

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

ИНСТИТУТ ПО ОКЕАНОЛОГИЯ

**СЪСТОЯНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ И ЕКОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ НА
ПОПУЛАЦИОННАТА ДИНАМИКА НА ТРИЦОНАТА (*SPRATTUS*
SPRATTUS L.) В БЪЛГАРСКИЯ СЕКТОР НА ЧЕРНО МОРЕ**

Виолин Стоянов Райков
ИО-БАН

АВТОРЕФЕРАТ

за получаване на образователна и научна степен “Доктор”

Научна специалност с шифър 01.06.11

Научен консултант:
Проф. дбн. Иван Стоянов Доброволов

Варна
2011 г.

Дисертационният труд съдържа 211 страници текст, 39 таблици и 70 фигури. Списъкът на цитираната литература включва 347 заглавия, от които – 106 на кирилица и 241 – на латиница.

Дисертационният труд е подготвен чрез докторантура на самостоятелна подготовка (2011 г.) към Институт по Океанология - БАН

Научно жури:

Доц. д-р Снежанка Петрова Мончева (ИО-БАН)

Доц. д-р Петя Павлова Иванова (ИО-БАН-рецензент, Председател на НЖ)

Проф. д.б.н. Мариана Филипова - Маринова
(Природонаучен музей - Варна)

Проф. д.б.н Петър Полдиев Коларов - рецензент

Проф. д.б.н Иван Стоянов Доброволов (ТУ-Варна)

Резервни членове:

Доц.д-р.Валентина Русева Тодорова (ИО-БАН)

Доц.д-р.Цонка Христова Консулова

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 19.03.2012 г. от 11.00 Часа в заседателната зала на ИО- БАН , ул. "Първи Май" 40, гр.Варна

Използвани съкращения:

FAO – Световна организация по храни и селско стопанство;

WWF – Световен фонд за дивата природа;

ЕС – Европейска комисия;

ОРП – Обща рибарска политика;
ИАРА – Изпълнителна агенция по рибарство и аквакултури;
BSC – Черноморска комисия;
ICA – Интегриран анализ на улова;
XSA – Анализ на оцеляването;
LCA – Линейно-кохортен анализ;
ASPIC – био-статистически софтуер;
VMS – Система за мониторинг на риболовните кораби;
MBP - Максимална биологична продукция;
LOA – Обща дължина на риболовния съд;
GT – Бруто тонаж;
GPS – Световна позиционна сателитна система;
GPRS – Световна радио пакетна услуга за предаване на данни чрез GSM;
IRI – Индекс на относителна значимост;
CPUE – Улов на единица усилие ($kg.h^{-1}$);
CPUA - Улов на единица площ ($kg.km^{-2}$);
SLCA - Анализ на размерният състав по Шепърд, Shepard, 1987);
PROJMA T- (Проекционна матрица, Basson et al, 1988);
ELEPHAN - (Метод за електронен размерно честотен анализ, Pauly, 1987) за не сезонно нарастване;
SD – стандартно отклонение;
CI – Интервал на доверителност;
ISF – Индекс на напълненост на стомаха;
SST – температура на водата на повърхността;
GAM – генерализиран адитивен модел;
GLM - Генерализиран линеен модел;
SF - Фактор на селективност;
SR - Размах на селективност;
ЗПА - Закон за рибарство и аквакултури;
MSY - Максимален устойчив улов;
MAY - Максимален среден улов;
ОДУ - Общ допустим улов (ТАС);
TRP- Целеви референтни точки;
LRP – Лимитиращи референтни точки;
YPR – улов на попълване;
a - коефициент от уравнението за връзката размер-тегло;
b функционален коефициент от уравнението за връзката размер-тегло
B - Биомаса;
B₀ - биомаса в началото на експлоатацията (понякога възприеман като *K* – носещ потенциал);
C - Улова в бройки;

f - Риболовно усилие;
 F мигновен коефициент на риболовна смъртност;
 K индивидуално ниво на растежа, в модела на Фон Берталанфи;
 l_c - най-малкия размер напълно представен в пробите;
 L^∞ - асимптотичен размер до които рибите растат;
 M - мигновен коефициента на естествена смъртност;
 R^2 - Статистически коефициент на детерминация;
 R попълване в експлоатационна фаза;
 T - *възрастта* (обикновено измервана в години, но може и в дни при бързо растящи видове);
 t_0 – Теоретичната възраст (t) съответстваща на нулев размер на рибата, според растежната функция на Фон Берталанфи.
 t_c - Средна възраст при първо улавяне;
 $F-F_{now}$ – Моментното състояние на риболовната смъртност;
 F/F_{msy} – Релативна риболовна смъртност;
 B/B_{msy} – Релативна биомаса;
 SSB – Размножителна биомаса;
 Z_{mbp} - Общата смъртност отговаряща на максимална биологична продукция;
 L – Линеен размер;
 N - Улов в бройки;
 N_L - бройки в популацията;
 E – ниво на експлоатация;
 N_m – средно бройки в популацията;
 B_m – експлоатационна биомаса;
 $Y(t)$ – тегло на улова в тона;
 SD – стандартно отклонение;
 ISF – Индекс на напълненост на стомаха;
 SST – температура на водата на повърхността;
 GAM – генерализиран адитивен модел;
 Y/F_{B0} – Релативен улов;
 SSB/SSB_0 – релативна размножителна биомаса;
 R/R_0 – релативно попълване;
 F_B/F_{B0} – релативна риболовна смъртност;
 $TotalB/TotalB_0$ – релативна обща биомаса;
 $L_{25\%}$ - Размерът при които 25% от рибите са задържани (хваната) от трала (селектирани от риболова);
 $L_{50\%}$ - Размерът при които 50% от рибите са задържани (хваната) от трала (селектирани от риболова);
 $L_{75\%}$ - Размерът, при които 75% от рибите са задържани (хваната) от трала (селектирани от риболова);
 Z - Мигновен коефициент на обща смъртност;

T – температура на средата;

W - Индивидуално тегло;

$F_{0.1}$ - Риболовната смъртност, при която наклона на кривата улова на попълване представлява 10% от наклона в началото (също така $F_{0.2}$, $F_{0.x}$ и др.);

F_{max} - Риболовната смъртност максимизираща улова на попълване в динамичния модел като ($F_{max} YPR$); в променливия модел на попълването е равен на F_{MSY} ;

F_{MSY} Риболовната смъртност, която продуцира максималния устойчив улов (MSY);

I. УВОД

Рибарството и аквакултурите са обект на обществено внимание, не само поради факта, че представляват важен източник на препитание и храна, но също и заради нарастващото опасение за състоянието на водните екосистеми. Много от рибните запаси са преексплоатирани, а лабилната природа на ресурсите ги прави трудни за управление. Статистиката показва снижение на реалните улови в Общността с 20%.

През последните няколко десетилетия, Черно море също премина през низ от изпитания. От началото на 70-те години, вследствие на силно антропогенно въздействие, условията в черноморската екосистема рязко се влошиха (Kideys, 2002; Mee et al., 2005). Еутрофикацията рязко промени трофо-динамичните процеси в пелагичната зона, видовия състав, биомасата и числеността на фитопланктона (Daskalov, 2003; Yunev et al., 2009).

Черноморският риболов на България е силно зависим от т.нар. местни видове със споделени запаси – тризоната и калкана. Осъвременяването на знанието за състоянието на запасите на тризоната чрез прилагане на директни методи за оценката им е от съществена значимост при планирането на устойчива стратегия за управление. В България съществува правна рамка относно управлението на риболова, включена в Закон за рибарство и аквакултури (2001). Тази рамка включва конвенционални и рутинни мерки, целящи защита и устойчива репродукция на морските живи ресурси. Съществуващите ограничителни мерки обаче, не са включени в действаща система, осигуряваща т.нар "предпазен подход" при управлението на запасите. Риболовната статистика не предлага адекватна и достоверна информация, съществува голяма липса на данни относно улова на единица усилие. Всички тези факти, изцяло понижават ефективността на управленската система. Действащите форми и инструменти на управление са фокусирани върху т.нар. местни видове, докато за видовете със споделени запаси все още няма установени регулации, с изключение на минимално допустима дължина на тялото.

Наред с непрекъснатото обновяване на научната информация за състоянието на морските рибни ресурси е необходимо регулиране на уловите и риболовното усилие. Регулирането чрез квотен режим е приложимо само при наличие на оценки за биомасата на запасите. За да съдейства относно устойчивото развитие на сектора във всички негови

измерения и за да защити определен запас или група от запаси ЕС използва набор от мерки за опазване. Тези мерки включват:

- Общ допустим улов или квоти (TAC) – с цел ограничаване на максималното количество риба, което може да бъде отнемано от определен запас за даден период от време;
- Технически мерки – такива като големината на окото на мрежата, селективност на риболовните уреди, затворени зони, минимален размер на уловите и ограничения за количествата на при-уловите (*bycatch limits*);
- Ограничение на риболовното усилие – чрез намаляване на броя на риболовните дни на море на риболовните кораби;
- Фиксиране на броя и типа на риболовните кораби оторизирани за риболов.

В допълнение към тези мерки може да се предприемат и такива по икономическо стимулиране за:

- Подмяна на риболовните уреди с по-селективни;
- Намаляване на риболовното усилие;
- Намаляване на икономическия ефект от приложените мерки върху социално-икономическия статус на рибарите (ЕС, 2009).

II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на дисертационния труд е разкриване на закономерностите в разпределението и динамиката на запасите от трикона пред българския бряг на Черно море и представяне на различни алтернативи за тяхното устойчиво управление.

За осъществяване на посочената цел в настоящата разработка си поставихме следните задачи:

1. Определяне на релативните стойности на улова на единица усилие, улов на единица площ и биомасата в изследваните райони и статистическо валидиране на резултатите;
2. Разкриване на закономерностите при разпределението, образуването на временни агрегации и динамиката на популационните параметри на триконата пред българския бряг на Черно море;
3. Анализ на селективността при промяна големината на окото на мрежата за улов на трикона;
4. Апробиране за първи път на методи за определяне на популационните параметри на триконата;
5. Апробиране на алгоритъм базиран на линейния кохортен анализ за аналитично определяне нивата на експлоатация, коефициента на естествена и риболовната смъртност, средната биомаса и вероятния улов от трикона;
6. Разкриване на закономерности от хранителната екология на триконата;

7. Апробиране на генерализирано линейно и адитивно моделиране и корелационни матрици при изследване на зависимости между някои абиотични фактори на средата, хранителната база и популационните параметри на трицоната;
8. Определяне на устойчиви нива на улова. Референтни стойности за експлоатация на трицоната;
9. Разработване на сценарии за прилагане на щадящи режими и оптимални нива на риболовната смъртност чрез използване на съвременни биостатистически програмни продукти;
10. Краткосрочно прогнозиране на параметрите на запасите, в резултат на промяна на различни фактори и статистическо валидиране на резултатите;

III. КРАТКА БИОЛОГИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ТРИЦОНАТА (SPRATTUS SPRATTUS)

В този раздел е направена кратка характеристика на род *Sprattus* и неговите представители в Черно море и Световния океан. Представени са темпа на нарастване, размножаването, възрастовото разпределение, миграциите и храненето на трицоната в Черно море от редица автори.

IV. КРАТКА ФИЗИКО – ГЕОГРАФСКА, ГЕОЛОГИЧНА И ·ХИДРОХИМИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ЧЕРНО МОРЕ

Представена е кратка топографска характеристика на Черно море и неговите хидро-химични и хидрологични особености. Описани са общият обем, водния и солеви баланс, теченията, температурния режим, термохалинната структура на водната маса и йонния състав на черноморските води. Акцент е даден на окислително-възстановителният потенциал и факторите, които го определят: разтворения кислород и сероводорода.

V. РИБОЛОВНА СТАТИСТИКА

Риболовната статистика включва данни, свързани с тенденциите в уловите от трицона както пред българския бряг, така и във водите на останалите черноморски държави през съответните периоди от време. Акцентираща се върху величините на уловите през последните години и т.нар "смяна на режима" на уловите.

VI. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

VI.1. Биология, екология, миграции, хранене, динамика на популационните параметри, динамика на липидите и генетичен мониторинг;

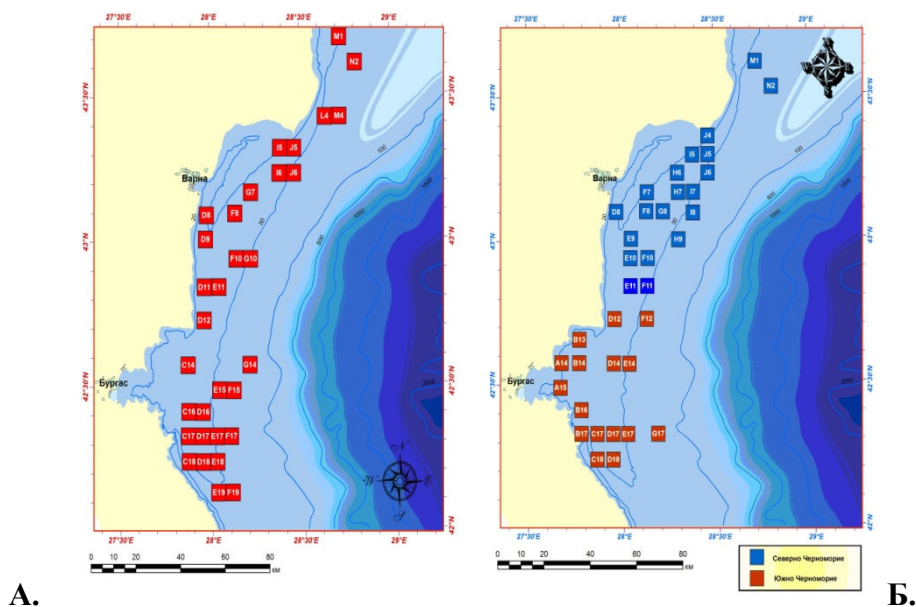
VI.2. Директни и аналитични методи за оценка на числеността; стратегии на управление, референтни стойности на улова, биомасата, попълването на запаса и риболовната смъртност. Управление и режими на риболова.

VII. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

VII.1. МАТЕРИАЛ

Настоящото изследване се извърши в българската част на Черно море ($43^{\circ}37'813''N$ - $28^{\circ}45'648''E$; $42^{\circ}08'082''N$; - $27^{\circ}43'168''E$) с Научноизследователски кораб „Проф.Александър Вълканов“ и Риболовен кораб – „РКЗ“ през пролетния период на 2007-2009г. (фиг.1А,Б).

Изследването стартира през юни, 2007г., по схема съдържаща 32 полета, разположени в различни изобати (Фиг. 1А) покриващи разпределението на трицоната в българския сектор на Черно море. Схемата на тралната снимка през 2008 г бе доразвита, като бяха добавени четири допълнителни полета. Тази схема се запази и през 2009г. (Фиг. 1Б). Някои от полетата на изследването бяха променени, като новите от тях се намираха в същия изследван стратум. Това позволи извършването на сравнителния анализ през изследвания период.



Фигура 1. Полета от „трална снимка“ Юни 2007г (А) и Май 2008-2009г. (Б).

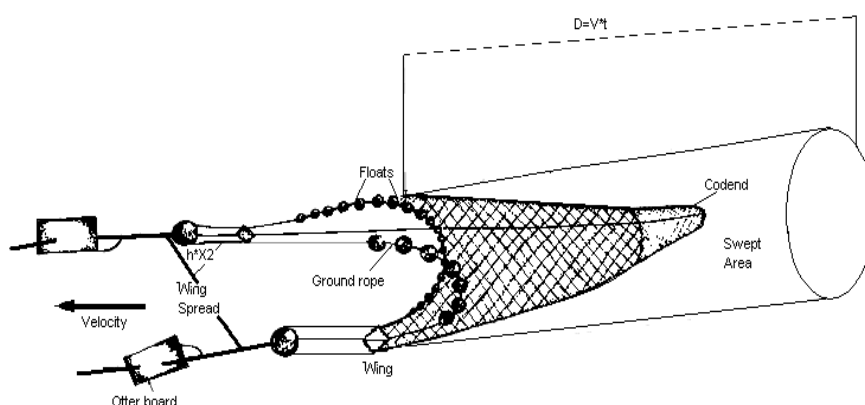
Общият брой обработени екземпляри от трицона от изследователските рейсове (2007-2009г) бе 29960. Пробите от комерсиалния улов от риболовни кораби от северния район (гр. Варна, гр. Балчик, гр. Шабла) и предимно от южния район (Маслен нос, гр. Созопол, гр. Несебър, гр. Царево) бяха събирани директно от борда на корабите (РК 26, РКЗ, РК „Русано“; РК „Данчовото Георги“). Общия брой на обработените индивиди трицона от риболовни траулери и даляни бе 24335 екземпляра.

