18,79	19,25	34,16	32,08	30,72	35,43	66,89	74,98	76,74	78,26	92,71	109,41	126,11	87,04	56,45	38,13	318,08	186,64

### 5.2.2.3. Илария (*Liza saliens*, Risso)

Общото популационно уравнение на зависимостта дължина – масата е:

$$W' = 0.0247L^{2.7654}, r^2 = 0.9933$$

Възрастовите уравнения, описващи зависимостта  $W'' - L''$  са както следва:

$$W''_1 = 0.0169L_1^{2.949}, r^2 = 0.9858$$

$$W''_2 = 0.086 L_2^{2.3567}, r^2 = 0.9654$$

$$W''_3 = 0.1012 L_3^{2.29}, r^2 = 0.9423$$

$$W''_4 = 0.072 L_4^{2.3771}, r^2 = 0.7171$$

$$W''_5 = 0.0025L_5^{3.4262}, r^2 = 0.7953$$

$$W''_6 = 0.0106 L_6^{3.0251}, r^2 = 0.9407$$

Степенният показател и при шестте уравнения се колебае между 2 и 3, като варира от 2.29 и 3.43.

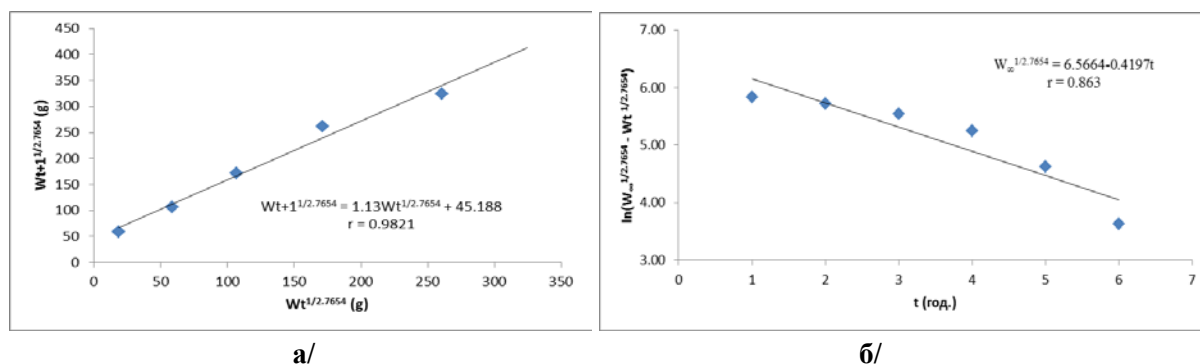
И тук както при кефала и платерината измененията в тегловното нарастване по поколения, следват тенденцията в изменението на линейното нарастване.

Тегловните прирасти ( $t'$ ) при иларията се увеличават с нарастването на възрастта, като само при шестгодишните риби се наблюдава спад.

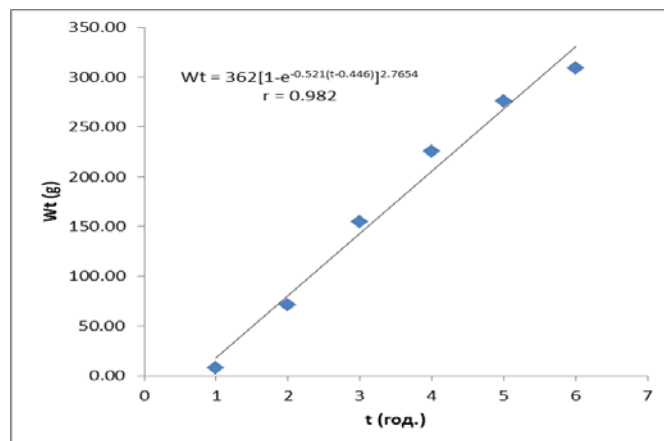
Характерът на зависимостта между масата на рибите през  $t$ -тата година ( $W_t$ ) и масата една година по-късно ( $W_{t+1}$ ) е добре изразена права линия:  $W_{t+1}^{1/2.7654} = 1.13W_t^{1/2.7654} + 45.188$ ,  $r = 0.9821$  (Фиг. 11). Тази зависимост показва, че може да се използва уравнението за тегловно нарастване на von Bertalanffy (Фиг. 12):

$$W_t = 362[1 - e^{-0.521(t-0.446)}]^{2.7654}$$

Асимптотичната маса ( $W_\infty$ ) е 362 g, като е съпоставена с максимално установената в уловите ( $W_{\max} = 311$  g) чрез коефициента  $W_{\max} : W_\infty$  на Hohendorf (1966) и се получава 0,86. Тази стойност показва, че популацията използва добре растежния си потенциал.



Фиг. 11. Графика на Ford-Walford за тегловното нарастване на иларията (*Liza saliens*, Risso) от българското черноморско крайбрежие. а/ зависимост между масата на тялото на възраст  $t$  години ( $W_t$ ) и  $t+1$  години ( $W_{t+1}$ ), б/ зависимост между възрастта ( $t$ ) и  $\ln(W_\infty - W_t)$ :  $W_\infty$ ,  $k$  и  $t_0$  – параметри от уравнението на von Bertalanffy.



**Фиг. 12. Графика на уравнението на von Bertalanffy за тегловното нарастване на иларията (*Liza saliens*, Risso) от българското черноморско крайбрежие**

Тегловните прирасти ( $t'$ ) при иларията се увеличават с нарастването на възрастта, като само при шестгодишните риби се наблюдава спад (Табл. 7). Не се наблюдава намаляване на тегловното нарастване при три- и четиригодишните риби, както е при линейния растеж. Това най-вероятно се дължи на факта, че половото съзряване при женските започва през втората - третата година и енергийният поток е насочен към натрупване на телесни мазнини и развитие на репродуктивните органи. За тегловните прирасти –  $t''$  се наблюдава спад през третата, четвъртата и шеста години.

Таблица 7. Средни тегла на рибите (W,g) в различните поколения и възрастови групи на иларията (*Liza saliens*, Risso) от българското черноморско крайбрежие и средни годишни тегловни прирасти (t' и t'')

Поколение (година)	Възрастова група	Средни тегла на тялото (W, cm) в края на всеки вегетационен период, получени чрез обратни изчисления по първия (W') и по втория (W'') метод											
		W1'	W1''	W2'	W2''	W3'	W3''	W4'	W4''	W5'	W5''	W6'	W6''
2011	I	19.28	21.05										
2010	I-II	4.36	4.64	58.95	65.744								
2009	II-III	19.75	21.58	52.64	58.59	110.99	107.26						
2008	III-IV	20.81	22.77	60.66	67.67	108.88	103.83	167.06	133.34				
2007	III-V	23.69	26.03	58.67	65.43	109.68	105.12	198.55	154.00	290.90	258.62		
2006	IV - VI	24.54	26.99	60.60	67.60	96.82	84.68	147.84	120.44	231.05	209.23	324.74	310.74
средни тегла		<b>18.74</b>	<b>20.51</b>	<b>58.30</b>	<b>65.01</b>	<b>106.59</b>	<b>100.22</b>	<b>171.15</b>	<b>135.93</b>	<b>260.97</b>	<b>236.39</b>	<b>324.74</b>	<b>313.46</b>
прирасти		<b>18.74</b>	<b>20.51</b>	<b>39.57</b>	<b>44.5</b>	<b>48.29</b>	<b>35.21</b>	<b>64.56</b>	<b>35.71</b>	<b>89.82</b>	<b>100.46</b>	<b>63.77</b>	<b>77.07</b>
емперични стойности		<b>5.8</b>		<b>79.1</b>		<b>112.1</b>		<b>170.3</b>		<b>316.5</b>		<b>330.5</b>	

### 5.2.3. Сравнителен анализ на темпа на нарастване

За сравняване закономерностите и особеностите в темпа на нарастване на морския кефал, платерината и иларията от българското черноморско крайбрежие, с други популации от ареала на видовете са използвани два подхода. При първият от подредените по възходящ ред на средните абсолютни стойности на дължините на рибите, на една и съща възраст се вижда, че от десетте популации от ареала на вида, кефалът от българската акватория е на четвърто място по темп на линейно нарастване. Платерината от българското черноморско крайбрежие е с най-бавен темп на линейно нарастване от шестте, а иларията е на пето място от единадесетте сравнявани популации.

Бавният темп на нарастване в българската акватория на Черно море най-вероятно се дължи на ранната възраст на полово съзряване, което води до инвестиране на много енергия за репродукция, което от своя страна рефлектира върху по-малък размер на тялото и ниска продължителност на живот. Подтискащ ефект върху темпа на нарастване най-вероятно имат и редица стрес фактори (резки колебания в температурата на водата и количествата разтворен кислород, различни по природа замърсявания, риболов и др.) (Helfman et al., 1997).

Вторият подход за сравняване темпът на растеж е чрез коефициентите  $k$  и  $L_{\infty}$  ( $W_{\infty}$ ) от уравненията на von Bertalanffy (Табл. 8 и Табл. 9) и чрез техни производни:

1. Интегриран показател  $\omega$  (омега параметър), въведен от Galucci, Quinn (1979), който е производението на  $L_{\infty}$  ( $W_{\infty}$ ) и  $k$  (Табл. 8) и

2. Показателят на линейното нарастване  $\phi' = \lg k + 2 \lg L_{\infty}$  (Munro, Pauly, 1983; Pauly, Munro, 1984) (Табл. 8) и показателят на тегловното нарастване -  $\phi' = \lg k + 2 \lg W_{\infty}$  (Pauly, 1979) и (Табл. 9).

Използването на параметрите от уравненията на Bertalanffy  $k$  и  $L_{\infty}$  и особено на техните производни  $\omega$  и  $\phi$ , като показатели на скоростта на растеж, често води до неточна или противоположна на действителната оценка на растежа. Тези параметри са разработени за океански видове риби, живеещи в значително по постоянните условия и трябва внимателно и критично да се прилагат при еврихалинни видове, каквито са кефаловите. Точен метод за сравнителна оценка на скоростта на растеж е този, при който сравняваните популации се подреждат по възходящ ред на големината на последната стойност на дължината. При него едновременно се отчита и илюстрира значението на жизнените условия, процесите на саморегулация и възрастта на рибите за техния растеж (Живков, 1999).

Таблица 8. Темп на линеен растеж на морски кефал (*Mugil cephalus*, Linnaeus), платерина (*Liza aurata*, Risso) и иларията (*Liza saliens*, Risso) от ареала на видовете, представен чрез: параметрите от уравнението на von Bertalanffy, като  $\omega$ -параметър на Galucci и Quinn и като  $\phi'$ -параметър на Munro и Pauly.

Вид	Водоем, Автор	$L_{\infty}$ , cm	$2\log L_{\infty}$	k	logk	$t_0$	$\omega$	$\phi'$
<i>Mugil cephalus</i>	Black Sea, Iin 1949	1089	6.07	0.05	-1.30	-1.62	54.45	4.77
	Black Sea, Ibanez & Cabello, 1996	109	4.07	0.05	-1.30	-1.62	5.45	2.77
	Mediterranean (Turkey), Erman, 1959	71.5	3.71	0.254	-0.60		18.16	3.11
	Mediterranean (Yugoslavia), Morovic, 1964	48.5	3.37	0.31	-0.51		15.04	2.86
	Mediterranean (Tunisia), Farrugio, 1975	54.6	3.47	0.2	-0.70		10.92	2.78
	Mediterranean (Turkey), Pauly, 1979	105	4.04	0.11	-0.96		11.55	3.08
	Adriatic sea, Erzini, 1991	48.5	3.37	0.31	-0.51		15.04	2.86
	Bardawil Lagoon (Egypt), El-Ganainy, 2002	74.2	3.74	0.248	-0.61	-0.969	18.40	3.14
	Bardawil Lagoon, Bebaes, 1986	79.22	3.80	0.341	-0.47	-0.337	27.01	3.33
	Bonny Estuary, Nigeria, Aleleye-Wokoma et al., 1997	33.2	3.04	0.558	-0.25	0.152	18.54	2.79
	Ghana, Dankwa, 2011	56.6	3.51	0.31	-0.51	-0.239	17.55	3.00
	Ondrias et al., 1994	79.1	3.80	0.151	-0.82	-0.1	11.94	2.98
	India, Jingran & Misra, 1962	140	4.29	0.15	-0.82		21.00	3.47
	India, Jhingran & Natarajan, 1969	98.8	3.99	0.37	-0.43		36.56	3.56
	India, Mahanadi estuarine, Ibanez & Cabello, 1996	103	4.03	0.09	-1.05		9.27	2.98
	Australia, Thompson, 1963	72.7	3.72	0.23	-0.64	0.006	16.72	3.08
	Australia, Pauly, 1978	65	3.63	0.27	-0.57	-0.15	17.55	3.06
	Australia, Ibanez & Cabello, 1996	60.9	3.57	0.3	-0.52	-0.14	18.27	3.05
	New Zealand, Annala, 1994	40.1	3.21	0.45	-0.35		18.05	2.86
	Taiwan, Ih-Hsiu Tung, 1970	59.3	3.55	0.301	-0.52	-0.12	17.85	3.02
	Taiwan, Hwang, 1982	53.2	3.45	0.2	-0.70	-2.94	10.64	2.75
	Tunisia, Djabali et al., 1993	52.9	3.45	0.31	-0.51		16.40	2.94
	Mexico, Marquez, 1974	51	3.42	0.34	-0.47	-0.114	17.34	2.95
	Mexico, Diaz & Hernandez, 1980	58.8	3.54	0.19	-0.72	-0.213	11.17	2.82
	Mexico, Ibanez & Cabello, 1996	62.3	3.59	0.11	-0.96	-2.67	6.85	2.63
Texas, USA, Cech & Wohlschlag, 1975	42.2	3.25	0.327	-0.49	-0.7	13.80	2.77	
USA, Mahmoudi et al.,	56.9	3.51	0.21	-0.68	-1.97	11.95	2.83	