Изследването върху храната на тризоната пред българския бряг се основава на анализ на стомашното съдържимо на 130 екз.(2007г),124 екз. (2008г) и 124 екз. (2009г). Зоопланктонните проби от средата бяха, както следва: 13 (2007г),15(2008г) и 10 (2009г.)

VII.2. МЕТОД ЗА ДИРЕКТНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЧИСЛЕНОСТТА И БИОМАСАТА

Приложена беше методика за стратифицирано пробонабиране (Sparre et al, 1989; Gulland, 1966, Sparre&Venema, 1998), т.нар. "Метод на площите (*swept area method*)".

Този метод се основава на тралиране с пелагичен трал в неговия придънен вариант (Фиг.2), преминаващ през определена площ (*swept area*). Широко използван директен метод за определяне на биомасата на видове с придънно разпределение.



Фигура 2. Схема на трала, използван в изследването по метода на площите.

VII.3. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОПУЛАЦИОННИТЕ ПАРАМЕТРИ

Пробите се събираха в съответствие с изискванията на вариационната статистика, от значителни по количество улови, и най-малко 200 екземпляра във всяка проба. Те представляват произволна извадка от общия улов без какъвто и да е подбор. Възрастта на тризоната бе определена по отолити посредством бинокулярен микроскоп с увеличение 10X на отразена светлина. За установяване характера на линейното и тегловно нарастване на тризоната, се използват уравненията на von Bertalanffy (1938) в (Sparre et al., 1989; Hilborn & Waters, 1992):

$$(I) L_t = L_{\infty} \left\{ 1 - \exp[-k(t - t_0)] \right\}$$

Където: L_t е дължината на рибите на възраст t години; L_{∞} - асимптотичен размер, k – параметър отразяващ скоростта на нарастването, t_0 - параметър на началното състояние.

Зависимостта между дължината и теглото на рибите по възрасти се определя по следното уравнение:

$$(2) \quad W_t = qL_t^n$$

Където: q – параметър, нар. “Фактор на състоянието”; n – параметър.

Кондиционен фактор (с.ф) на Фултън (Ricker, 1975)

$$(3) \quad K = \frac{W}{L^3} * 1000$$

Където: W – тегло в кг.; L – дължина в см.

VII.4. МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЕЛЕКТИВНОСТТА НА ТРАЛ ЗА УЛОВ НА ТРИЦОНА

Измерванията за линейния размер бяха използвани за оценка на следните биологични параметри:

- (a) L_{50} , L_{25} and L_{75} размерът, при които 50%, 25% и 75% от индивидите навлезли в риболовния уред, са задържани в него;
- (b) Фактор на селективност;
- (c) Размах на селективността

Размерната селективност на торбата на трала се определя от връзката между вероятността p , на рибата, навлизаща в торбата и нейния размер l (Holden, 1971).

VII.5. ОТНОСИТЕЛНИ УЛОВ НА ЗА ПОПЪЛВАНЕ И БИОМАСА ЗА ПОПЪЛВАНЕ; ОПТИМАЛНА СТОЙНОСТ НА РИБОЛОВНАТА СМЪРТНОСТ (F_{OPT})

$$(4) \quad \frac{Y'}{R} = EU^{M/K} \left\{ 1 - \frac{3U}{(1+m)} \right\} + \frac{3U^2}{(1+2m)} - \frac{U^3}{(1+3m)} \quad m - \text{съотношение между скоростта на растежа и общата смъртност:}$$

$$m = (1 - E)/(M / K) = (K / Z)$$

$$U = 1 - (L_c / L_{\infty}) \quad \text{Където,}$$

$$(B' / R)_i = (1 - E)A / B$$

Където,

$$(5) \quad A = \left\{ 1 - \frac{3U}{(1+m)} + \frac{3U^2}{(1+2m)} - \frac{U^3}{(1+3m)} \right\}$$

$$(6) \quad B = \left\{ 1 - \frac{3U}{1+m'} + \frac{3U^2}{(1+2m')} - \frac{U^3}{1+3m'} \right\} \text{ и където,}$$

$$m' = 1/(M/K) = m/(1-E)$$

Оптимална стойност на риболовната смъртност (F_{opt}),

$$(7) \quad YPR = \int_{t_0}^{\infty} F * e^{-(F+m)t} W(t) dt$$

$$\text{където, } w_t = \alpha L_{\infty}^{\beta} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta}$$

t_0, k - параметри от уравнението на Фон Берталанфи

α, β – параметри от уравнението за връзката между размер и тегло

Приемаме, че: $R = R_0$, или попълването през съответната година е постоянно равно на 100 милиарда индивида. За определяне на нивата на рационална експлоатация на съответния вид, с цел поддържане на възпроизводството и устойчивото му нарастване и стабилна възрастова структура се използват различни стратегии :

$$(8) \quad Y/R = Y' W_{\infty} \exp M (t_r - t_0) = Y' \frac{W_{\infty}}{(1 - \frac{L_t}{L_{\infty}})^{M/k}}$$

където L_t – дължината на рибите на възраст t -години

$F_{0.1}$ – където наклонът на кривата е 10% от тази при $F=0$

$$\text{като, } F_{0.1} < F_{0.x} < F_{\max}^{YPR} \text{ и } F_{0.3} < F_{0.2} < F_{0.3}$$

Средният размер на запасите на изследваните видове риби през даден период от време е изчисляван с помоща на кохортния анализ по средния размерен състав на уловите (Jones, 1981).

VII.6. ГЕНЕРАЛИЗИРАН АДТИВЕН МОДЕЛ (GAM). КОРЕЛАЦИОННИ МАТРИЦИ.

Непараметрична регресионна техника (*Генерализиран Адитивен Модел, GAM*) се използва за моделиране на параметрите на запаса, абиотични фактори на средата и мезозоопланктона в стомасите и в средата. За представяне и визуализация на данните се прилагат *box-plot* диаграми. За едновременен анализ на зависимостите между няколко двойки променливи се прилага *scatterplot* и хистограмна матрица - *pairplot*.

VII. 7. МЕТОД ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ИНДЕКСИ ПРИ ХРАНЕНОТО НА ТРИЦОНАТА

При лабораторни условия се измерва абсолютната дължина (TL , с точност до 0.1 cm) и теглото (точност до 0.01 g) на 7 - 10 случайно избрани екземпляри трицона от всяка проба. Стомасите на изследваните организми се претеглят с аналитична везна (точност до 0.0001 g). Хранителната маса на всеки отделен индивид се изчислява като разлика между теглата на пълно и празно стомахче на трицоната.

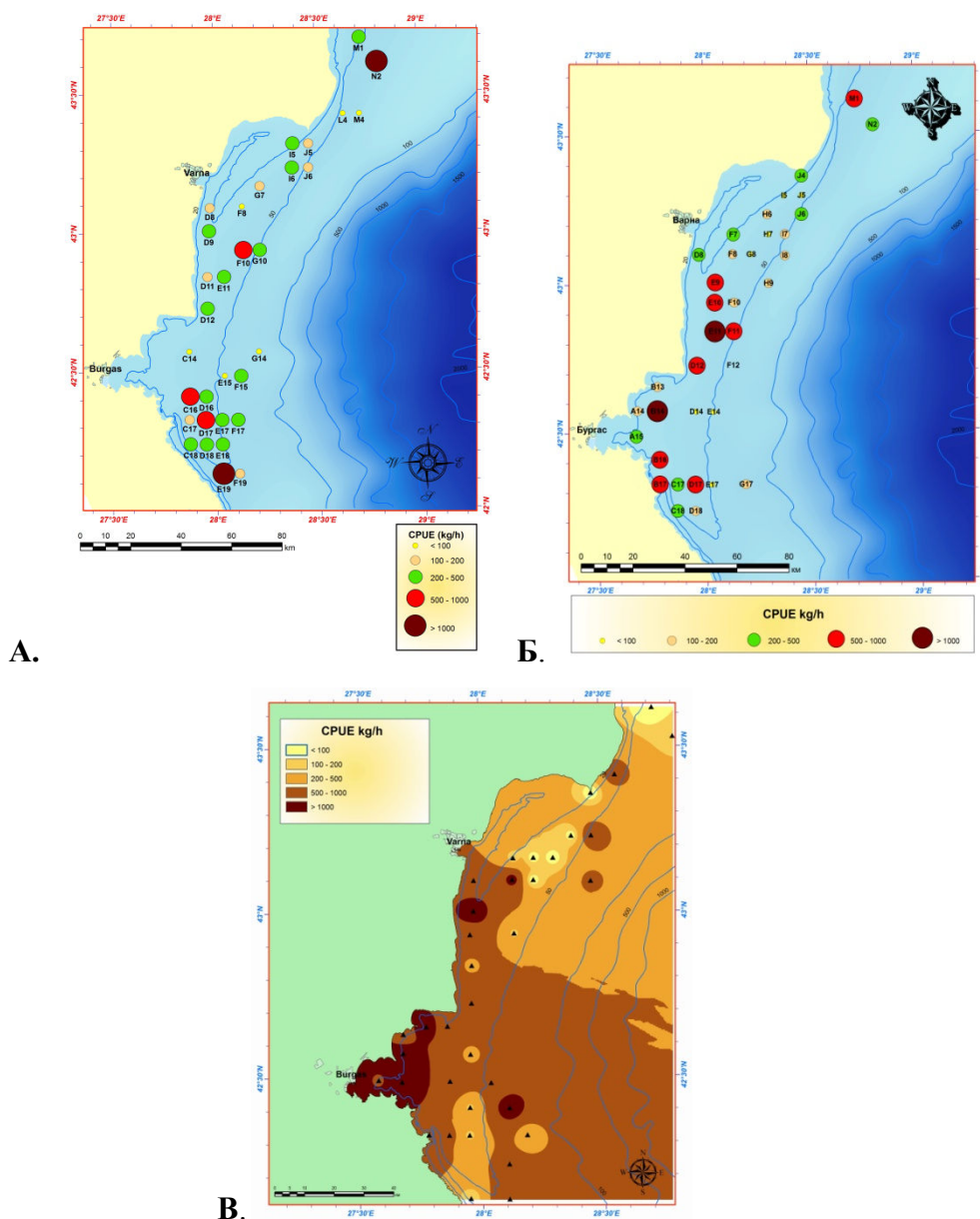
Определят се следните индекси: 1. Индекс на напълненост на стомахчетата (ISF), като процент от масата на тялото: (Тегло на стомашното съдържимо/Тегло на тялото на рибата)*100; 2. Индекс на относителна значимост (IRI , Pinkas *et al.*, 1971): $IRI = (N + M)*FO$, където N – пропорцията на таксона (вида) на жертвата в храната по численост; M – пропорцията на таксона (вида) на жертвата в храната по биомаса; а FO – честота на срещаемост на таксона (вида).

VII.8. ЗООПЛАНКТОН В СРЕДАТА

Зоопланктонните проби се събират от повърхностния хоризонт с планктонна мрежа с диаметър на входното отворстие $d = 36$ cm и газ с апретура 150 μm , и се фиксират на борда на кораба с 4% разтвор формалин : морска вода (Korshenko & Aleksandrov, in prep.). Видовият състав на зоопланктона се определя по определители за Черно и Азовско море (Мордухай-Болтовски и съавтори, 1968 г), а количеството – по методика на Димов (1959 г).

VIII. ДИНАМИКА НА УЛОВА НА ЕДИНИЦА УСИЛИЕ И НА ЕДИНИЦА ПЛОЩ. СТАТИСТИЧЕСКО ВАЛИДИРАНЕ.

Уловът на единица усилие $CPUE$ варираше от 1 до 1333.33 $kg.h^{-1}$ (2007г.) Най-високи стойности се наблюдаваха пред нос Калиакра (стратум 30-50 m) и в южно направление от нос Калиакра на дълбочина 50-75 m и 75-100 m и пред гр.Царево ($CPUE = 1313.4 kg.h^{-1}$).



Фигура 3. $CPUE\ kg.h^{-1}$ по полета А. 2007г; Б. 2008 г; В. 2009г.

През изследването от 2008г $CPUE\ kg.h^{-1}$ в северната част показва преобладаващи нива между $100-200\ kg.h^{-1}$ с връх на полигон **M1** близо до румънската граница. В изследваните полета около от нос Калиакра, пред Варненски залив и в местността „Паша дере“ се наблюдаваха стойности на $CPUE\ kg.h^{-1}$ между $200-500\ kg.h^{-1}$. През 2009г в поле **A15** (пред Черноморец) на дълбочина 30-50 m уловът на единица усилие в кг. на час показва най-голяма стойност - $2200\ kg.h^{-1}$, а в поле **D9** (пред устието на река Камчия) $1500\ kg.h^{-1}$ източно от Созопол (75-100 m) поле **F16**, $CPUE$ възлезе на $1440\ kg.h^{-1}$. Еднофакторен дисперсионен анализ (ANOVA, табл. 1) бе използван за сравнение на средните стойности на трите независими извадки (улова на единица усилие, $CPUE\ kg.h^{-1}$).

Таблица 1. Еднофакторен анализ ANOVA, $CPUE\ kg.h^{-1}$, юни 2007 г.

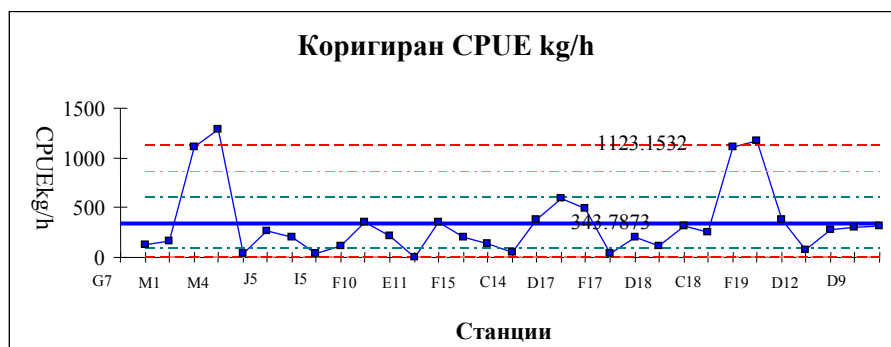
Дълбочинен		Брой	Сума	Средни	Вариация
диапазон					
30-50m		16	56766.45964	3547.903728	14840340.09
50-75m		11	68350.03552	6213.639593	20550068.16
75-100m		5	11269.152	2253.8304	3109203.64

Таблица 2. Статистическо валидиране, $CPUE\ kg.h^{-1}$, юни 2007г. ($F < F_{crit}$; $P > 0.01$).

Източник на вариация	SS	df	MS	Ftest	P-value	F crit
Между групите	70220529.51	2	35110264.75	2.311235471	0.117122782	3.327654499
Вътре в групите	440542597.6	29	15191124.06			
Общо	510763127.1	31				

Легенда: SS – обща сума на квадратите на отклоненията; df – степени на свобода; MS – очаквани средни квадрати (оценена дисперсия); $Ftest$ – статистическа процедура за проверка на нулевата хипотеза или отношение на оценките на дисперсия MS между групите и вътре в групите; $Fcrit$ – горна критична стойност при определена степен на свобода и интервал на вероятност.

Според резултатите от статистическия анализ не можем да отхвърлим нулевата хипотеза, ($F < F_{crit}$; $P > 0.01$), т.е. разликата между средните стойности не е значителна. Статистическият анализ след прилагане на теста за стабилност, показва средна стойност на $CPUE$ от $344\ kg.h^{-1}$ (Фиг.4).



Фигура 4. Анализ на $CPUE\ kg.h^{-1}$, юни, 2007г. Корекция на контролните граници.

На таблица 3 е представен статистическия анализ на улова на единица площ от изследването през 2008г.

Таблица 3. Еднофакторен анализ ANOVA, $CPUE\ kg.h^{-1}$, май, 2008г.