	<b>2001</b>							
	<b>USA, McDonough, 2001</b>	45.3	3.31	0.87	-0.06	-1.51	39.41	3.25
	<b>Sri Lanka, Wijeyaratue &amp; Costa, 1987</b>	89.7	3.91	0.094	-1.03		8.43	2.88
	<b>наши данни</b>	<b>204.21</b>	<b>4.62</b>	<b>0.03</b>	<b>-1.52</b>	<b>-0.14</b>	<b>6.13</b>	<b>3.10</b>
<i>Liza aurata</i>	<b>Black Sea, Nikolskii, 1954</b>	51.6	3.43	0.229	-0.64	-0.214	11.82	2.79
	<b>Hazar Sea, Nikolskii, 1955</b>	60	3.56	0.177	-0.75	-1.56	10.62	2.80
	<b>Alexandrova, 1964</b>	54.1	3.47	0.311	-0.51	0.116	16.83	2.96
	<b>Homa Lagoon (Izmir Bay), Ilkyaz et al., 2006</b>	43.2	3.27	0.33	-0.48	-0.3	14.26	2.79
	<b>Gulf of Patriakos (Western Greece), Hotos &amp; Katselis, 2011</b>	66.2	3.64	0.145	-0.84	-1.17	9.60	2.80
	<b>lagoon of Messolonghi-Etoliko, Hotos 1998</b>	65.3	3.63	0.149	-0.83	-1.14	9.73	2.80
	<b>Krka Estuary (middle Adriatic), Modrusan et al., 1988</b>	51	3.42	0.3	-0.52	-0.4	15.30	2.89
	<b>Mirna Bay (north Adriatic), Dulcic-Kralcevic, 1996</b>	39.8	3.20	0.21	-0.68	-1.14	8.36	2.52
	<b>Gulf of Marseilles, Allbertini-Berhaut, 1978</b>	45	3.31	0.2	-0.70	-0.49	9.00	2.61
	<b>Marsala Lagoon, Andaloro, 1983</b>	24.3	2.77	0.63	-0.20	-0.11	15.31	2.57
	<b>Ria de Aveiro (Portugal), Arruda et al., 1991</b>	68.5	3.67	0.11	-0.96	-0.51	7.54	2.71
	<b>Bitter Lakes (Egypt), Mehanna, 2004</b>	32.41	3.02	0.63	-0.20	-0.2	20.42	2.82
<b>наши данни</b>	<b>180.15</b>	<b>4.51</b>	<b>0.023</b>	<b>-1.64</b>	<b>-1.66</b>	<b>4.14</b>	<b>2.87</b>	
<i>Liza saliens</i>	<b>Porto Lagos lagoon (N. Greece), Koutrakis &amp; Sinis, (1994)</b>	36.7	3.13	0.28	-0.55	-0.34	10.28	2.58
	<b>W. Greece, lagoons Messolonghi Etoliko, Katselis et al., 2002</b>	32.9	3.03	0.26	-0.59	-0.42	8.55	2.45
	<b>W. Mediterranean, Ezzat, 1965</b>	66.2	3.64	0.1	-1.00	-0.27	6.62	2.64
	<b>W. Mediterranean (France: Lions Gulf), Cambrony (1983)</b>	38.4	3.17	0.29	-0.54	-0.62	11.14	2.63
	<b>SE Mediterranean (Egypt), Zay-Rafail, 1968</b>	36.4	3.12	0.44	-0.36	0.52	16.02	2.77
	<b>Loutsa lagoon (Epirus), Giatnisi (1985)</b>	42.3	3.25	0.16	-0.80	-0.82	6.77	2.46
	<b>Gorgan Bay-Miankaleh Wildlife Refuge (the Southeast Caspian Sea), Patimar, (2008)</b>	34.8	3.08	1.009	0.00	-0.21	35.11	3.09
	<b>Lake Quarun (Egypt), El Zarka &amp; El Sedfy, (1970)</b>	53.6	3.46	0.14	-0.85	-0.82	7.50	2.60
	<b>E. Mediterranean (Turey:NE Aegean), Kaya et al., 2000</b>	33.1	3.04	0.28	-0.55	-0.38	9.27	2.49
	<b>Beymele Lagoon (Turey),</b>	39.9	3.20	0.271	-0.57	-2.233	10.81	2.63



	<b>Balik et al., 2011</b>							
	<b>Black Sea, Alev (1956)</b>	32	3.01	0.26	-0.59	-0.26	8.32	2.43
	<b>Katselis, 1996</b>	32.99	3.04	0.258	-0.59	-0.47	8.51	2.45
	<b>Atlantic coast (Spain), Drake et al., 1984</b>	29.9	2.95	0.66	-0.18	-0.14	19.73	2.77
	<b>France: Lions Gulf, Cambrony, (1983)</b>	38.4	3.17	0.29	-0.54	-0.62	11.14	2.63
	<b>Atlantic coast (Spain), Drake et al., (1984a)</b>	29.9	2.95	0.66	-0.18	-0.14	19.73	2.77
	<b>Balearic Islands, Cardona, (1999a)</b>	38.7	3.18	0.2	-0.70	-0.31	7.74	2.48
	<b>наши данни</b>	<b>44.8</b>	<b>3.30</b>	<b>0.18</b>	<b>-0.74</b>	<b>-0.51</b>	<b>8.06</b>	<b>2.56</b>

Таблица 9. Темп на тегловен растеж на морски кефал (*Mugil cephalus*, Linnaeus), платерина (*Liza aurata*, Risso) и иларията (*Liza saliens*, Risso) от ареала на вида, представен чрез: параметрите от уравнението на von Bertalanffy като  $\omega$ -параметър на Galucci и Quinn и като  $\phi'$ -параметър на Munro и Pauly.

Вид	Водоем и автор	$W_{\infty}$ , g	$2\log W_{\infty}$	k	logk	$t_0$	$\omega$	$\phi'$
<i>Mugil cephalus</i>	Gulf of Mexico (Ibanez-Aguirre et al.,	2352.12	6.74	0.099	-1.00	-2.85	232.86	5.74
	Mediterranean (Katselis et al., 2005)	4960.2	7.39	0.151	-0.82	-0.1	748.99	6.57
	Black Sea Aleksandrova, 1967	2567.7	6.82	0.416	-0.38	0.0349	1068.16	6.44
	Black Sea, Ilin (1949)	3539.4	7.10	0.0985	-1.01	-0.8153	348.63	6.09
	<b>наши данни</b>	<b>3139</b>	6.99	<b>0.1723</b>	-0.76	<b>-0.372</b>	540.85	6.23
<i>Liza aurata</i>	Lake Bardawil, Egypt (Mehanna, 2006)	264.03	4.84	0.61	-0.21	-0.34	161.06	4.63
	Lagoon of Messolonghi-Etoliko, Greek (Hotos G., 1999)	2656.3	6.85	0.149	-0.83	-1.14	395.79	6.02
	Black Sea (Ilin, 1949)	2235.4	6.70	0.1004	-1.00	-0.8627	224.43	5.70
	<b>наши данни</b>	1057.15	6.05	0.1857	-0.73	-0.1694	196.31	5.32
<i>Liza saliens</i>	Lagoon of Messolonghi-Etoliko, Greek (Katselis G., 1996)	299.8	4.95	0.258	-0.59	-0.47	77.35	4.37
	<b>наши данни</b>	362.04	5.12	0.52	-0.28	0.45	188.26	4.83

### 5.2.4. Угоеност

На Табл. 10, 11 и 12 е представена угоеността на трите вида кефалови, определена по четири начина:

Чрез коефициента на Фултон  $k_f = W/L^3$ , чрез неговата модификация  $k_n = W/L^n$ , чрез  $k_a = a$  от уравнението  $W = aL^n$  и чрез масата, изчислена по същото уравнение при произволно избрани еднакви дължини. Последният метод е най-точен, т.к. отчита различията в темпа на нарастване през различните периоди на живот

**Таблица 10. Различия между средните тегла ( $W_L$ , g) на морския кефал (*M. cephalus*) от данните на Александрова (1957), Илин (1950, 1954) и нашите резултати, при едни и същи дължини, изчислени по съответните популационни уравнения на зависимостта  $W = kL^n$  и общи популационни коефициенти на охраненост ( $k_f$ ,  $k_n$  и  $k_a$ )**

Водоем и автор	Общо уравнение за цялата популация $W = aL^b$	Средни тегла изчислени при една и съща дължина											$K_f \times 10^2$	$K_n \times 10^2$	$K_a \times 10^2$
		$W_{15}$	$W_{20}$	$W_{25}$	$W_{30}$	$W_{35}$	$W_{40}$	$W_{45}$	$W_{50}$	$W_{55}$	$W_{60}$	$W_{65}$			
Черно море, Александров,	$W = 0.133L^{2.3289}$	72,9	142,5	239,6	366,4	524,6	716,0	941,9	1203,9	1503,1	1840,7	2217,9	1,12	15,04	13,3
Черно море, по Илин,	$W = 0.017L^{2.9275}$	47,1	109,4	210,3	358,7	563,3	832,7	1175,5	1600,2	2115,2	2728,9	3449,5	1,77	2,27	1,7
Черно море, наши данни	$W = 0.0132L^{3.0654}$	53,2	128,5	254,6	445,2	714,1	1075,3	1542,9	2131,1	2854,2	3726,7	4763,0	1,77	1,43	1,32

**Таблица 11. Различия между средните тегла ( $W_L$ , g) на платерината (*L. aurata*) от данните на Александрова (1964), Ильн (1950) и нашите резултати, при едни и същи дължини, изчислени по съответните популационни уравнения на зависимостта  $W = kL^n$  и общи популационни коефициенти на охраненост ( $k_f$ ,  $k_n$  и  $k_a$ )**

Водоем и автор	Общо уравнение за цялата популация $W = aL^b$	Средни тегла изчислени при една и съща дължина									$K_f \times 10^2$	$K_n \times 10^2$	$K_a \times 10^2$
		$W_5$	$W_{10}$	$W_{15}$	$W_{20}$	$W_{25}$	$W_{30}$	$W_{35}$	$W_{40}$	$W_{45}$			
Черно море, Александрова, 1964	$W = 0,0413L^{2.5713}$	2,59	15,39	43,65	91,47	162,36	259,46	385,67	543,66	735,96	1,06	5,02	4,13
Черно море, Илин, 1954	$W = 0,0144L^{2.9065}$	1,55	11,61	37,73	87,06	166,52	282,89	442,79	652,75	919,23	2,55	3,41	1,44
Черно море, наши данни	$W = 0.0202L^{2.8589}$	2,01	14,60	46,52	105,89	200,41	337,52	524,43	768,21	1075,77	1,13	1,71	2,02

Таблица 12. Различия между средните тегла ( $W_L, g$ ) на иларията (*L. saliens*) от данните на Александрова (1964), Ильн (1950) и нашите резултати, при едни и същи дължини, изчислени по съответните популационни уравнения на зависимостта  $W = kL^n$  и общи популационни коефициенти на охрненост ( $k_f, k_n$  и  $k_a$ )

Водоем и автор	Общо уравнение за цялата популация $W = aL^b$	Средни тегла изчислени при една и съща дължина								$K_f \times 10^2$	$K_n \times 10^2$	$K_a \times 10^2$
		$W_5$	$W_{10}$	$W_{15}$	$W_{20}$	$W_{25}$	$W_{30}$	$W_{35}$	$W_{40}$			
Черно море, Александрова, 1964	$W = 0,1473L^{2,2821}$	5,80	28,20	71,15	137,18	228,27	346,05	491,95	667,21	1,55	17,06	14,73
Черно море, Ильн, 1954	$W = 0,0273L^{2,7679}$	2,35	16,00	49,14	108,96	202,08	334,72	512,85	742,17	1,71	3,54	1,73
Черно море, наши данни	$W = 0,0247L^{2,7654}$	2,12	14,39	44,16	97,85	181,37	300,28	459,90	665,32	1,66	3,21	2,47

### 5.3. ХРАНА И ХРАНЕНЕ

Храната на морския кефал, платерината и иларията се състои съответно от 54, 40 и 32 хранителни компонента (Фиг. 13 а, б, в).

От графиката се вижда, че с най-голяма честота на срещане в стомаха на кефала са *Navicula sp.* – 72.73%; *Prorocentrum cordatum* – 27.27%, *Prorocentrum micans E.* – 45.5%, *Peridinium sp. E.* – 45.5 %. Видовете от сем. Ulvaceae предтсавляват 45.5% от общото съдържимо; сем. Cladophoraceae – 45.5%, *Nematoda g.sp.* – 42.9% и *Trochammina inflata* – 28.6 %.

Най-често срещаните хранителни компоненти в състава на стомашното съдържимо при платерината са *Navicula sp.* – 72.7%, *Peridinium sp.* – 45.5%; от клас Gastropoda - *Bittium reticulatum* (57.1%), *Microdeutopus gryllotalpa* – отново е 57.1%, а *Pseudocuma sp.*, *Risooa sp.* и *Nematoda g. sp.* – 42.9 (%). От макрофитите с най-висока честота на срещане са видовете от сем. Ulvaceae и сем. Cladophoraceae.

При иларията най-често срещани са Copepoda – 81.82%; *Navicula sp.* – 63.64%; *Bittium reticulatum* – 57.14%; *Nematoda g. sp.* – 71.43%, а от макрофитните видове преобладават тези от сем. Ulvaceae – 63.64%.

Доминанти в храната на морския кефал от микроалгите са *Prorocentrum micans* – 72.7%; от зообентоса са *Risooa sp.* и *Trochammina inflata* – 71.43%; от макрофитобентоса доминират видовете от сем. Cladophoraceae – 63.64%.

При платерината доминиращите видове са видовете *Prorocentrum micans* – 72.73%, *Risooa sp.* – 71.43%, Foraminifera – 71.43, *Nematoda g. sp.* – 57.14%, видове от сем. Ulvaceae и от сем. Cladophoraceae.

Доминантните видове при иларията са *Navicula sp.* – 63.64%, *Prorocentrum micans* – 72.73%, Copepoda – 81.82%, *Risooa sp.* – 71.43%, Foraminifera (*Trachammina inflata*) – 71.43, *Nematoda g. sp.* – 57.14%, видове от сем. Ulvaceae – 54.55% и сем. Cladophoraceae – 63.64%.

Видовете, доминиращи в стомашното съдържимо са много различни от видовете, доминиращи в околната среда. Това ясно показва избирателност при храненето. Наличието на пясък в стомаха може да се дължи на случайно попадане с храната, но

най-вероятно, както твърди и Thompson (1954) има подпомагаща функция при смилането на грубите растителни компоненти.

Резултати потвърждават хипотезата на Odum (1970) и Wells (1984), че кефаловите показват явно предпочитание към жив растителен материал (фитопланктон и макрофити) пред растителния детрит, когато и двете са в изобилие.