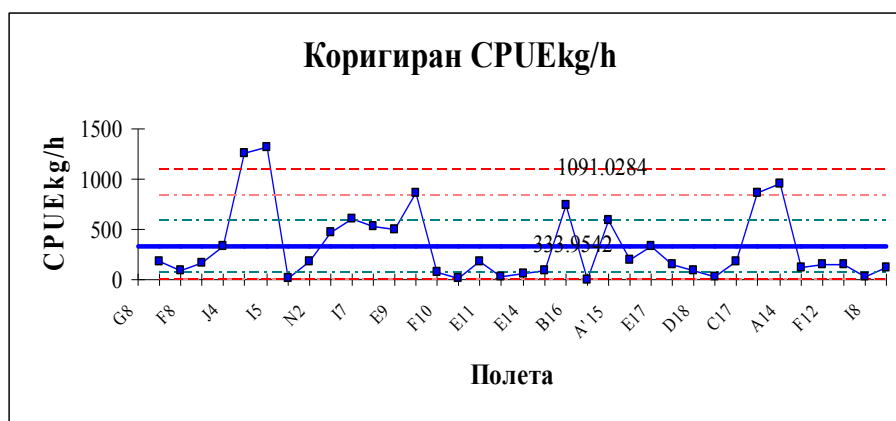
Дълбочинен		Брой полета	Сума	Средна	Вариация
диапазон					
30-50		16	1E+05	8059.440353	40654469.21
50-75		10	27483	2748.328211	14029501.49
75-100		10	28535	2853.464031	13697875.06

Таблица 4. Статистическо валидиране, $CPUE\ kg.h^{-1}$, май 2008 г. ($F > F_{crit}$; $P \geq 0.01$).

Източник на вариация	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Между групите	24585337.3	2	12292668.2	4.72044842	0.01574103	3.28491761
Вътре в групата	85936342.1	33	2604135.97			
Общо	1105216805	35				

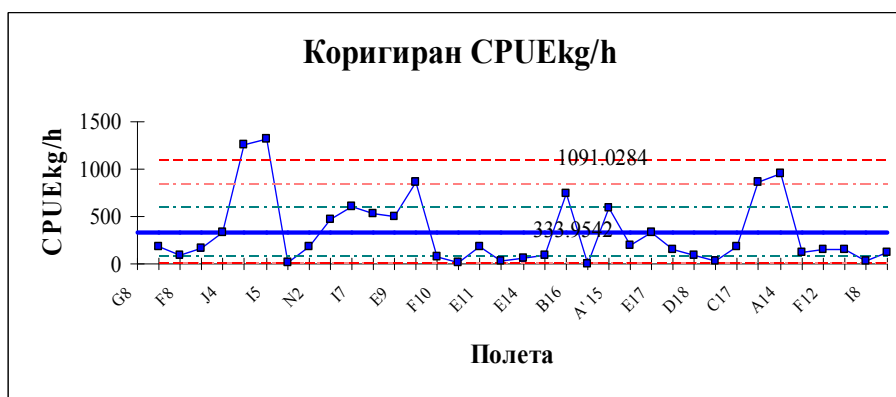
Статистическият анализ на улова на единица усилие ($CPUE\ kg.h^{-1}$) показва, че нулевата хипотеза за еднаквостта на променливите може да бъде отхвърлена или разликата между средните стойности на улова на единица площ е съществена ($F > F_{crit}$).

Коригираният $CPUE\ kg.h^{-1}$ показва средна стойност от $333.95\ kg.h^{-1}$:



Фигура 5. Анализ на $CPUE\ kg.h^{-1}$, юни, 2008г.Корекция на контролните граници.

Средната стойност, според коригирания $CPUE$ бе $334\ kg.h^{-1}$ от изследването през 2009г.



Фигура 6. Коригиран улов на единица усилие $CPUE\ kg.h^{-1}$, 2009 г.

На Таблица 5 са показани средните стойности на $CPUE\ kg.h^{-1}$ и вариациите около средната. Вариацията, заедно със стандартното отклонение представляват дисперсията на данните около средната аритметична (Табл. 5).

Таблица 5. Еднофакторен анализ ANOVA, $CPUE\ kg.km^{-2}$, май, 2009г.

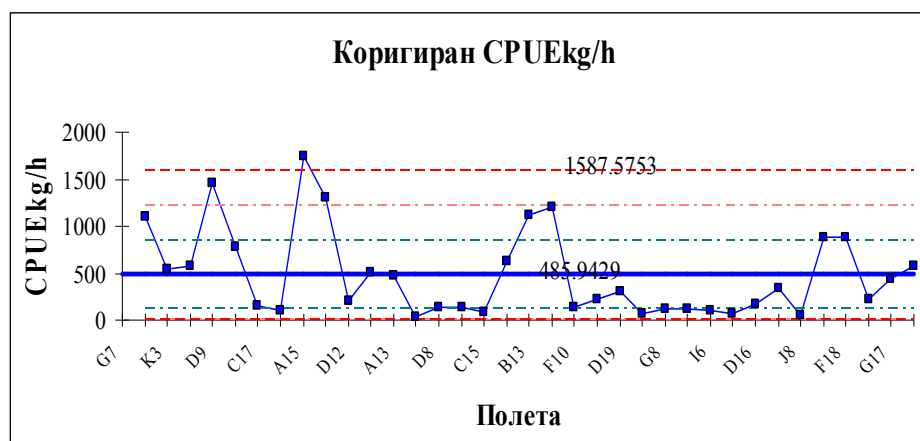
Дълбочинен				
диапазон	Полета	Сума	Средно	Вариация
30-50	19	14924	785.47	268701.26
50-75	9	1218	135.33	14816
75-100	8	5260	657.50	154770

Таблица 6. Статистическо валидиране, $CPUE\ kg.h^{-1}$, май, 2009 г ($F > F_{crit}$; $P < 0.01$).

Източник на вариация	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Между групите	2622206.263	2	1311103.132	7.16504289	0.00260444	3.28491765
Вътре в групата	6038540.737	33	182986.0829			
Общо	8660747	35				

Статистическият анализ на улова на единица усилие ($CPUE\ kg.h^{-1}$) показва, че нулевата хипотеза за еднаквостта на променливите може да бъде отхвърлена или разликата между средните стойности на улова на единица площ е съществена ($F > F_{crit}$).

Средната стойност, според коригирания $CPUE\ kg.h^{-1}$ бе $485\ kg.h^{-1}$ (фиг.7).



Фигура 7. Коригиран улов на единица усилие $CPUE\ kg.h^{-1}$, 2009 г.

За екстраполираната площ от $7071.54\ km^2$ (113 полета), моментното състояние на биомасата пред българския бряг, през юни 2007г. бе $29\ 189.864\ t$.

Таблица 7. Средни стойности на улова на единица площ, биомаса по стратуми, екстраполирана за цялата площ пред българския бряг на Черно море (юни, 2007 г).

Стратуми (m)	CPUA kg/km ² средно	Биомаса (kg)	Площ (km ²)	Брой на полета за екстраполация
30-50	3547.903	6438805	1814.82	29
50-75	6213.6	17109272	2753.52	44
75-100	2253.83	5641787	2503.2	40
Общо		29189.864	7071.54	113

Общата биомаса в цялата изследвана акватория през 2008 г. беше 32 718.246 t . Сравнявана с изследванията от 2007 г. година, експлоатационната биомаса се е увеличила с 10.81%.

Таблица 8. Средни стойности на улова на единица площ, биомаса по стратуми, екстраполирана за цялата площ пред българския бряг на Черно море (май, 2008 г.).

Стратуми (m)	CPUA kg/km ² средно	Биомаса (kg)	Площ (km ²)	Брой на полета за екстраполация
30-50	7524.026	13654.754	1814.82	29
50-75	4329.259	11920.701	2753.52	44
75-100	2853.464	7142.791	2503.2	40
общо		32 718.25	7071.54	113

Моментното състояние на биомасата в изследваните стратуми през 2009 г, възлезе на 41 761.398 t (Табл. 9).

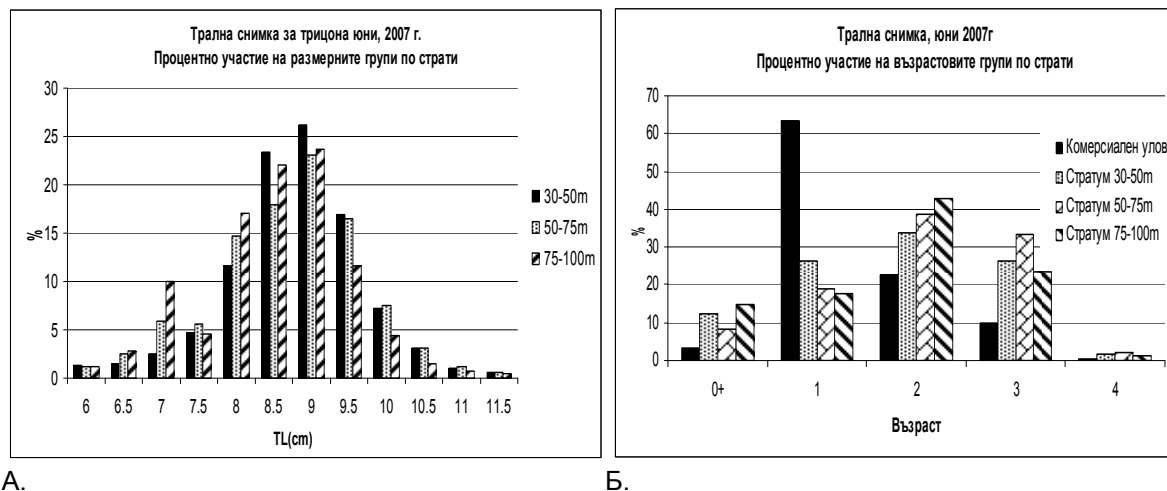
Таблица 9. Биомаса на тризоната пред българския бряг, май 2009г.

Стратуми (m)	CPUA kg/km ² средно	Биомаса (kg)	Площ (km ²)	Брой на полета за екстраполация
30-50	9696.306	17597.05	1814.8	29
50-75	1593.405	4387.473	2753.5	44
75-100	7900.637	19776.88	2503.2	40
		41761.4	7071.5	

IX. ДИНАМИКА НА ПОПУЛАЦИОННИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ТРИЦОНАТА

В стратум I (30-50 m) се наблюдава двумодално разпределение (8.5 и 9.0 cm), Прави впечатление високото участие на размерен клас 7.0 cm в стратум III. Добре представени в трите стратуми са размерните класове 8.0 и 9.5 cm през 2007 г.

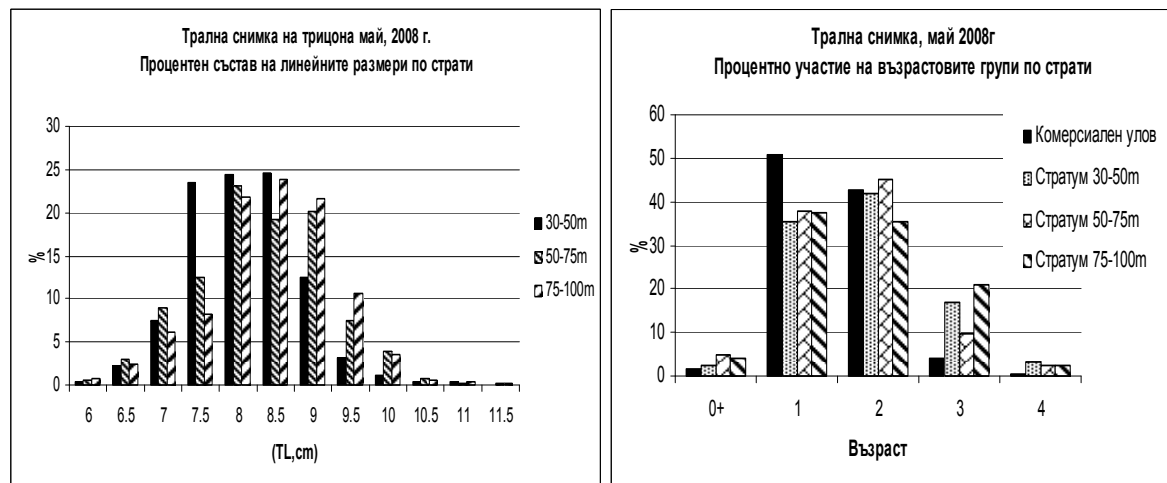
Сравнителният анализ с възрастовата структура на уловите от стопанския риболов извършван с кораби тип „Балтик”, главно в района пред гр. Созопол, с. Равда, гр. Несебър и нос Емине (фиг. 8). В тези улови преобладават 1-1+ год. следвани от 2-2+ год. 3-3+ и 4-4+ присъстват с малък процент. Попълването (0+) бе представено с 3.3%. Откроява се доминираща роля на 2-2+ (Фиг.8). 3-3+год. бележат пик в стартум II (50-75 m), а 4-4+ годишните бяха най-слабо представени с максимум в стратум 50-75 m.



А.

Б.

Фигура 8. А.Хистограми на процентното участие на размерните групи (TL, cm) по страти, трална снимка юни, 2007 г. Б. Процентно участие на възрастовите групи по страти от изследването и от комерсиалния трицоноулов, 2007 г. През изследвания период (май, 2008г.) в съответните страти наблюдаваме добре изразен три модален характер на размерното разпределение (Фиг. 9,А).



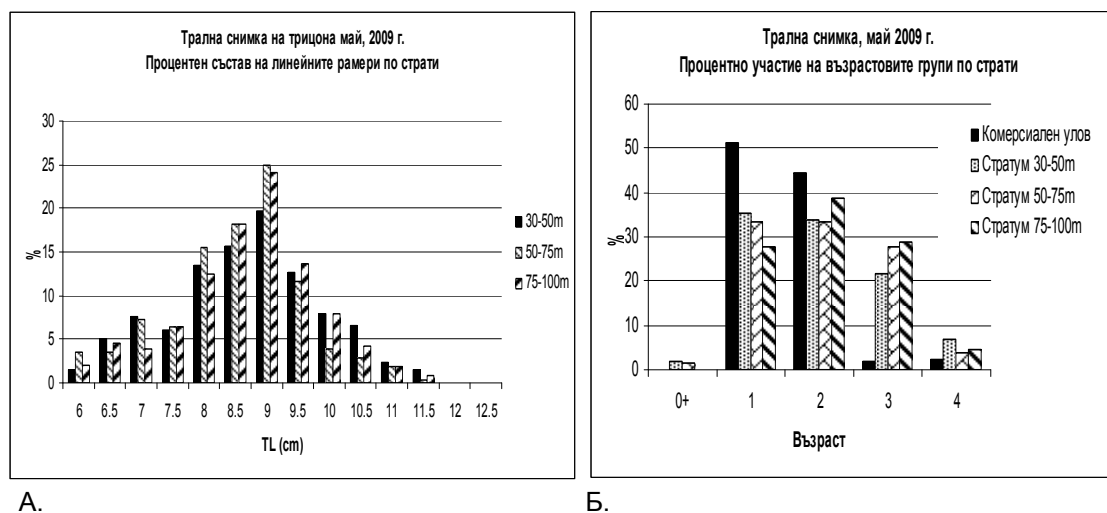
А.

Б.

Фигура 9. А. Хистограми на процентното участие на размерните групи (TL,cm) по страти. Б. Процентно участие на възрастовите групи по страти от изследването и от комерсиалния трицоноулов, май 2008.

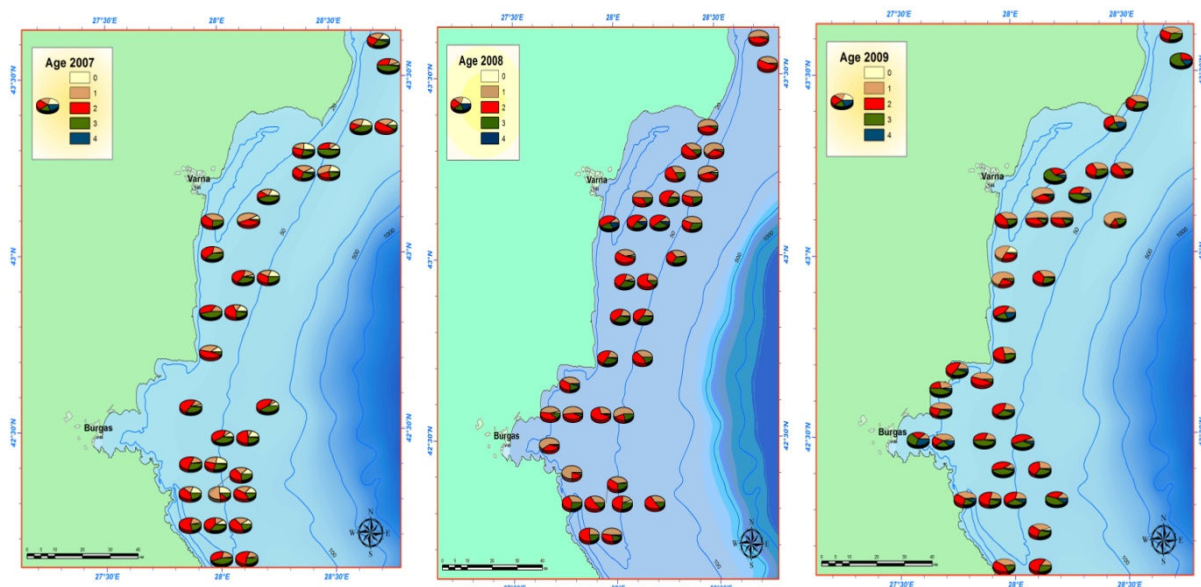
Попълването (0+ год.) присъстваше в уловите от комерсиалния риболов и в експерименталните тралирания с ниски проценти (Фиг.9,Б). Прави впечатление високият процент на 1-1+ годишните от риболовните кораби. Във всички изследвани дълбочинни полоси, както и в уловите на риболовни кораби, процентът на 2-2+ бе най-висок. Три и четири годишните имаха подчинено присъствие в уловите (фиг.9,Б).

Тралната снимка от май, 2009 г. показва наличие на един модален клас (9.0 cm) и в трите изследвани стратума (Фиг. 10,А). Прави впечатление присъствието, макар и с малък процент на размерни класове 12.0 и 12.5 cm, нерегистрирани в предишните две трални снимки.



Фигура 10. А. Хистограми на процентното участие на размерните групи (TL, cm) по страти. Б. Процентно участие на възрастовите групи по страти и от комерсиалния трицоноулов (май 2009г.).

В уловите от комерсиалния риболов през м.май 2009 г. няма регистрирано попълване - 0 + годишни екземпляри. Има два модални максимума на 1-1+ и 2-2+ годишните индивиди. Попълването се появява в стратум 30-50m, регистрираме го в стратум 50-75 m и в стратум 75-100 m. 3-3+ и 4-4+ годишните в уловите от риболовни кораби са с много нисък процент: Двегодишните имаха близки значения на процентното си присъствие. Интересен е фактът, че тригодишните индивиди също имат своите максимуми в трите стратума. Обратно, в уловите от комерсиалния риболов 3-3+ годишните имат символично присъствие. Старшите възрастови групи (4-4+год.) бележат пик в стратум 30-50m, докато в останалите стратуми и в комерсиалните улови този процент е нисък (Фиг. 10,Б).



А.

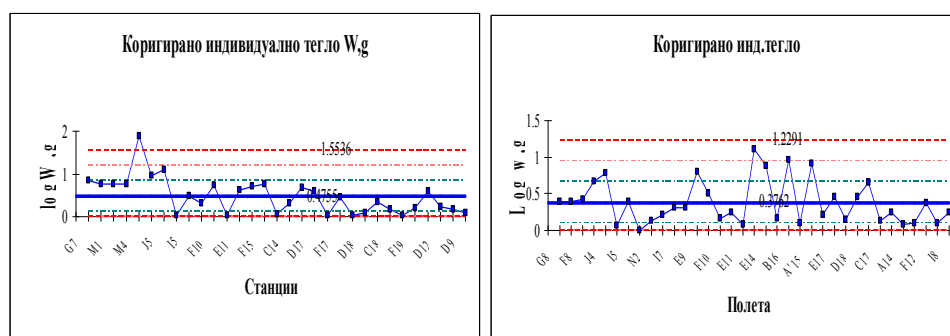
Б.

В.

Фигура 11. Възрастово разпределение на трицоната в изследваните полета А. 2007 г; Б. 2008 г; В. 2009 г.

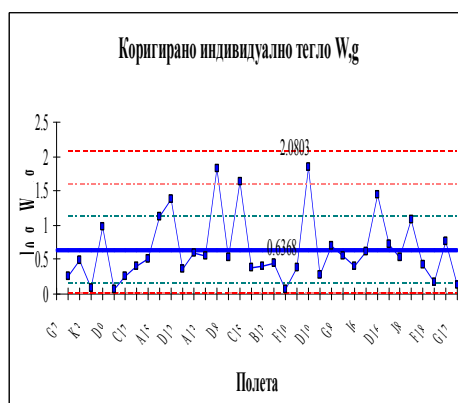
IX.1. Средно индивидуално тегло (w, g)

Средната стойност на индивидуалното тегло в изследваните полета през юни 2007 г. бе 3.97g, $\log W = 0.47$ (фиг. 12 А).



А.

Б.



В.

Фигура 12. Индивидуално тегло (w, g); А. 2007г; Б. 2008г. В. 2009.

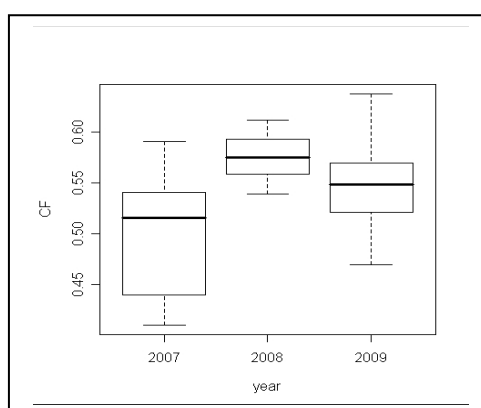
Във всички наблюдавани случай нарастването на тризоната е алометрично ($n \neq 3$), като в стратуми 50-75m ($n = 2.9576$) и 75-100m ($n = 2.9973$) през 2008г коефициентът на алометрия доближава стойност 3, показател за изометрично нарастване (Табл. 10).

Таблица 10. Връзка между размера и теглото при тризоната по страти 2007-2009г.

Стратум	2007г.	2008г.	2009г.
30-50m	$W_t = 0.009 * L^{2.7992}$	$W_t = 0.0042 * L^{3.1447}$	$W_t = 0.0075 * L^{2.8504}$
50-75m	$W_t = 0.0179 * L^{2.5064}$	$W_t = 0.006 * L^{2.9973}$	$W_t = 0.0076 * L^{2.8609}$
75-100m	$W_t = 0.0181 * L^{2.4534}$	$W_t = 0.0066 * L^{2.9576}$	$W_t = 0.009 * L^{2.7497}$
30-100m	$W_t = 0.08 * L^{2.7818}$	$W_t = 0.08 * L^{2.988}$	$W_t = 0.0096 * L^{2.8534}$

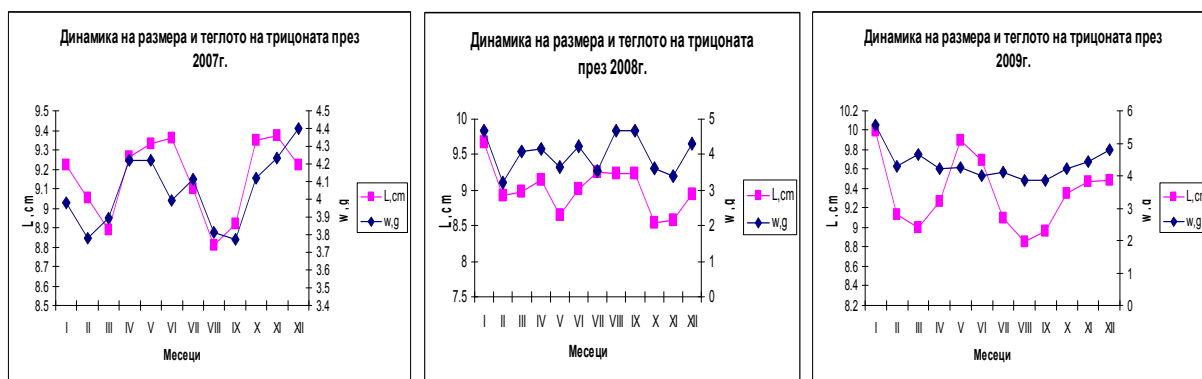
IX.2 Кондиционен фактор

Средните стойности на кондиционния фактор по страти през 2007 г варират в тесни граници (0.530-0.590). През май, 2008-2009г, отново най-висока кондиция бе установена в стратум 50-75 m (Фиг. 13). Размахът на стойностите на кондиционния фактор през 2008 г бе най-малък (Фиг. 13).



Фигура 13. *Box-plot*. Кондиционен фактор на тризоната от тралните снимки по страти: юни, 2007г; май, 2008г; май-юни 2009г; Медиана на кондиционния фактор и размах на стойностите (25-75%) за 2007-2009г.

Динамиката на линейните размери и индивидуалното тегло на тризоната от риболовните кораби за 2007-2009 г са представени на Фиг. 14.



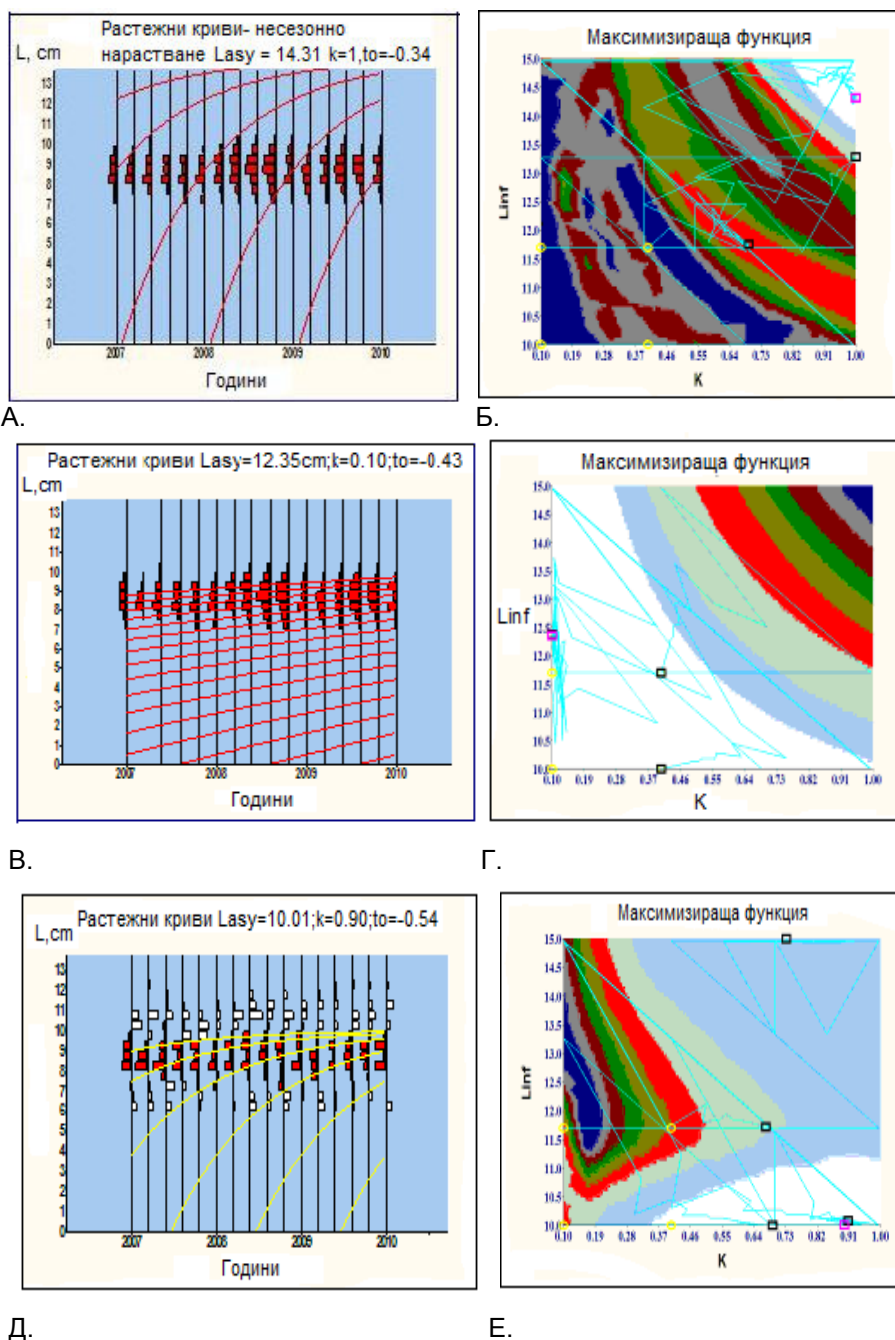
А. Б. В.
 Фигура 14. Динамика на размерите и теглото на трицоната по материали от риболовни кораби
 А. 2007 г; Б. 2008 г. В. 2009 г.

IX.3. Растежни криви и асимптотичен размер. Глобални максимуми.

Растежните криви, описани чрез метода за нелинейно нарастване *SLCA* и числена максимизация на параметрите L^∞ и k (Фиг.15 А, Б) показва високо ниво на растежа $k = 1 \text{ y}^{-1}$, съответстващ на максимален теоретичен максимум от 14.32 cm. Корелацията между асимптотичния размер и нивото на растежа е негативна, т.е. с увеличаването на максималния теоретичен размер, скоростта на растежа би трябвало да намалява и обратно. Максимизиращата функция показва „глобален максимум“ от 14.31 cm. Изхождайки от нашите данни и биологията на вида, е малко вероятно екземпляри от трицона да достигнат подобни максимуми.

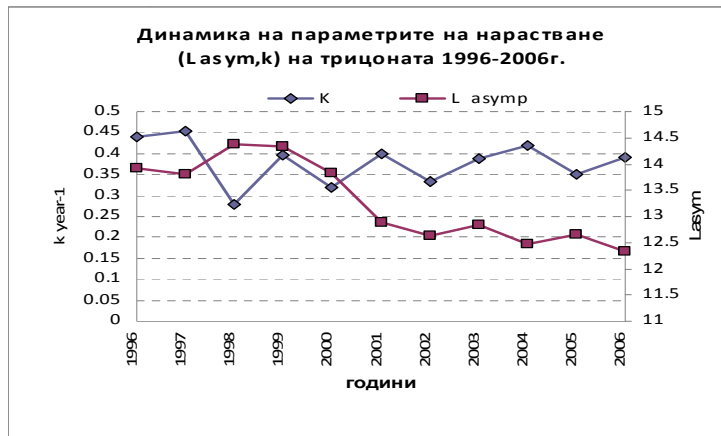
На Фиг.15 В,Г са изобразени растежните криви според метода *PROJMAT* за нелинейно нарастване на трицоната. Резултатите за максималния размер $L^\infty = 12.35 \text{ cm}$ и $k = 0.1 \text{ y}^{-1}$ и локалните максимуми бяха локализирани в един по-широк диапазон на максимизиращата функция.

В търсене на биологическия смисъл при анализа на резултатите (Фиг. 15 Д, Е), елиминираме минималната стойност на $L^\infty = 10.01 \text{ cm}$, получена след прилагане на методът *ELEPHAN*. Стойността на максималния допустим размер $L^\infty = 14.31 \text{ cm}$, определена по методът *SLCA* и $L^\infty = 12.35 \text{ cm}$, получена по метода *PROJMAT*, усреднихме и за асимптотичния размер получаваме $L^\infty = 13.33 \text{ cm}$. За скоростта на растежа резултатите варират между 0.1 и 1.00 затова избрахме средна стойност от 0.5 y^{-1} . Средният размер на пренаталния коефициент е $t_0 = -0.7$.



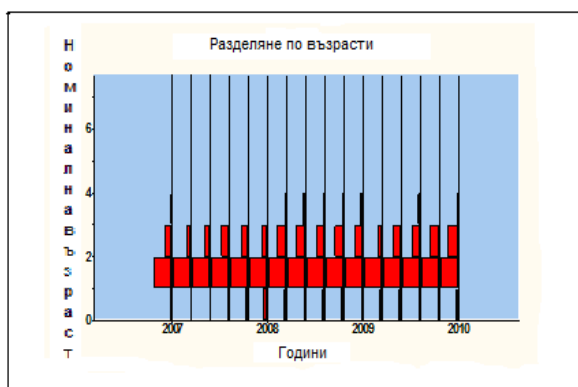
Фигура 15. А. Анализ на размерният състав и растежни криви по *SLCA* Shepherd (1987a); *PROJMAT* (Basson et al, 1988); *ELEPHAN* (Pauly, 1987); Б. Числена максимизация за намиране на локалните максимуми на L^∞ и k .