Сезонната активност в храненето е определена чрез степента на напълване на стомаха през годината. Най-интензивно хранене е установена през топлите летни месеци, като кефалът започва да се храни при температура на водата над 8°C, а платерината и иларията – при температура над 15–18°C (Стоянов и кол., 1963). Пикът на храненето при кефала е през месеците юли/август, като пикът на напълване е съответно 8.29 и 8.85, а при платерината и иларията през месец август, като стойностите на индекса на напълване са съответно 7.91 и 7.33. Много ниските стойности на индекса през месец ноември (кефал – 1.67; платерина – 1.13 и иларията – 0.43), се дължи на ниската температура, водещи до снижена хранителна активност.

Друг индикатор, характеризиращ хранителната активност на рибите е индексът на изпразненост, който е както следва: за кефала – 5.13%, за платерината – 2.67% и за иларията – 8.45%. Ниският процент празни стомаси (по-малко от 10%) е показател за равномерна хранителна активност и за често хранещи се риби.

## **5.4. РЕПРОДУКЦИЯ**

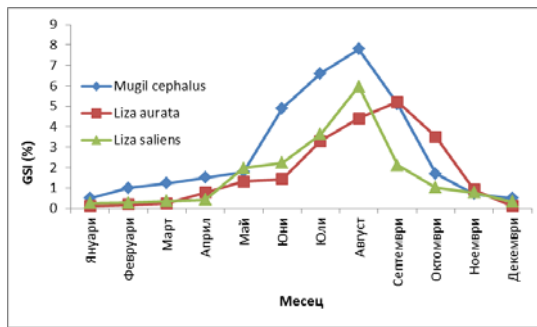
### **5.4.1. Период на размножаване**

Размножителният период на морския кефал, платерината и иларията от българското черноморско крайбрежие е както следва: за *Mugil cephalus* и *Liza saliens* - от юни до септември, като пикът е през юли; за *Liza aurata* - от август до октомври с пик през септември.

### **5.4.2. Степен на зрелост на гонадите**

При женските риби стойностите на GSI през пролетно-летния сезон варира както следва: за кефала между 1.88% и 8.93%, за платерината от 5.96% до 12.44 и за иларията между 5.82 и 9.73%. Тази вариабилност се дължи на не едновременното съзряване и на порционното размножаване на трите вида. Продължителността на латентния период е различна за различните видове и полове. Коефициентът през есенно-зимния сезон за морския кефал се колебае между 1.18 % и 2.69 %, за платерината от 1.48 до 3.36 и за иларията между 1.06 и 1.83. Установена е тенденция на увеличаване на стойностите на GSI с увеличаване масата на рибите.

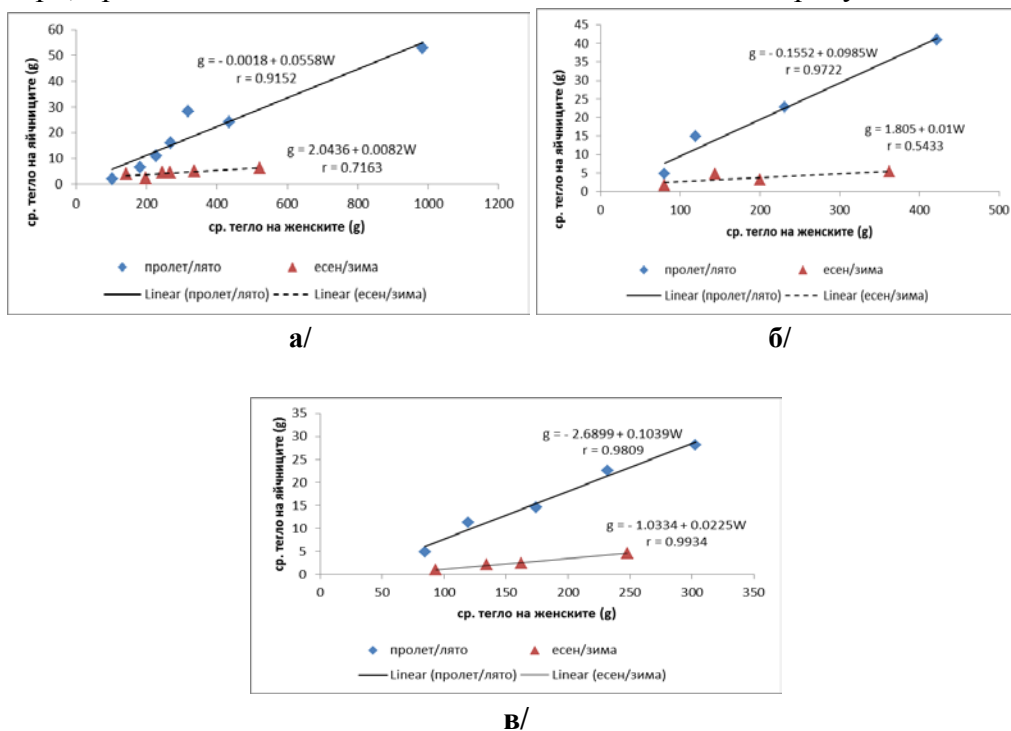
Сезонното изменение на коефициента на зрелост на яйчниците при трите изследвани от нас вида кефалови риби е представено на Фиг. 13.



**Фиг. 13. Сезонна динамика на коефициента на зрелост на яйчниците при трите вида от сем. Mugilidae от българския бряг на Черно море.**

Тъй като GSI се характеризира с много голяма изменчивост, като по-точен показател Морозов (1964) и Живков (1985) препоръчват да се използва коефициента **b** от уравнението, описващо зависимостта между масата на яйчниците и масата на женските  $g-W$  (Фиг.14).

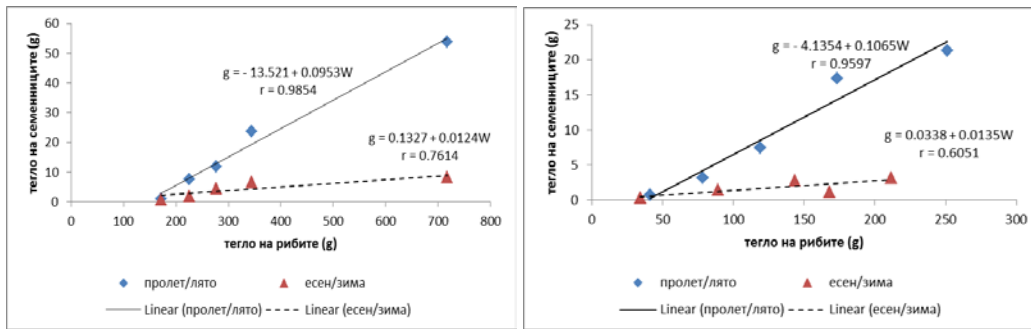
При мъжките се забелязва слаба вариабилност в GSI при различните тегловни класове. И през двата сезона максимални стойности са установени при рибите от тегловни класове (от 250 g до 500 g за *Mugil cephalus* и от 100 g до 300 g за *Liza aurata* и *Liza saliens*). Това се обяснява с факта, че тук попадат най-репродуктивно активните екземпляри, при които количеството и качеството на половите продукти е най-добро.



**Фиг. 14. Зависимост на масата на яйчниците (g) от масата на рибите без вътрешности (W) през пролетта и есента при а/ морския кефал (*Mugil cephalus*), б/ платерината (*Liza aurata*) и в/ иларията (*Liza saliens*) от българското черноморско крайбрежие**

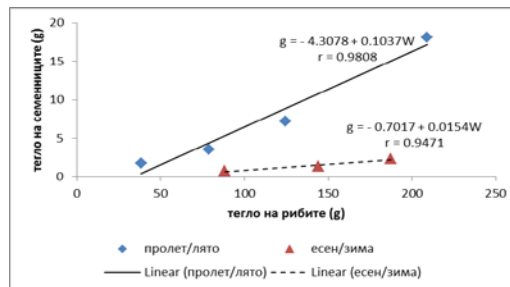
Динамиката на GSI при мъжките през годината е представена на Фиг. 15 и 16.

Резултати за сезонна динамика на GSI на яйчниците и семенниците (Фиг. 14 и Фиг. 15) потвърждават, че мъжките индивиди съзряват по-рано от женските.



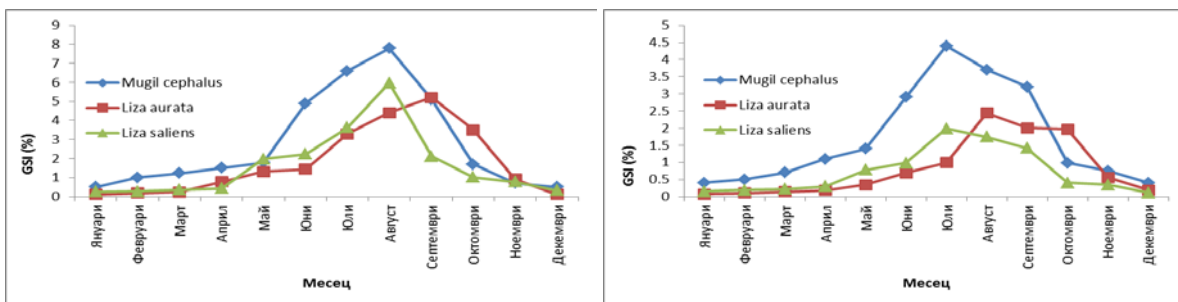
а/

б/



в/

**Фиг. 15.** Зависимост на масата на семенниците (g) от масата на рибите без вътрешности (W) през пролетно-летния и есенно-зимния сезони при морския кефал (*Mugil cephalus*) а/, платерината (*Liza aurata*) б/ и иларията (*Liza saliens*) в/ от българското черноморско крайбрежие



а/

б/

**Фиг. 16.** Сезонна динамика на коефициента на зрелост на а/ зрелост на яйчниците при женските индивиди и на б/ семенниците при мъжките индивиди от сем. *Mugilidae* от българския бряг на Черно море.

### 5.4.3. Плодовитост

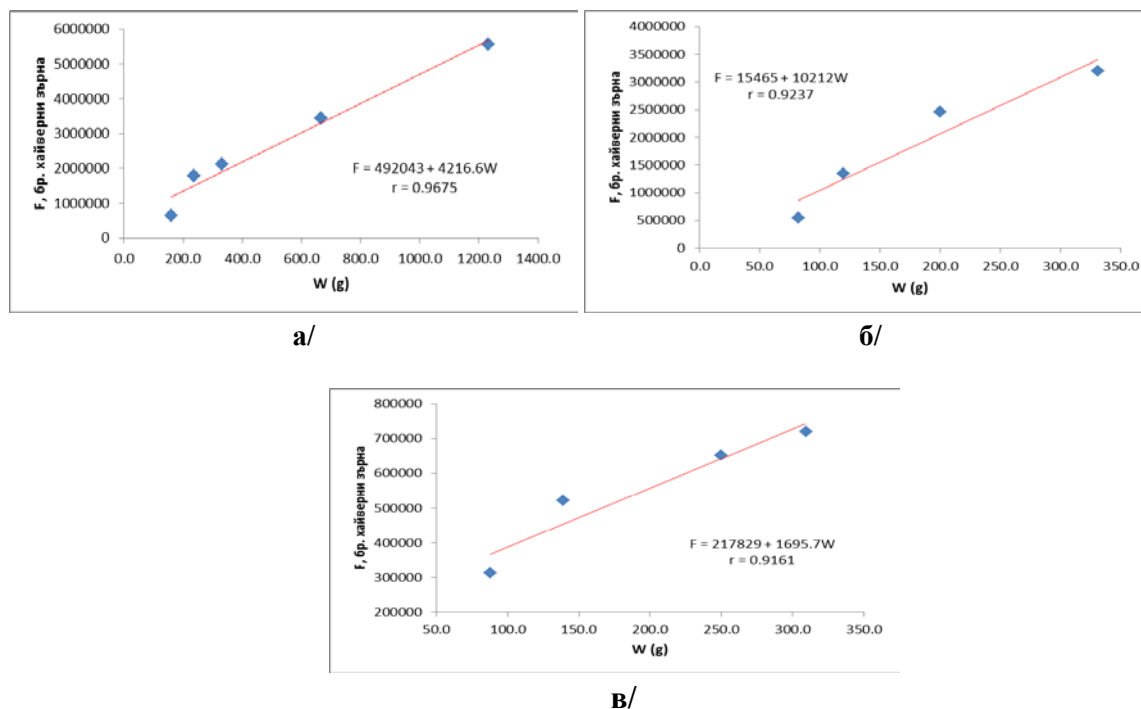
#### 5.4.3.1 Абсолютна плодовитост

Абсолютната плодовитост за популациите на кефала, платерината и иларията се колебае съответно между 42 3267 и 6 002 345 бр.; 344 324 и 3 327 880 бр. и между 228 439 и 889 102 бр. хайверни зърна. Средната претеглена плодовитост за морския кефал е 305 972; за платерината е 213 642 и за иларията е 54 882.

### 5.4.3.2. Относителна плодовитост

Средната претеглена относителна плодовитост за популациите на трите вида е както следва: за *M. cephalus* - 501, за *L. aurata* - 492 и за *L. salines* - 272.

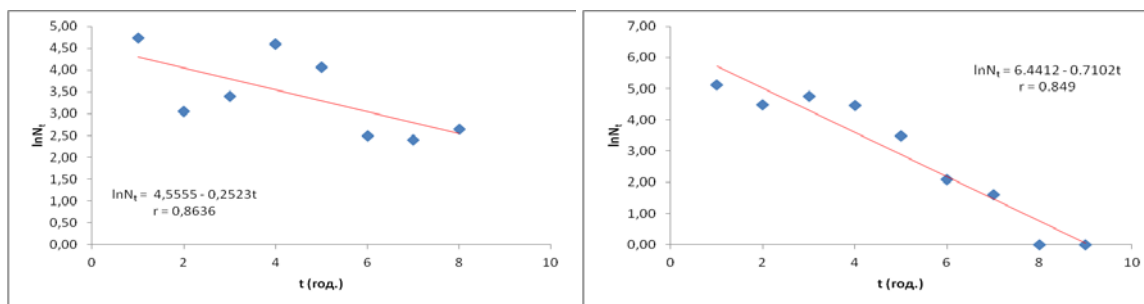
За показател на относителната плодовитост може да се използва и коефициентът **b** (4216.6 – *M. cephalus*; 10212 – *L. aurata*; 1695.7 – *L. saliens*) от уравнението на зависимостта на плодовитостта от масата на рибите  $F = a + bW$  (Фиг. 17).