Динамиката на параметрите на растежа са илюстрирани на Фиг. 16. За периода 1996-1999г наблюдаваме сравнително високи стойности на асимптотичният размер. След 2000г тенденцията е към намаляване на теоретично-максималните размери, като скоростта на растежа се запази висока. Средната стойност на $L^\infty = 13.33$ cm за периода 2007-2009г съответства на стойностите регистрирани през 2001г ($L^\infty = 12.9$ cm). Скоростта на растежа (k) за 1996-2006г варира в границите 0.27-0.46, докато осреднената стойност от настоящето изследване (2007-2009г) бе $k = 0.5 \text{ y}^{-1}$.

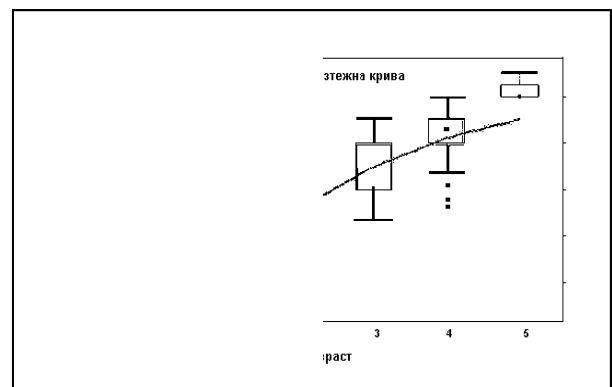


Фигура. 16. Динамика на параметрите на не-сезонното нарастване (по von Bertalanffy, 1938) на трицоната за 1996-2006г.

Линейните честоти могат да бъдат преобразувани във възрастови разпределения, чрез т.нар метод на разпределение по възрасти.



А.



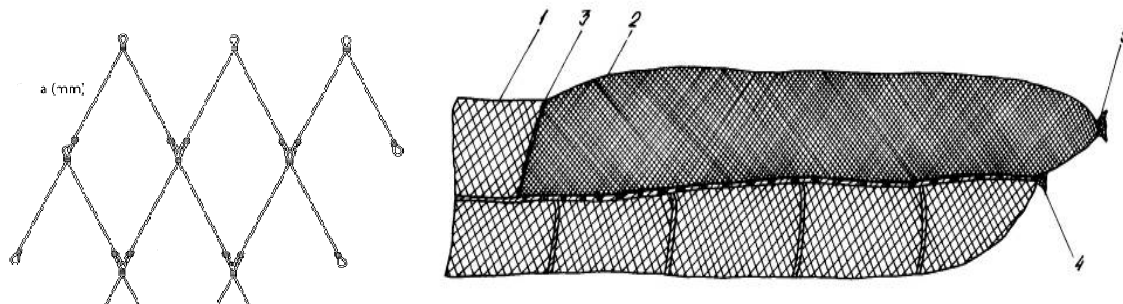
Б.

Фигура 17. А. Графично представяне на метод за „разделяне по възрасти“ (*Age slicing method*). Б. *Box-Whisker* диаграма за разпределение на размерните честоти (*log* трансформирани) спрямо възрастта на трицоната.

Разпределението на данните за размерните честоти спрямо съответните възрасти на трицоната от уловите с риболовни кораби за периода 2007-2009г бе представено като *Box-Whisker* диаграма. С най-голяма дисперсия около медианата е възрастова група 2-2+, която съответства на най-широк диапазон от размерни честоти (Фиг.17 А, Б).

Х. СЕЛЕКТИВНОСТ НА ТРАЛА

Изследването на промяната в селективността на трала се базира на изчисления при съответната промяна в размера на страната на „окото“ (Фиг. 18, А).



А.

Б.

Фигура 18. А. "Око на мрежата" на торбата; Б. схема на главната торба на трала: 1 – главна торба 2 – престилка; 3 – съединение, 4 - връв на главната торба 5 - връзка за външната торба на трала.

Използвайки модела на Трещев (1974), бе направена разработка за конструкция на допълнителна торба на трала с цел експериментално изследване на промяната в селективността (Фиг.18,Б).

Представени са възможностите за задържане на индивиди от трикона от мрежа с големина на окото $a = 8\text{ mm}$; 7.5 mm и 6.5 mm (Табл. 11), с цел да се проследи промяната във вероятността за задържане на индивиди при промяна на големината на „окото“ на мрежата.

Таблица 11. Възможности за задържане на индивиди от трикона при „торба“ на трал (*mid-water otter trawl*) с различна големина на окото; Фактор на селективност (SF) и Размах на селективност (SR).

Размер на окото	селективност	8.00 mm	селективност	7.5 mm	селективност	6.5 mm
Вероятност за задържане	$L_{25\%}$	6.2 cm	$L_{25\%}$	5.4 cm	$L_{25\%}$	5.2 cm
	$L_{50\%}$	7.0 cm	$L_{50\%}$	6.2 cm	$L_{50\%}$	5.7 cm
	$L_{75\%}$	7.8 cm	$L_{75\%}$	7.0 cm	$L_{75\%}$	6.2 cm
	SF	4.4		4.13		4.77
	SR	1.6		1.6		1

XI. ЛИНЕЙНО - КОХОРТЕН АНАЛИЗ

Изчисленията за експлоатационната биомаса и възможния улов при изведените стойности на риболовната смъртност и нива на експлоатация за периода 2007-2009г. се извършиха с приложение на линейно-кохортния анализ (Jones, 1981). Изчисленията за експлоатационната биомаса и възможният улов при изведените нива на риболовната

смъртност и нива на експлоатация за периода 2005-2007г. получиха следните стойности: за биомасата по размерни класове: 48 475.31 t, при среден улов 5735.4 t. (Табл.12). Подобни стойности на (E) показват, че запасът от трикона пред българския бряг на Черно море през упоменатия период е не доексплоатиран.

Биомасата по размерни класове (2007-2009г, Табл. 13) възлезе на 41 236.1 t, при среден улов 4404.88 t. Терминалната стойност на риболовната смъртност е 0.95 за размерна група 12.5 cm, което съответства на нива на експлоатация от 0.5. Подобни стойности на (E) показват, че запасът от трикона пред българския бряг на Черно море през упоменатия период е не доексплоатиран. От направеният анализ е видно, че размерната група 8.5 cm е с най-висока експлоатационна биомаса - 4587.4 t и най-високо тегло в уловите – 1157.3 t. Размерните групи от 9.5 до 10.5 cm, също присъстват с високи експлоатационни биомаси (2616.5 – 3977.3 t) и съответно тегло в уловите от 696.8 до 770.2 t (Табл. 13). С най-ниски експлоатационни биомаси и съответни ниски тегла в уловите са индивидите от размерни групи 6 - 6.5 и 12 - 12.5 cm.

Таблица. 12 Кохортен анализ по размерни класове на триконата (2005-2007г.)

Размер (cm)	Улов в бройки №('000)	Времеви интервал	Фактор на естествена смъртност	Бройки в популацията ('000)	Ниво на експлоатация	Коефициент на риболовна смъртност	Коефициент на обща смъртност	Средно индив. тегло (kg)	Средно бройки в популацията ('000)	Експл. биомаса (t)	Тегло на улова (t)
L	CL	Dt	H	NL	E	F	Z	w	Nm	Bm	Y
6	9552.1	0.165	1.0814	15761174	0.0042	0.00	0.95	0.002	2402007	4804.0	19.1
6.5	11258.6	0.178	1.0882	13469715	0.0053	0.01	0.96	0.002	2203442	4406.9	22.5
7	15369.7	0.193	1.0962	11365186	0.0080	0.01	0.96	0.002	2006113	4012.2	30.7
7.5	11915.095	0.212	1.1058	9444009	0.0069	0.01	0.96	0.003	1810654	5432.0	35.7
8	258321.2	0.234	1.1176	7711973	0.1460	0.16	1.11	0.003	1590303	4770.9	775.0
8.5	289314.2	0.262	1.1324	5942864	0.1850	0.22	1.17	0.004	1341574	5366.3	1157.3
9	177258.6	0.297	1.1514	4379054	0.1442	0.16	1.11	0.004	1107804	4431.2	709.0
9.5	162730.41	0.343	1.1767	3149382	0.1606	0.18	1.13	0.005	895166	4475.8	813.7
10	144258.3	0.405	1.2122	2136245	0.1800	0.21	1.16	0.005	691829	3459.1	721.3
10.5	105223.8	0.496	1.2656	1334749	0.1800	0.21	1.16	0.006	504576	3027.5	631.3
11	48275.6	0.639	1.3548	750178	0.1280	0.14	1.09	0.006	346142	2076.9	289.7
11.5	44271.5	0.901	1.5342	373068	0.1819	0.21	1.16	0.007	209631	1467.4	309.9
12	19732.524	1.540	2.0785	129647	0.1808	0.21	1.16	0.007	94104	658.7	138.1
12.5	10257.8			20516	0.5000	0.95	1.90	0.008	10798	86.4	82.1
Общо				75967759					15214142	48475.31	5735.4

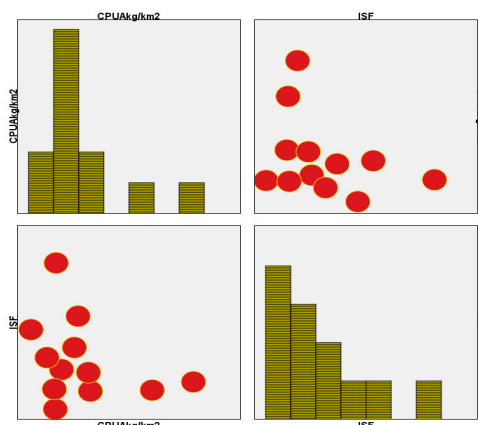
Таблица. 13 Кохортен анализ по размерни класове на триконата (2007-2009г.)

Размер (cm)	Улов в бройки №('000)	Времеви интервал	Коефициент на естествена смъртност	Бройки в популацията ('000)	Ниво на експлоатация	Коефициент на риболовна смъртност	Коефициент на обща смъртност	Средно индив. тегло (kg)	Средно бройки в популацията ('000)	Експл. биомаса (t)	Тегло на улова (t)
L	CL	Dt	H	NL	E	F	Z	w	Nm	Bm	Y
6	14690	0.16	1.08	13154662	0.01	0.01	0.96	0.002	2004242	4008.5	29.38
6.5	14337	0.18	1.09	11235942	0.01	0.01	0.96	0.002	1837609	3675.2	28.67
7	15140	0.19	1.10	9475877	0.01	0.01	0.96	0.002	1672409	3344.8	30.28
7.5	36774	0.21	1.11	7871949	0.03	0.02	0.97	0.003	1506546	4519.6	110.32
8	27112	0.23	1.12	6403956	0.02	0.02	0.97	0.003	1341336	4024.0	81.34
8.5	289314	0.26	1.13	5102575	0.21	0.25	1.20	0.004	1146849	4587.4	1157.26
9	15248	0.30	1.15	3723754	0.02	0.02	0.97	0.004	960777	3843.1	60.99
9.5	139365	0.34	1.18	2795769	0.16	0.18	1.13	0.005	795461	3977.3	696.82
10	144258	0.41	1.21	1900716	0.20	0.24	1.19	0.005	612621	3063.1	721.29
10.5	128361	0.50	1.27	1174468	0.24	0.29	1.24	0.006	436082	2616.5	770.17
11	52362	0.64	1.35	631828	0.16	0.18	1.13	0.006	288308	1729.8	314.17
11.5	36257	0.90	1.53	305574	0.18	0.21	1.16	0.007	171707	1202.0	253.80
12	10258	1.54	2.08	106195	0.12	0.13	1.08	0.007	80307	562.1	71.81
12.5	9823			19645	0.50	0.95	1.90	0.008	10340	82.7	78.58
Общо				63902911					12864594	41236.2	4404.88

XII. ХРАНЕНЕ И ЕКОЛОГИЯ НА ХРАНЕНОТО ПРИ ТРИЦОНАТА

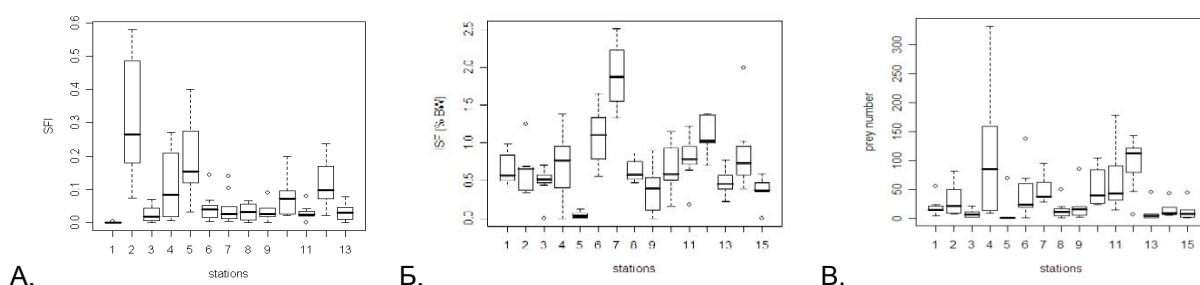
Изследването на зависимостта между улова на единица площ на триконата и индексът на напълненост на стомахчетата през изследването от 2007 г. показва отрицателна корелация ($r^2 = 0.334$, $P < 0.001$), а именно при ниски нива на улова на единица площ наблюдаваме високи стойности на индекса на напълненост на стомахчетата. С увеличаване на $CPUA \text{ kg.km}^{-2}$

индексите на напълненост намаляват, т.е. с увеличаване на плътността на агломерациите се наблюдава спад в интензитета на храненето. В състава на храната на тризоната са идентифицирани следните мезозоопланктонни видове и групи: от представителите на веслоногите (*Copepoda*) са застъпени видовете: *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Centropages spp.* и *Harpacticoida*; от планктонните ларви на дънни организми (т.нар. меропланктон) се откриват четири таксономични групи: *Lamellibranchia veliger*, *Decapoda larvae*, *Gastropoda veliger* и *Cirripedia nauplii* и *cypris*; ракообразните планктонни *Cladocera* са представени от два вида: *Podon polyphemoides* и *Evadne spp.*, а от клас *Chaetognatha* се среща видът *Sagitta setosa*.

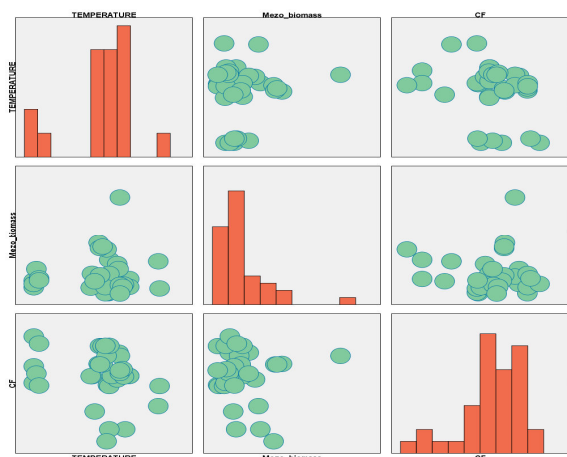


Фигура 19. Зависимост между улова на единица площ ($CPUA \text{ kg.km}^{-2}$) и индексът на напълненост на стомахчетата (ISF) от тралната снимка юни 2007г ($r^2 = 0.334$, $P < 0.001$).

XII.1. Индекси на напълненост на стомахчетата.

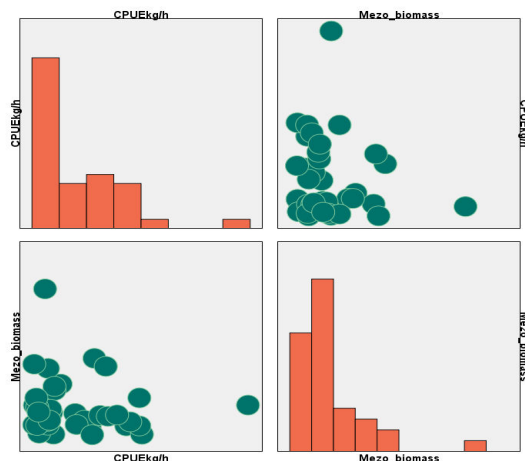


Фигура 20. Разпределение на индексите на напълненост на стомасите на тризоната (посочени са: медиана, размах на стойностите: 25 – 75 %, минимална и максимална стойност на ISF) по станции на изследване през юни А.2007г; Б.2008г; В.2009г.