Фиг. 17. Зависимост на абсолютната плодовитост (F) от средната маса на тялото (W) при морския кефал (*Mugil cephalus*) а/, платерината (*Liza aurata*) б/ и иларията (*Liza saliens*) в/ от българското черноморско крайбрежие

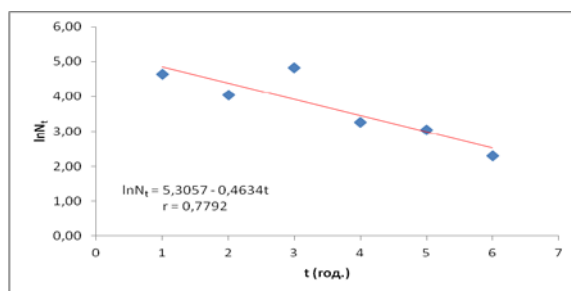
### 5.5. СМЪРТНОСТ, ОЦЕЛЕМОСТ И ЕЛИМИНАЦИЯ

Изчислената обща мигновена скорост на смъртността (елиминацията) (Z) за популацията на морския кефал от българското черноморско крайбрежие за периода 2010-2013 е 0.2523 (Фиг. 18, а). Общата смъртност (A) е 22.3%, а оцеляемостта (S) е 77.7%. За платерината стойностите за същия период за Z, A и S са както следва: 0.7102, 50.85% и 49.15% (Фиг. 18, б). При иларията тези стойности са съответно: елиминация – 0.4634, обща смъртност – 37.09% и оцеляемостта е 62.91% (Фиг. 18, в). Като основни причини за ниската смъртност (под 50% и при трите вида) в популациите на кефаловите риби можем да посочим ниският улов от тези риби поради ниската пазарна цена и потребление.



а/

б/

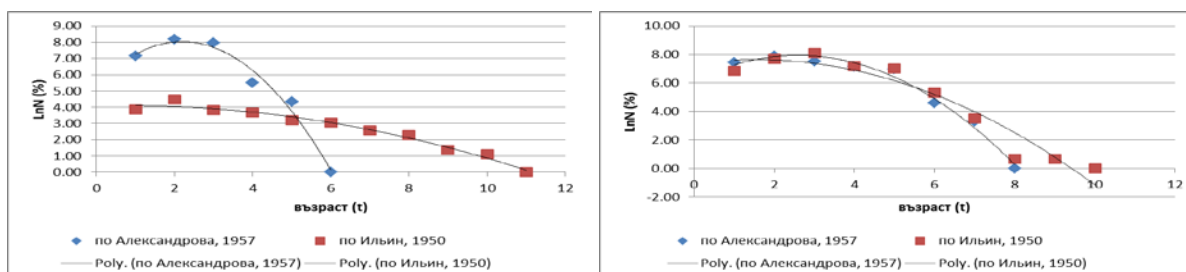


в/

**Фиг. 18.** Линия на уравнението  $\ln N = a - Zt$  за I до VIII възрастови групи при а/ морският кефал (*Mugil cephalus*, L.); б/ за I до IX възрастови групи при платерината (*Liza aurata*, Risso) и в/ за I до VI възрастови групи при иларията (*Liza saliens*, Risso) от българското черноморско крайбрежие. t – възраст, N – бр. на рибите, Z – наклон на линията (мигновена скорост на смъртността)

По данните от Александрова (1957, 1964) стойностите на коефициента Z са 1.9978 за *M. cephalus*, за *L. aurata* е 1.7986, а за *L. salines* стаойността за Z е 0.8777. По Илин стойностите за Z са както следва: *M. cephalus* – 0.3504, *L. aurata* - 1.3087 и *L. salines* – 0.3494 (Фиг.33 и 34). Общата смъртност, получена по данните на Александрова за морския кефал е 86.44%, за платерината – 83.45% и за иларията – 58.4%, а оцеляемостта съответно е: 13.56%, 16.55% и 41.6%. По Илин стойностите за общата смъртност са: за *M. cephalus* – 30.04%, за *L. aurata* – 72.98% и за *L. salines* – 29.49%, като оцеляемостта е съответно – 69.96%, 27.02% и 70.51% (Фиг.19 и 20).

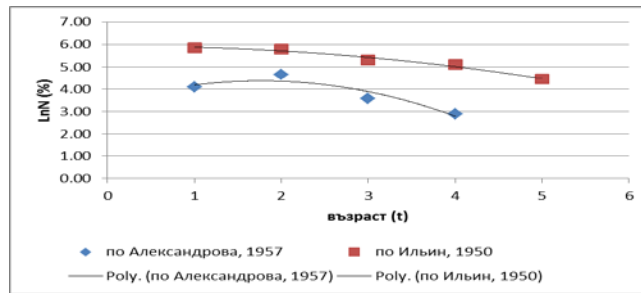
Ниската смъртност в данните на Илин за кефала и иларията най-вероятно се дължи на много ниските улови и липсата на промишлен риболов.



а/

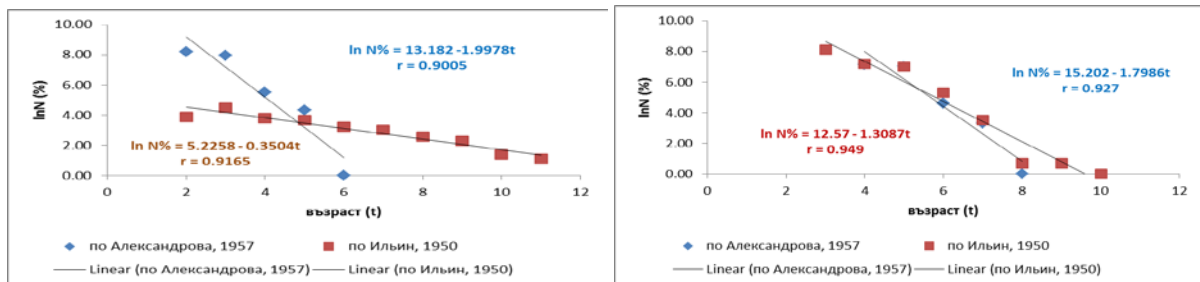
б/





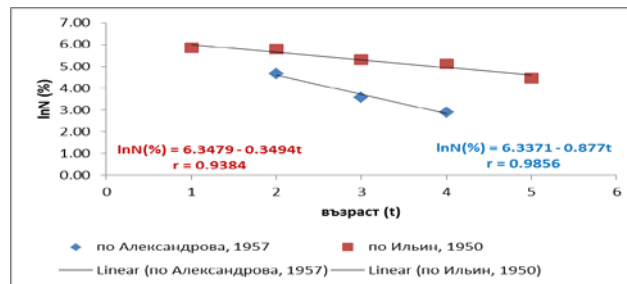
в/

Фиг. 19. Крива на средните улови на кефалови риби а/ морски кефал, б/ платерина, в/ илария по данни на Александрова (1957, 1964) и Ильин (1949, 1950) от акваторията на Черно море.



а/

б/



в/

Фиг. 20. Линия на уравнението  $\ln N = a - Zt$  за рибите от сем. Mugilidae а/ *Mugil cephalus*, L., б/ *Liza aurata*, Risso и в/ *Liza saliens*, Risso по данни на Александрова (1957, 1964) и Ильин (1949, 1950) от акваторията на Черно море.  $t$  – възраст,  $N$  – бр. на рибите,  $Z$  – наклон на линията (мигновена скорост на смъртността)

## 6. ОБОБЩЕНИ РЕЗУЛТАТИ И ИЗВОДИ

Вследствие на прекомерните улови през 60-те и 70-те години на миналия век и продължителното влошено екологично състояние на местообитанията на трите вида кефалови, техните популации са с къс жизнен цикъл. За подобряване на състоянието им (увеличаване на числеността, размерите и продължителността на живот), е необходимо да се увеличат минималните размери за улов, да се въведе забрана за риболов през размножителния период и да се въведат ежегодни квоти за улов. В дисертационния труд са направени конкретни препоръки към ИАРА.

1. Популациите на трите вида кефалови са млади, със средна претеглена възраст съответно 3,3 години при морския кефал; 2,6 години при платерината и 2,5 години при иларията.

2. Половото съотношение на ♂:♀ в мръстителната част и на трите популации е 1:1.

3. Половото съзряване и при трите вида за мъжките започва на втората, а за женските – на третата година, като ювенилни екземпляри се срещат до втората година.

4. Популациите на кефаловите видове се характеризират с бавен темп на растеж, който най-вероятно се дължи на влошените жизнени условия и на ранната възраст на половото съзряване. Популацията на кефала и платерината не използва достатъчно растежния си потенциал за разлика от иларията, която го използва сравнително добре. За разлика от другите два вида при иларията уравнението на von Bertalanffy добре описва асимптотичния растеж.

5. За определяне на угоеността е най-подходящо да се използват теглата при една и съща кръгла стойност на дължината, изчислени по уравненията, описващи общата популационна зависимост между дължината и масата.

6. Оптималната дължина, при която може да започне излавянето на видовете от българското черноморско крайбрежие е съответно 38 cm за морския кефал, 35 cm за платерината и 28 cm за иларията. Тези размери са по-големи от посочените в Приложение №2 към чл. 38, ал. 1 от ЗРА.

7. Размножителният период на морския кефал и иларията съвпадат – от юни до септември, като пикът е през юли, а на платерината е от август до октомври с пик през септември.

8. Въпреки по-слабото числено присъствие на екземпляри на по-голяма възраст и при трите вида, така формираната структура успешно поддържа възпроизводителните способности на популациите, благодарение на превеса на две-, три-, четири- и пет годишните риби и сравнително ранното съзряване на индивидите.

9. Абсолютната плодовитост се колебае както следва: при морския кефал между 42 3267 и 6 002 345 бр. хайверни зърна със средната претеглена плодовитост 305 972 хайверни зърна; при платерината между 344 324 и 3 327 880 бр. хайверни зърна със средна претеглена плодовитост 213 642 хайверни зърна; при иларията между 228 439 и 889 102 със средна претеглена плодовитост 54 882 хайверни зърна. Абсолютната плодовитост се увеличава с увеличаване на дължината, масата и възрастта.

10. Средната претеглена относителна плодовитост при морския кефал е 501, при платерината е 492 и при иларията е 272.

11. По-точен показател за описване на относителната плодовитост е коефициентът  $b$  от уравнението, описващо зависимостта между плодовитостта и масата на рибите  $F = a + bW$  –  $b$  за морския кефал е 4216.6, за платерината – 10212 и за иларията 1695.7.

12. Хранителната база се състои съответно от 54 компонента при морския кефал (най-значими са: от микроалгите *Prorocentrum micans* – 72.7%; от зообентоса *Rissoa sp.* и *Trochammina inflata* – 71.43%; от макрофитобентоса видовете от сем. Cladophoraceae – 63.64%); от 40 компонента при платерината (най-значими са видовете *Prorocentrum micans* – 72.73%, *Rissoa sp.* – 71.43%, Foraminifera – 71.43%, Nematoda g.

sp. – 57.14%, видове от сем. Ulvaceae и от сем. Cladophoraceae по 45.5% за всяко семейство); от 32 компонента за иларията (най-често срещани са *Copepoda* – 81.82%; *Navcula sp.* – 63.64%; *Bittium reticulatum* – 57.14%; *Nematoda g. sp.* – 71.43%, а от макрофитните видове преобладават тези от сем. Ulvaceae – 63.64%).

13. Кефаловите предпочитат жив растителен материал (фитопланктон и макрофити) пред растителен детрит.

14. Видовете, доминиращи в стомашното съдържимо са много различни от видовете, доминиращи в околната среда. Това ясно показва избирателността на кефаловите риби спрямо различните видове хранителни компоненти.

15. Установената висока обща смъртност и при трите вида кефалови риби в периода 1953 – 1963 г. може да се обясни с високата риболовна преса и със замърсяването от промишленни отпадъчни води. Основна причина за получената ниска смъртност (под 50% и при трите вида) в периода 2010 – 2013 г. в популациите е намаления улов от тези риби поради спадането на запасите вследствие влошаването на условията за живот в крайбрежните езера и в морето, както и ниската пазарна цена, и потребление.

## **7. ПРИНОСИ**

---

### **Оригинални**

1. Представена е съвременна подробна информация върху популационната структура, темпа на нарастване, размножителния период, периода на полово съзряване, плодовитостта и храненето на морския кефал, платерината и иларията.

2. Доказано е ниското използване на растежния потенциал от популациите и на трите вида.

3. Резултатите доказват хипотезата на Odum (1970) и Wells (1984), че кефаловите предпочитат жив растителен материал (фитопланктон и макрофити) пред растителния детрит, когато и двете са в изобилие.

4. За първи път са изчислени и сравнени за различни периоди на улов параметрите смъртност, оцеляване и елиминация за кефаловите видове в Черно море.

### **Потвърдителни**

1. Резултатите потвърждават наличието на различни периоди на съотношение мъжки:женски в половозрялата част на популацията.

2. Потвърждава се, че най-добър метод за сравняване на угоеността е масата при едни и същи дължини.

### **Препоръчителни за практиката**

1. Имайки предвид продължителния размножителен период се препоръчва на ИАРА да бъде въведен забранителен период за улов най-малко от 1 август до 15 септември.

2. Препоръчително е в Приложение №2 към чл. 38, ал. 1 от ЗРА минималната дължина при която може да започне излавянето на видовете от българското черноморско крайбрежие да се увеличи съответно на 38 cm за морския кефал, на 35 cm за платерината и на 28 cm за иларията.

3. Установяването на основните популационно-биологични параметри на трите вида кефалови е основа за определяне на квоти за улов на тези видове.

## 8. ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА

---

1. Bekova R., Galerida Raikova-Petrova. 2011. The catch of mullets fish along the Bulgarian Black Sea coast. Youth scientific conference “Kliment’s Day’s” 22–23 November, 2011. pp 77–80.
2. Bekova R., G. Raikova-Petrova, D. Gerzhikov, E. Petrova, V. Vachkova, D. Klisarova. 2013. Food spectrum of grey mullet (*Mugil cephalus*, L.) along the Bulgarian Black Sea coast. Agricultural Science & Technology (1313-8820); Jun2013, Vol. 5 № 2, pp 173 - 178. IF- 0,189.