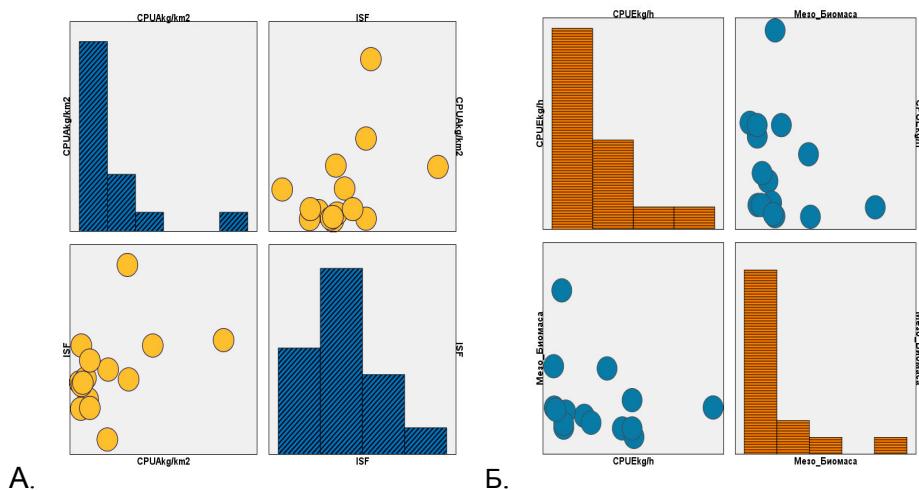
Фигура 21. Корелационна матрица на коефициента на охраненост, повърхностната температура на водата и мезозопланктонната биомаса в средата от изследването през 2007г. ($r^2 = 0.56$, $p < 0.01$).

В повечето от наблюдаваните случаи, ниското обилие на триçonата ($CPUE\ kg.h^{-1}$) кореспондира с ниските стойности на мезозопланктонната биомаса в средата (Фиг.22)



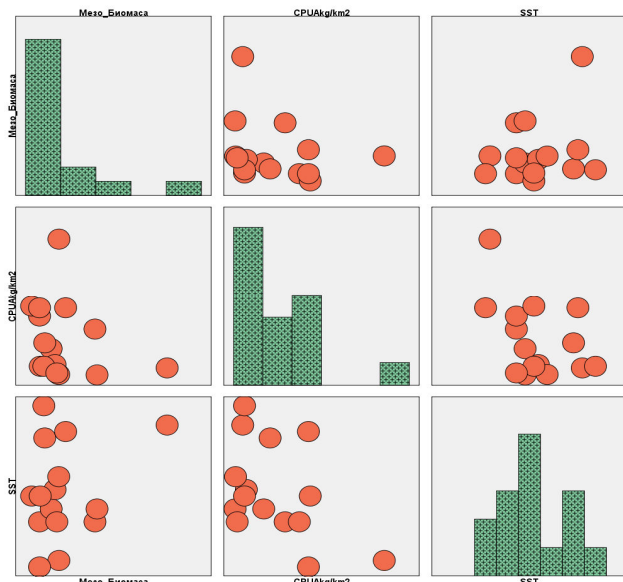
Фигура 22. Корелационна матрица на улова на единица усилие и мезозопланктонната биомаса в средата от изследването през 2007г ($r^2 = 0.42$, $p < 0.01$).

През пролетното изследване на 2008 г, индексът на напълненост кореспондира с ниски стойности на улова на единица площ ($CPUA\ kg.km^{-2}$, фиг.23, А). Мезозопланктонната биомаса в средата е с ниски стойности в районите, където обилието на триçonата е голямо (фиг. 23, Б), което е доказателство за трофичната зависимост на триçonата при образуване на пролетните агломерации.



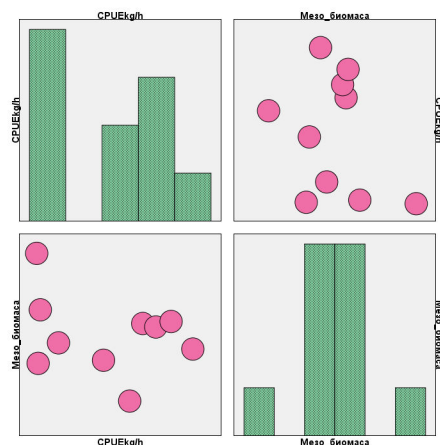
Фигура 23. Корелационна матрица на А. Улова на единица площ и индексът на напълненост; Б. Обилието и мезозoopланктонната биомаса в средата, 2008г ($r^2 = 0.23$, $p < 0.001$).

От Фиг. 24 е видно, че на високите повърхностни температури съответстват ниски стойности на мезозoopланктонната биомаса в средата. От друга страна високите SST влияят негативно ($r^2 = 0.36$, $p < 0.01$) на формирането на агломерациите, т.е. с увеличаване на SST, уловът на единица площ намалява.



Фигура 24. Корелационна матрица на улова на единица площ, температурата в повърхностния слой и мезозoopланктонната биомаса в средата от пролетното изследване на 2008г ($r^2 = 0.36$, $p < 0.01$); ($r^2 = 0.44$, $p < 0.01$).

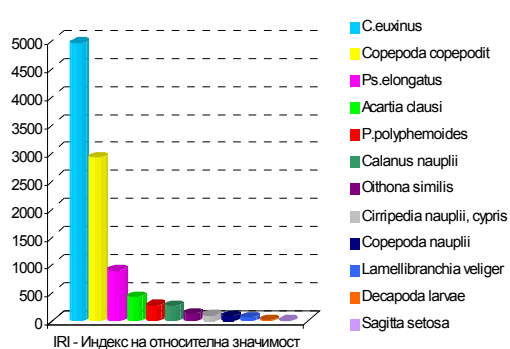
Ниското обилие на трицоната, кореспондира с високи стойности на мезозоопланктона в средата. Увеличението на числеността на трицоната води до спад в биомасата на зоопланктона в средата, но на високите стойности на обилието съответстват сравнително високи нива на мезозоопланктонна биомаса, което вероятно се дължи на вътрешвидовата конкуренция за храна и говори за намаляване на консумацията на зоопланктон при високи нива на обилието (Фиг. 25).



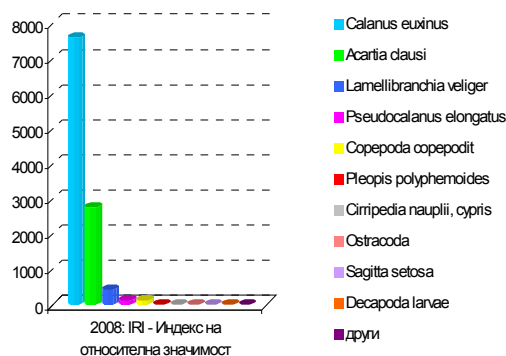
Фигура 25. Корелационна матрица на обилието и мезозоопланктонната биомаса в средата от пролетното изследване на 2009г ($r^2 = 0.11$, $p < 0.01$).

XII.2.Индекси на относителна значимост

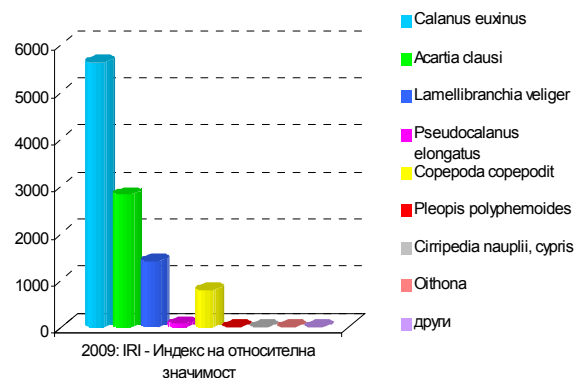
Доминираща роля в храната на трицоната пред българския бряг през м.юни 2007г. имат представителите на *Copepoda*: *Calanus euxinus*, III-IV копеподитни стадии на различни *Copepoda*, които не могат да бъдат идентифицирани до вид, както и видовете *Pseudocalanus elongatus* и *Acartia clausi*. Доминираща роля в храната на трицоната през м. май 2008г. имат *Calanus euxinus*, *Acartia clausi*, както и меропланктонните ларви на мидите - *Lamellibranchia veliger*. По-ниски, в сравнение с данните от 2007г. са индексите на относителна значимост на вида *Pseudocalanus elongatus*, както и на III-V копеподитни стадии на различни видове *Copepoda*.



А.



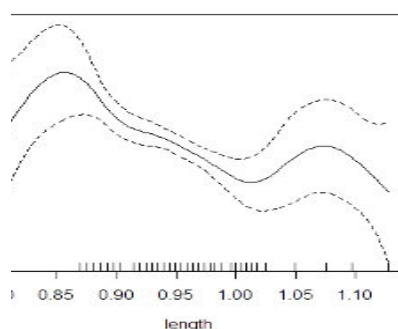
Б.



В.

Фигура 26. Индекси на относителна значимост на различни представители на мезозoopланктона в храната на трицоната пред българския бряг през А. юни 2007 г.Б.2008 г;В.2009г.

Изведената зависимост показва, че наред с повишаването на теглото и линейни размери на трицоната през пролетта на 2008г, при едроразмерните екземпляри индексът на напълненост на стомасите намалява.

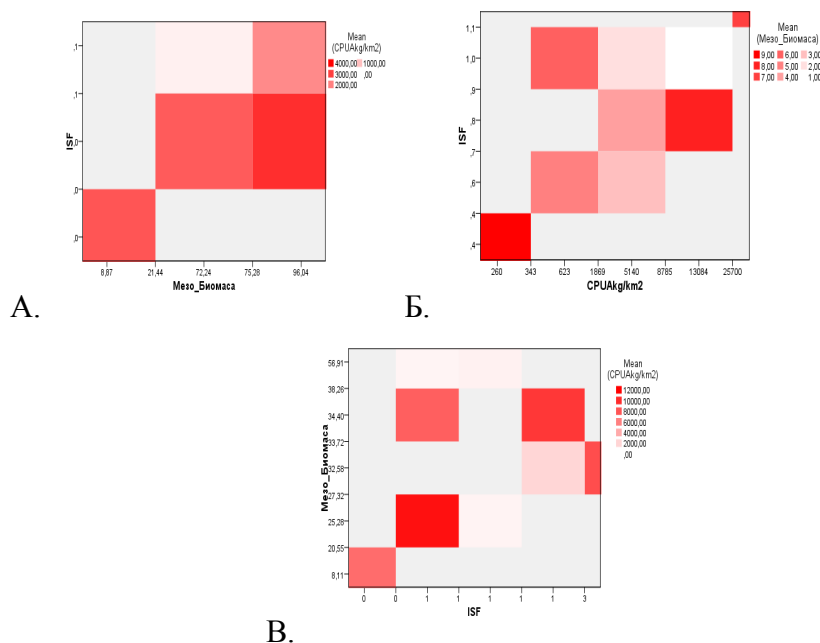


Фигура 27. Принос на фактора линейна дължина ($\log L(\text{cm})$) към стойностите на ISF . (С пунктирна линия е означен 95% доверителен интервал).

Зависимостта между ISF на трицоната и биомасата на зоопланктона в открито море е отрицателна ($p < 0.05$), което потвърждава ефекта на хищничеството на трицоната върху мезозoopланктона в открито море (Табл. 14), или зависимостта на пролетното разпределение на трицоната от биомасата на хранителния зоопланктон в средата.

Таблица 14. Корелационни зависимости ($p < 0.05$) между ISF , количеството на жертвите в стомаха на трицоната и биомасата на *Copepoda*, меропланктона и общата мезозoopланктонна биомаса (mg. m^{-3}) в открито море.

	<i>ISF</i>	<i>Бр.жертви</i>	<i>Copepoda</i>	<i>Meroplankton</i>	<i>MZB</i>
<i>ISF</i>	1.000	0.6817	-0.1560	-0.302	-0.176
<i>Бр.жертви</i>	0.682	1.0000	0.0636	0.147	0.124
<i>Copepoda</i>	-0.156	0.0636	1.0000	0.625	0.961
<i>Meroplankton</i>	-0.302	0.1471	0.6247	1.000	0.789
<i>MZB</i>	-0.176	0.1241	0.9611	0.789	1.000



Фигура 28. Диаграми отразяващи взаимовръзката между улова на единица площ ($CPUA \text{ kg.km}^{-2}$), мезозoopланктонната биомаса в средата и индекс на напълненост на стомахчетата. А. 2007г; Б.2008г; В.2009г.

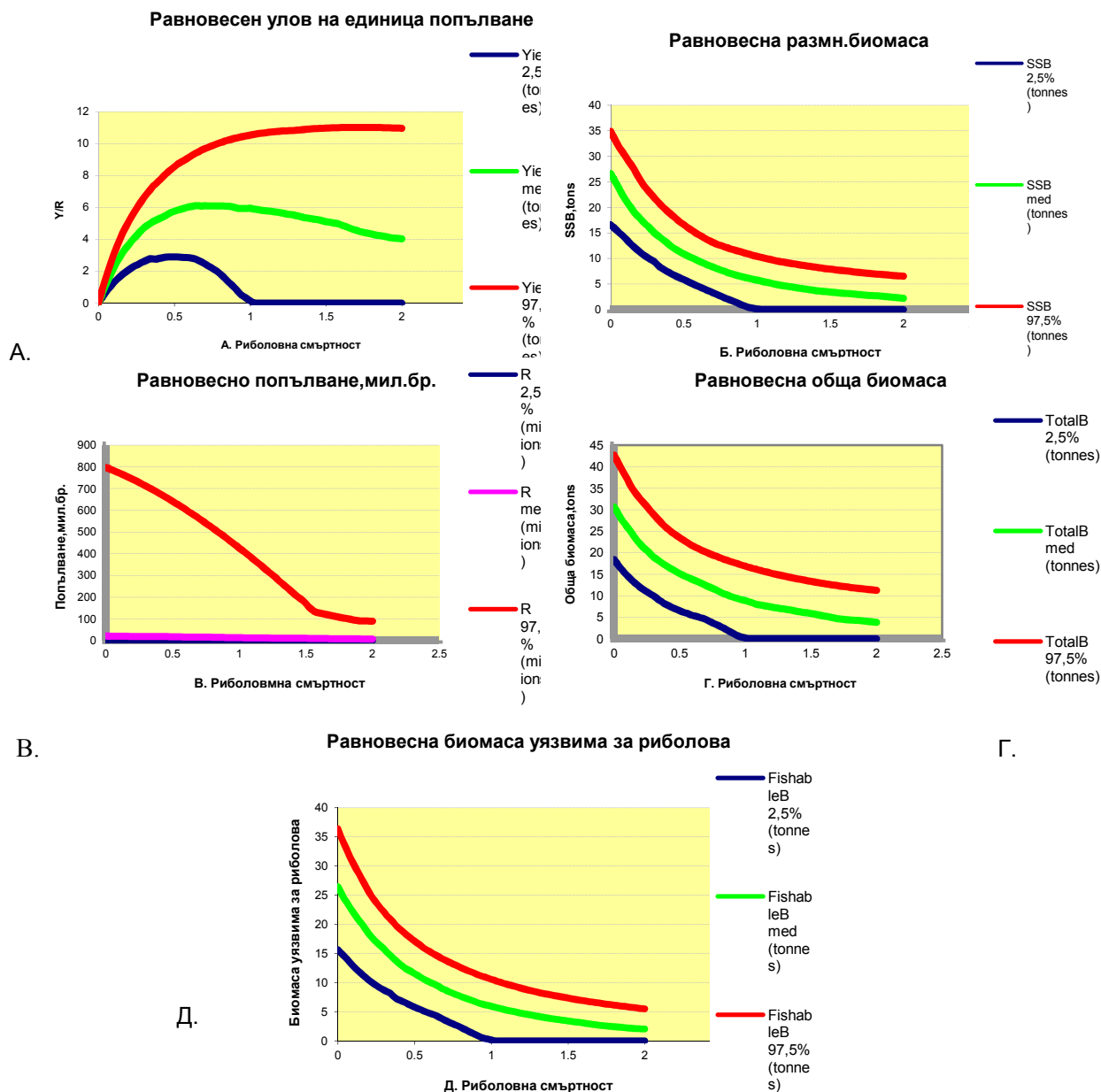
XIII. УСТОЙЧИВИ НИВА НА УЛОВА. РЕФЕРЕНТНИ СТОЙНОСТИ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ТРИЦОНАТА

Абсолютните равнища на улова при съответните нива на доверителност и съответни стойности на риболовната смъртност са както следва:

1. При (97.5% CI) $F_{opt} = 1.08$ – възможен улов от **11 017.4 t** (по-нататък не е възможно определянето на F_{max} като лимитиращ праг за експлоатация).
2. При (Среден CI) $F_{opt} = 1.02$ – възможен улов от **5 443.8 t** (следва намаление на уловите под 4 хил.тона при увеличение на риболовната смъртност над $F = 1$).
3. При (Минимален доверителен интервал CI 2.5%) $F_{opt} = 0.26$ – възможен улов от

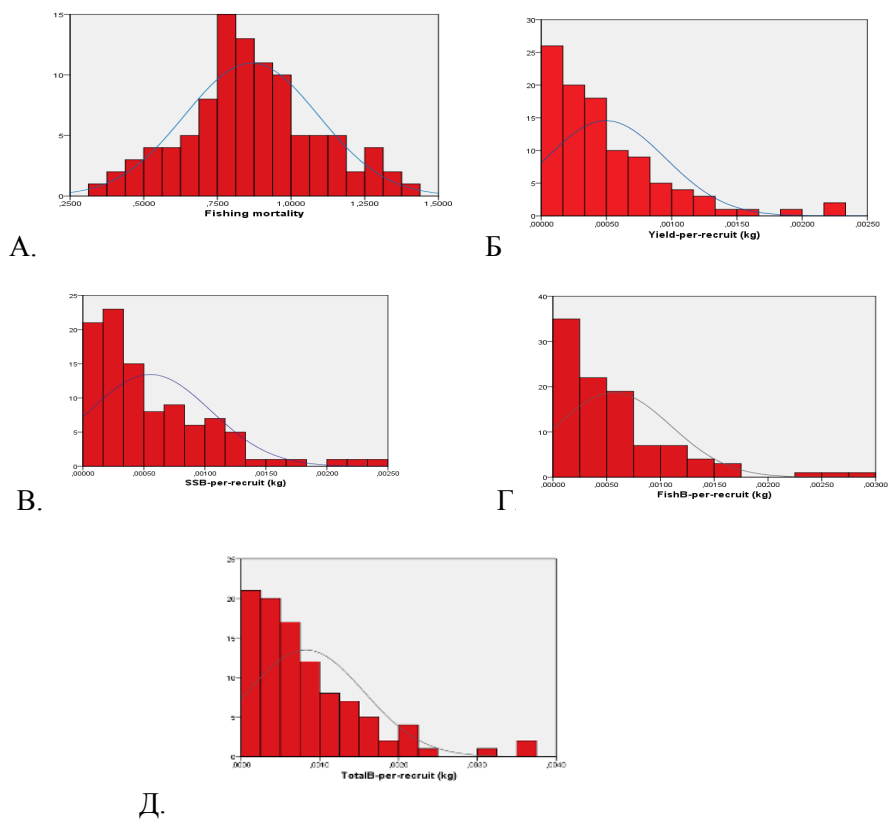
1 654.4 t. Тенденцията при общата биомаса и биомасата уязвима за риболова са сходни (Фиг.29, Г, Д). И в двата случая се наблюдава спад с увеличаване на нивата на риболовната смъртност.

$F_{0.1}$ се използва за определяне на оптимума и максимума на стойностите на риболовната смъртност. В повечето от случаите отношението на размножителната биомаса и попълването, съответстващи на $F_{0.1}$ надвишават 20% от неговото девствено състояние.

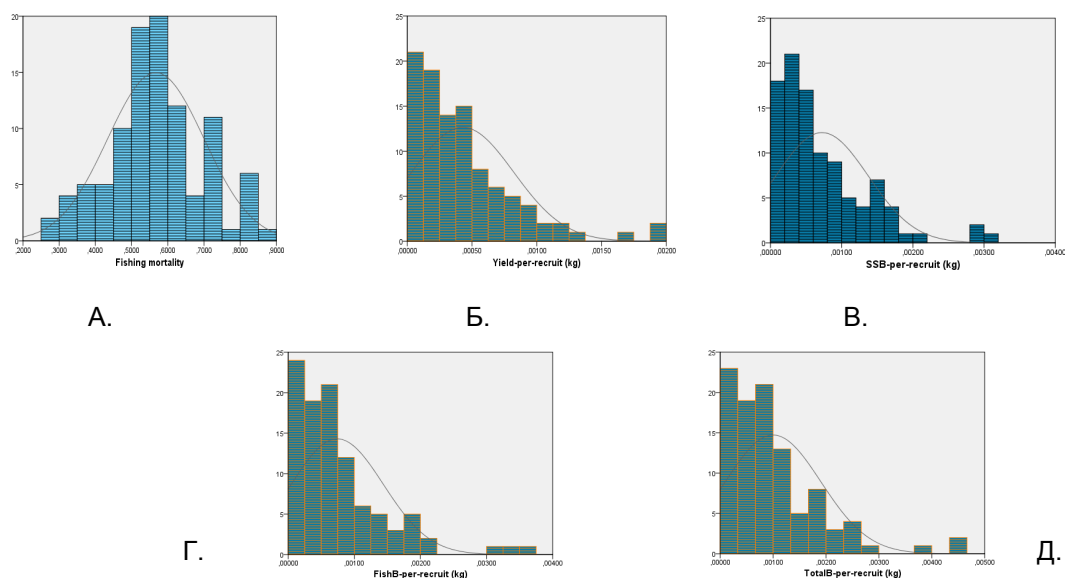


Фигура 29. Графично представяне на равновесните нива (в абсолютни стойности) на експлоатация на запаса от трицена при различни интервали на доверителност (C). А.Равновесен улов на единица попълване; Б. Равновесна биомаса; В. Равновесно попълване; Г. Обща равновесна биомаса – спрямо риболовната смъртност.; Д. Равновесна биомаса уязвима за риболова.

Референтните прагове, получени при допускане на равновесно състояние на запаса може да се изобразят чрез хистограми от разпределенията на риболовната смъртност, улова на единица попълване (или улова) и от общата, подложената на риболов и размножителната биомаса на единица попълване.



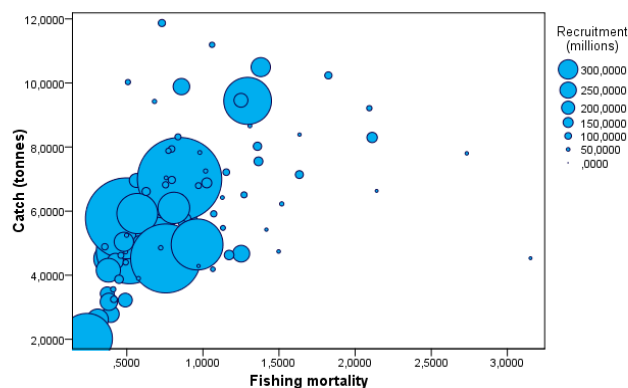
Фигура 30. $F_{0.1}$ кандидати за препоръчителни точки за експлоатация за трицната от българската част на Черно море.



Фигура 31. $F_{0.x}$ кандидати за препоръчителни точки на експлоатация за трицната от български води на Черно море.

$F_{0,x}$ праговете на експлоатация биха довели до по високи нива на размножителната и подложената на риболов биомасата на попълване, в сравнение с модела на експлоатация при прилагане на $F_{0,1}$ и биха могли да се ползват като алтернатива, само ако има реална опасност от подронване на запаса вседствие на преулов.

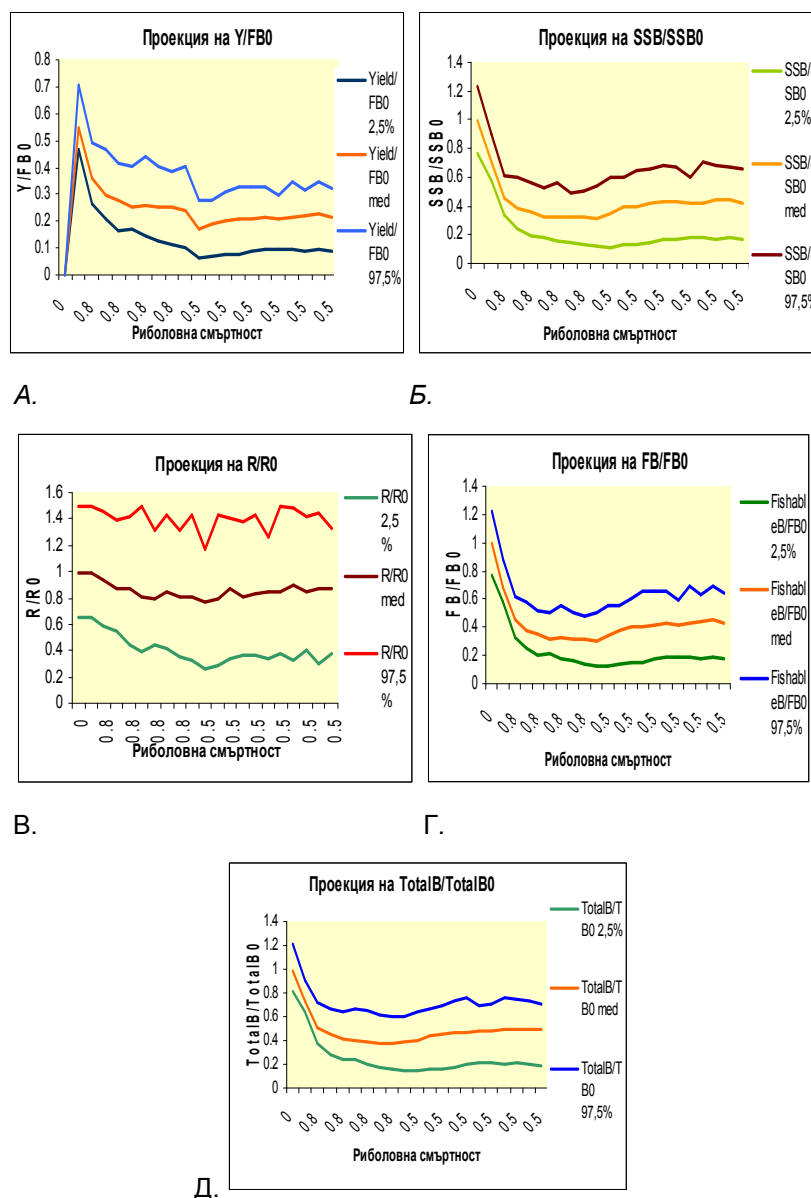
Стойностите на $F_{0,x}$ препоръчителните прагове са по-ниски и с по-рестриктивен характер от $F_{0,1}$ критерия.



Фигура 32. Анализ на уловът (в тона) спрямо риболовната смъртност и моделиран ефект върху попълването.

XIV. ПРОГНОЗЕН МОДЕЛ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ЗАПАСА ПРИ ПРОМЯНА НА РИБОЛОВНАТА СМЪРТНОСТ

Релативният улов (Y/F_0) при много ниски нива на риболовната смъртност е висок през първата година (Фиг. 33, А) При $F = 0.8$, още на втората година следва спад до достигане на примерни нива от $F = 0.5$. След петата година и при трите тествани нива на доверителност се наблюдава плато на съотношението Y/F_0 . Подобен е случаят с релативната размножителна (фиг.33, Б) биомаса (SSB/SSB_0), която дори показва леко повишение при $CI\ 97.5\%$ и $SSB/SSB_0\ med$, след намаляване на риболовната смъртност от $F = 0.8$ на $F = 0.5$. При попълването (фиг.33, В) се наблюдава стабилитет, който изглежда не се повлиява значително от промяната на риболовната смъртност. Общата и уязвимата от риболова биомаса, представена като съотношение с биомасите в не експлоатирано състояние, показват сходни тенденции с тези на релативната размножителна биомаса (фиг.33 Г, Д).



Фигура 33. Прогнозен модел на параметрите на запаса за 10 годишен период при промяна на риболовната смъртност с различни доверителни интервали. А.Проекция на Y/F_{B0} ; Б. SSB/SSB_0 ; В. R/R_0 ;Г. F_B/F_{B0} ; Д. T_B/T_{B0} - спрямо риболовната смъртност.

XV. ДИНАМИЧНИ МОДЕЛИ НА МАКСИМАЛЕН УСТОЙЧИВ УЛОВ (MSY)

Максималният допустим улов бе изчислен и чрез създаване на алгоритъм с входни стойности на улова (Y , tones), улова на единица усилие от комерсиалния трицонолов и риболовното усилие като дни на море от риболовни кораби тип "Балтик". На таблици 32 и 33, са представени изчисленията на MSY по методите на Schaefer (1956) и Fox (1971).

Таблица 32. Алгоритъм за изчисление на MSY на трикона пред българския бряг на Черно море по метода на Schaefer (1956).

Година	Y, tonnes	CPUE	f/1000дни	Yest	(Y-Yest)^2	(Y-Yav)^2
1994	3499.94	0.38	9128.94	4190.7	477145.5	8.9E+09
1995	3199.95	0.35	9142.71	4197.01	994133.2	8.96E+09
1996	3499.94	0.41	8560.86	3930	184949.2	8.9E+09
1997	3645.94	0.37	9969.15	4576.5	865941.2	8.87E+09
1998	3274.95	0.55	5998.07	2753.6	271802.2	8.94E+09
1999	3594.94	0.51	7090.61	3255.1	115492.1	8.88E+09
2000	3499.94	0.7	5009.81	2299.9	1440103	8.9E+09
2001	6961.12	0.58	12022.48	5519	2079713	8.26E+09
2002	11595	0.69	16916.26	7765.1	14668134	7.44E+09
2003	9154.6	0.66	13829.22	6348.2	7875881	7.87E+09
2004	7996.9	0.6	13352.04	6132.5	3475987	8.07E+09
2005	6500	0.53	12221.33	5610.2	791744	8.34E+09
2006	8183.15	0.57	14479.18	6646.6	2360994	8.04E+09
2007	2984.59	0.48	7058	2851	17844.95	9E+09
2008	4303.7	0.6	7474	5877.89	17844.95	9E+09
2009	4551.26	0.6	7400	6032.32	2193528	8.7E+09
5402.827				77985.62	35637710	1.28E+11

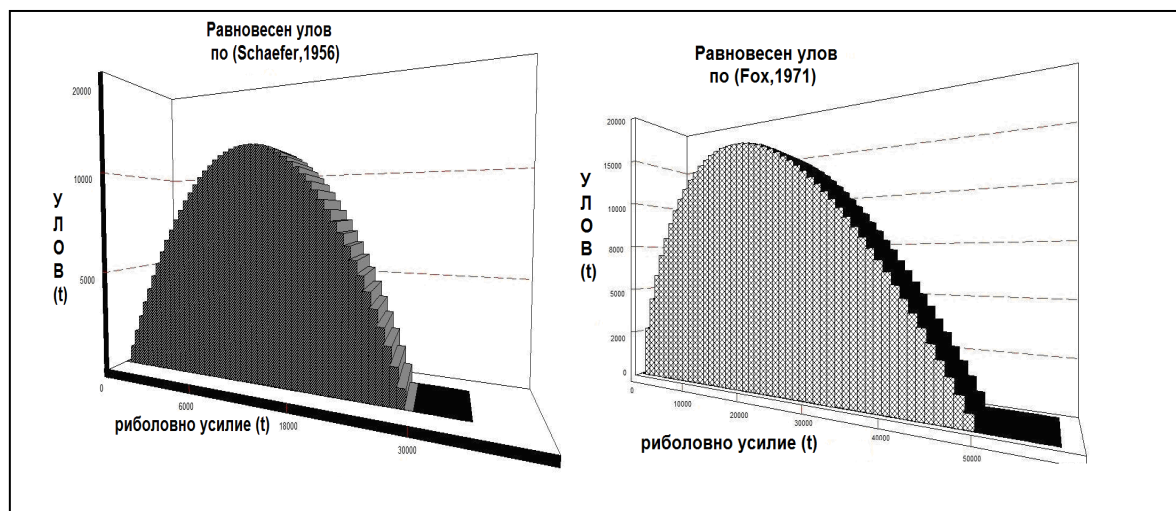
MSY= 15 125.17 тона; $f_{msy}=12059.62$ (по Schaefer, 1956)

Таблица 33. Алгоритъм за изчисление на MSY на трикона пред българския бряг на Черно море по метода на (Fox, 1971).

Година	Y, tonnes	CPUE	f/1000дни	Yest	(Y-Yest)^2	(Y-Yav)^2
1994	3499.94	0.38	9128.94	6741.63	10508513	3620967
1995	3199.95	0.35	9142.71	6782.37	12833738	10239665
1996	3499.94	0.41	8560.86	8560.86	25612914	12249600
1997	3645.94	0.37	9969.15	9999.47	40367361	13292881
1998	3274.95	0.55	5998.07	9151.48	34533594	10725274
1999	3594.94	0.51	7090.61	10379.08	46024578	12923603
2000	3499.94	0.7	5009.81	7919.09	19528833	12249600
2001	6961.12	0.58	12022.48	14010.77	49697605	48457206
2002	11595	0.69	16916.26	34829.1	5.4E+08	1.34E+08
2003	9154.6	0.66	13829.22	14468.73	28239993	83806701
2004	7996.9	0.6	13352.04	10062.57	4266988	63950410
2005	6500	0.53	12221.33	14086	57547326	42250000
2006	8183.15	0.57	14479.18	14503.93	39952244	66963989
2007	2984.59	0.48	7058	10344.53	54168798	8907748
2008	4303	0.6	7474	10775.44	41892540	1208079
2009	4551.26	0.6	7400	10700.35	37811306	1105276
5402.83				182615.1	1.04E+09	5.26E+08

$MSY = 18\,262$ тона; $f_{msy} = 16079.5$ Fox (1971)

Резултатите от прилагането на метода на Schaefer, 1956 и Fox, 1971 (табл. 32 и 33, фиг.33, А, Б) показват, че MSY е в рамките на 15 125.17 t - 18 262 t, а риболовното усилие, съответстващо на тези нива на улова варира в границите на $f_{msy} = 12059.62 - 16079.5$. Методът на Шефър дава по-рестриктивни стойности на максимално допустимия улов и на риболовното усилие.



Фигура 34. Равновесен улов А. по (Schaefer, 1956); Б. по (Fox, 1971).

XVI. ОБОБЩЕНИ ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

- 1) За екстраполираната площ от 7071.54 km^2 , моментното състояние на биомасата пред българския бряг за периода 2007-2009г е в границите на 29 189.864 - 41 761.398 t. Максимумите на улова на единица площ ($\text{CPUA } \text{kg.km}^{-2}$) бяха установени и в трите изследвани дълбочинни полоси през пролетно-летния сезон (2007-2009г.), а през 2009г най-високо обилие бе регистрирано в стратум 30-50 m. В уловите от търговският риболов през изследвания период преобладават 1-1+ год, следвани от 2-2+ год. Старшите възрастови групи имаха подчинена роля в уловите. Попълването присъстваше със сравнително нисък процент в уловите през май-юни. В уловите от тралните снимки преобладаваха 2-2+ годишните, като старшите възрастови групи отново имаха подчинена роля.
- 2) Размерното разпределение от тралните снимки през 2007-2009г показва вариабилност, а именно наличие на едно, дву- и три- модално разпределение на линейните размери. В уловите от търговския флот, осъществявани на малки дълбочини (30-50m, данни от системата за наблюдение на риболовните кораби на ИАРА) преобладават индивиди с размерни размери между 7.0 и 9.0 cm (1-2 годишни). Анализът на пробите от РК, показва че над 60% от уловената трикона е на възраст 1-1+ години и около 25% е на възраст 2-

2+ години. Прави впечатление присъствието, макар и с малък процент (0.07% и 0.04%) на размерни класове 12.0 и 12.5 cm, нерегистрирани в предишните две трални снимки.

- 3) Средната стойност на индивидуалното тегло в изследваните полета варира слабо в границите на 3.83g (2008г) 3.97g (2007г) и 3.86g (2009г.) с висока степен на детерминираност: $R^2 = 0.90-0.98$. Във всички наблюдавани случай нарастването на трицоната е алометрично ($n \neq 3$), като в стратуми 50-75m ($n = 2.9576$) и 75-100 m ($n = 2.9973$) през 2008г коефициентът на алометрия доближава стойност 3, показател за изометрично нарастване. Средните стойности на кондиционния фактор по страти през 2007 г варират в тесни граници (0.530-0.590). Най-висока кондиция показваха екземплярите от дълбочини 50-75 m. През май, 2008-2009 г, отново най-висока кондиция бе установена в стратум 50-75 m.
- 4) В търсене на биологическия смисъл при анализа на резултатите, елиминираме минималната стойност на $L^\infty = 10.01$ cm, получена след прилагане на методът *ELEPHAN*. Стойността на максималния допустим размер $L^\infty = 14.31$ cm, определена по методът *SLCA* и $L^\infty = 12.35$ cm, получена по метода *PROJMAT*, усреднихме и за асимптотичния размер получаваме $L^\infty = 13.33$ cm. Средната стойност на скоростта на растежа е 0.5 y^{-1} . Най-добрите оценки на K и L^∞ са тези, които си съответстват с максималните стойности на максимизиращата функция. Подобен резултат за асимптотичния размер на трицоната има биологичен смисъл, тъй като съответства на максимумите на линейните разпределения регистрирани в изследваните проби. Разпределението по възрасти показва, че номиналните възрасти, определени чрез посочения метод до голяма степен съвпадат с реално определените възрасти. За изследваният период (2007-2009г.) наблюдаваме два модални максимума в хистограмата, съответстващи на 1-1+ и 2-2+ годишните индивиди. Тези резултати са в съответствие с възрастите определени чрез директно наблюдение на отолитите на трицоната.
- 5) Във всички разглеждани случай при големина на окоото на торбата на трала за улов на трицона от 6.5 mm, промяната в размерите на задържаните индивиди варира в по-малки граници, но при всички варианти задържането е на екземпляри много под минимално допустимата от ЗРА (2001) големина за улов на трицона, а именно 7.0 cm. Този факт, несъмнено говори за това, че се облавят екземпляри, които не са достигнали полова зрелост в различни пропорции. Активните риболовни дейности, свързани с използването на тралове, се извършват в близката крайбрежна ивица, на по-малки дълбочини. Големината на 'окоото' на трала би трябвало да бъде $a = 8$ mm, което би довело до улов на индивиди в пропорция $L_{75\%} = 7.8$ cm. Тази мярка е от съществено значение за предпазване експлоатирания ресурс от преулов на попълването и подронване на запасите в по-дългосрочен план.
- 6) Биомасата (от кохортен анализ) по размерни класове, нивото на експлоатация и риболовната смъртност за периодите 2005-2007г и 2007-2009г показват, че запасът от трицона пред българския бряг на Черно море през упоменатите периоди е не

доексплоатиран. Уловът изчислен чрез линейно-кохортния анализ средно за 2007-2009г представлява 96.78% от официалната статистика на ИАРА за 2009г. От направеният анализ е видно, че размерната група 8.5 cm е с най-висока експлоатационна биомаса - 4587.4 t и най-високо тегло в уловите – 1157.3 t. Докладваният (ИАРА) улов на трикона за периода на 2005-2007г (средно) е 2738.01 тона, което представлява 47.74% от оцененото тегло на улова за упоменатия период. Този факт говори за силно занижени декларираните количества от трикона през 2005-2007г. Размерните групи 7.5cm и 8.5cm в анализа от 2005-2007 г са с най-висока експлоатационна биомаса - 5432 и 5336.3 t. Общото тегло на улова за периода 2007-2009г, получено по метода на кохортния анализ се различава с 3.22% от официалната статистика на ИАРА за улова на трикона през 2009г. Този факт, говори за точността на приложения метод и ролята му при анализиране на експлоатационната биомаса и нивата на улова за изследваните периоди.

- 7) Изследването на зависимостта между улова на единица площ на триконата и индексът на напълненост на стомахчетата показва отрицателна корелация ($r^2 = 0.334$, $P < 0.001$), а именно при ниски нива на улова на единица усилие наблюдаваме високи стойности на индекса на напълненост на стомахчетата. С увеличаване на $CPUA\ kg.km^{-2}$ индексите на напълненост намаляват, т.е. с увеличаване на плътността на агломерациите се наблюдава спад в интензитета на храненето.
- 8) В състава на храната на триконата са идентифицирани следните мезозoopланктонни видове и групи: от представителите на веслоногите (*Copepoda*) са застъпени видовете: *Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Centropages spp.* и *Harpacticoida*; от планктонните ларви на дънни организми (т.нар. меропланктон) се откриват четири таксономични групи: *Lamellibranchia veliger*, *Decapoda larvae*, *Gastropoda veliger* и *Cirripedia nauplii* и *cypris*; ракообразните планктонни *Cladocera* са представени от два вида: *Podon polyphemoides* и *Evadne spp.*, а от клас *Chaetognatha* се среща видът *Sagitta setosa*.
- 9) В повечето от наблюдаваните случаи, ниското обилие на триконата ($CPUE\ kg.h^{-1}$) кореспондира с ниските стойности на мезозoopланктонната биомаса в средата. Данните от тралната снимка от 2007г показват статистически значима, положителна корелация между индекса на напълненост на стомасите на триконата и теглото на триконата ($r^2=0.19$, $p<0.01$).
- 10) Теглата (съотв. на линейните размери) при изследваните екземпляри трикона, така и на индексите на напълненост на стомасите на рибите нарастват от 2007 към 2009 г. През май 2009 г. средната стойност на индекса на напълненост (ISF) достига 0.60 % от теглото на триконата (BW). ISF_{2009} отбелязва леко понижение спрямо 2008г, като формира 81% от миналогодишната величина. Същевременно, ISF_{2009} нараства с 8 - пъти спрямо стойността, установена през юни 2007г.
- 11) Между индексите на напълненост на стомасите и теглото на триконата (от диапазона - 1.13 - 7.17 g.) се установява нелинейна зависимост, която обяснява 13% от

наблюдаваните вариации (при $p = 0.01$, $df = 91$). Това означава, че след прилагане на Генерализиран-адитивен модел (GAM), останалите 87% от вариациите не могат да бъдат обяснени чрез прилагане на нелинейна функция при изследване на зависимостта между индекса на напълненост на стомахчетата и индивидуалното телесно тегло. Най-значително количество храна, изразено като процент от теглото на трицоната (ISF), се открива при две групи екземпляри - при дребно размерната трицона с тегло 1 - 2 г, като достига минимум при трицона с тегло ~ 4 г. При 23.96% се откриват смлени останки от храна, които не позволяват извършване на видова идентификация и качествен анализ, а при 6.95% не се установява храна в стомасите на рибите. Съотношението между екземплярите, при които се установява храна и тези с празни стомахчета е 15: 1.

- 12) YPR референтните точки за експлоатация могат да бъдат използвани за предотвратяване на „преулова на растежа“. При средните стойности на Y/R , достига максимум или близко около $F_{med} = 1.02$. На такава риболовна смъртност съответства улов от 5443.8 тона. Увеличението на риболовната смъртност след нивата от 0.8-1.00, намалява абсолютния улов (при средни стойности на доверителния интервал CI_{Med}) и при $F \geq 0.5$, може да доведе до сериозно подронване на запаса (доверителен интервал 2.5%).
- 13) Според направения анализ, $F_{0.1}$ критерият предполага поддържането на нивата на риболовна смъртност в рамките на 0.75 до 1.0. Стойностите на $F_{0.x}$ препоръчителните прагове са по-ниски и с по-рестриктивен характер от $F_{0.1}$ критерия, и биха могли да се ползват като алтернатива, само ако има реална опасност от подронване на запаса вследствие на преулов.
- 14) Когато съответните анализи не включват информация за неточностите на научната препоръка, това означава, че съответните анализи трябва да се възприемат от мениджърите с особено внимание и до момента, в които не се намери по-добър модел, трябва да се използват т.нар „ad hoc“ специални подходи, като $2/3 MSY$, вместо MSY . Стратегията на динамичния модел за MSY не отчита вариациите в попълването всяка година, поради което следва да се използва с особено внимание, наред с аналитични модели за оценка на запасите, включващи линеен или възрастов виртуално популационен анализ.

XVII. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. За първи път е разработена е схема на изследване пред българския бряг на Черно море и е приложен директен метод за определяне на разпределението, числеността и биомасата на трицоната (*Sprattus sprattus* L.) в обща екстарполирана площ от 7071.54 km^2 в българската акватория на Черно море за периода 2007-2009г;
2. Серията от получените популационни параметри от търговския риболов са сравнени с резултатите от тралните снимки и е установена е серия за улов на единица усилие, като е приложен статистически анализ за установяване на средните стойности на мярката за

обилието. Серията от улов на единица усилие от тралните снимки е използвана за настройване на Виртуално – популационния анализ (ICA, XSA) в рамките на Работната група за Черно море към Научно-техническия и икономически съвет по риболова на ЕС.

3. Апробиран е алгоритъм за кохортен анализ, като получените резултати са напълно съпоставими с директния метод и показват сходни тенденции в запасите, нивата на експлоатация продиктувани от регулативния характер на пазара, възможните стойности на уловите и смъртността от естествени причини и риболовната смъртност.
4. За първи път е направен паралел между данните от Мониторинговата система за наблюдение на ИАРА (VMS) и уловите от дълбочинните полоси от тралните снимки за периода 2007-2009г;
5. Извършено бе G/S картиране на възрастово разпределение, уловът на единица усилие и улов на единица площ, разкриващо динамиката на запасите от трицона пред българския бряг. Картирането е с практическа насоченост, нагледно представящо разпределението на триционите стада в пространството през съответните периоди на изследването.
6. За първи път за трицоната в Черно море са приложени паралелно три метода за установяване на популационните параметри на нарастването паралелно са приложени три модела: SLCA (Shepherd, 1987a, Анализ на размерният състав по Шепърд) , *PROJMAT* (Проекционна матрица, Basson et al, 1988) и *ELEPHANT* (Метод за електронен размерно честотен анализ, Pauly, 1987) за не сезонно нарастване; за първи път е направена числена максимизация на параметрите L_{∞} и k за намиране на т.нар "глобални максимуми" на максимизиращата функция; Използван е метода на растежните криви, за да се де линеаризират границите между размерите при отделните възрасти. Така се получи номиналната възраст.
7. Апробиран е метод за определяне на селективността на уредите за улов на трицона и са представени сценарии за задържане на индивиди трицона от мрежа с различна големина на окото с цел да се проследи промяната във вероятността за задържане на индивиди при промяна на големината на „окото“ на мрежата. Тази мярка е от съществено значение за предпазване експлоатирания ресурс от преулов на попълването и подронване на запасите в по-дългосрочен план.
8. Разкрити са важни взаимовръзки между хранителния мезозоопланктон, фактори на средата и популационни параметри на трицоната и индекси на обиличието на трицоната чрез използване на нелинейни функции (Генерализиран адитивен модел, корелационни матрици) за разкриване на взаимовръзката между мезозоопланктонната биомаса в средата, популационни параметри на трицоната и индекси на обиличието.
9. Апробиран е модел за попълване с цел получаване на научен съвет за предотвратяване на „преуловът на растежа“ , равновесен улов, размножителна, подложена на риболов и обща биомаса на попълване при различни нива на доверителност. Чрез моделиране са изведени стойностите на препоръчителните и лимитиращи прагове на експлоатация, с различна степен на рестриктивност.

10. Направена е прогноза на промените на запаса с промяна на риболовния режим (риболовна смъртност) за 10 годишен период.

XVIII. ПУБЛИКАЦИИ И ДОКЛАДИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИЯТА

1. Raykov V 2008. Stock agglomerations assessment of sprat (*Sprattus sprattus* L.) off the Bulgarian Black Sea coast. *Recherches marines*. INCDM. 37. ISSN: 0250-3069, 181 -205.
2. Michneva V., Raykov.V, Dineva.S Diet composition of *Sprattus sprattus phalaericus* RISSO (1827) during early summer off the Bulgarian Black Sea coast. (2007) Proceedings of IFR, 26, 19-26.
3. Raykov V, V. Mihneva, Daskalov G. 2008: Sprat (*Sprattus sprattus* L.) growth: effects and environmental Responses, BS HOT Conference, Session 1. Climate forcing mechanisms in the Black Sea, S2-50.6-9 October, Sofia.
4. Raykov V.St., M.Panayotova.Radu Gh, V. Maximov, E. Anton, S. Nicolaev 2011: International Pelagic trawl survey in EU waters of the Black Sea, June 2010, International Conference "Sustainable development in coastal areas" 29th June - 1st July, Ioannina, Greece, 21p.