

【JZ( )】【HT2” H】 闽南-台湾浅滩渔场六种主要 中上层鱼类的生化组成及鱼油研究 【JZ( )】

【HT3H】

第一 【ZK( )】 章【绪【论 【HT4H】

一. 闽南台湾浅滩渔场简介

二. 六种主要中上层鱼类介绍

三. 研究目的及意义 【ZK( )】 【HT3H】

第二 【ZK( )】 章【六种中上层鱼类鱼肌的无机成分研究 【HT4H】

一. 前言

二. 材料和方法

三. 结果与讨论

【(一) 鱼肌水分含量

【(二) 水分含量与体长的关系

【(三) 鱼肌水分含量的周年变化

【(四) 灰分和热值

【(五) 【ZK( )】 无机元素的含量

1. 采样记录

2. 每种鱼类各种元素的含量比较

3. 不同鱼类每种元素含量比较

4. 微量金属元素分析

5. 微量金属元素在海洋食物链生物中的分布

6. 与国内外某些水域鱼类微量元素含量的比较

7. 从无机元素的含量评价六种中上层鱼类的营养价值 【ZK( )】【ZK( )】 【HT3H】

第三 【ZK( )】 章【六种中上层鱼类鱼肌的有机成分研究 【HT4H】

一. 前言

二. 材料与方法

三. 结果与讨论

【(一) 蛋白质的含量

【(二) 【ZK( )】 氨基酸的组成及含量

1. 必需氨基酸含量分析

2. 极性氨基酸与非极性氨基酸分析

3. 鲜味氨基酸分析 【ZK( )】

【(三) 【ZK( )】 脂肪含量

1. 六种鱼类鱼肌的平均脂肪含量

2. 脂肪含量与体长的关系

3. 鱼肌中脂肪含量的周年变化规律 【ZK( )】【ZK( )】 【HT3H】

第四 【ZK( )】 章【六种中上层鱼类的鱼油研究 【HT4H】

一. 前言

【(一) 鱼油研究的历史概述

【(二) 鱼油中的脂肪酸组成

【(三) 鱼油的医学疗效和营养价值

【(四) 国内鱼类脂肪酸研究的概述

二. 材料和方法

### 三. 结果与讨论

#### ■■■(一) 〔WB〕鱼油的理化性质 〔DW〕

##### 1. 碘价■■■2. 皂化价■■■3. 酸价

#### ■■■(二) 六种中上层鱼类的脂类组成

#### ■■■(三) 六种中上层鱼类脂肪酸组成的一般特征

#### ■■■(四) 〔ZK(〕六种中上层鱼类脂肪酸组成的差异

##### 1. EPA 和 DHA 的含量

##### 2. 各种脂肪酸的比例 〔ZK)〕

#### ■■■(五) 〔ZK(〕六种中上层鱼类主要脂肪酸成分的季节变化

##### 1. TFA 的季节变化

##### 2. SFA%和 UFA%的季节变化

##### 3. MUFA%和 PUFA%的季节变化

##### 4. HUFA%和 EPA%、DHA%的季节变化 〔ZK)〕

#### ■■■(六) 鱼体体长与脂肪酸含量的关系

#### ■■■(七) 鱼肌脂肪含量与 PUFA%的关系

#### ■■■(八) [ZK(]各种脂肪酸含量和组成百分比与渔获季节、体长及鱼肌脂含量的多元线性回归[ZK)]

#### ■■■(九) 国内外中上层鱼类脂肪酸含量的比较

#### ■■■(十) 中上层鱼类与底层及深海鱼类的脂肪酸含量比较

#### ■■■(十一) 海水鱼与淡水鱼脂肪酸含量的比较

#### ■■■(十二) 不同纬度海水鱼脂肪酸比较

#### ■■■(十三) 直接食用海水鱼与服用鱼油胶囊的比较 〔ZK)〕

#### ■■■四. 小结 〔HT3H〕

#### 第五 〔ZK(〕章■■六种中上层鱼类的某些生物学特性研究 〔HT4H〕

##### 一. 前言

##### 二. 材料和方法

##### 三. 结果与讨论

#### ■■■(一) 体长与体重的关系

#### ■■■(二) 肝重与纯体重的关系

#### ■■■(三) 肝指数(Hepatosomatic index)的周年变化规律

#### ■■■(四) 脂肪系数和丰满度的周年变化规律

#### ■■■(五) 成熟系数

#### ■■■(六) 性腺发育特征的初步研究

#### ■■■(七) 六种中上层鱼类生殖季节的时间分布 〔ZK)〕 〔HT3H〕

#### 第六 〔ZK(〕章■■闽南-台湾浅滩渔场中上层鱼类渔业分析 〔HT4H〕

##### 一. 前言

##### 二. 材料与方法

##### 三. 结果与讨论

#### ■■■(一) 95-97 年灯光围网渔业的分析

#### ■■■(二) 87-97 年闽南台湾浅滩渔场中上层鱼类渔获量的变动趋势分析

#### ■■■(三) 闽南-台湾浅滩渔场中上层鱼类资源的合理利用 〔ZK)〕 〔HT3H〕

#### 第七 〔ZK(〕章■■闽南沿海人群循环系统疾病的调查 〔HT4H〕

##### 一. 国内外鱼油与循环系统疾病关系的研究概述

二. 资料来源与方法

三. 结果与讨论

■(一) 患病率、死亡率、疾病的构成比

■(二) 调查的结果分析 [ZK]

厦门大学博硕士论文摘要库

〔LM〕

〔MM〕第一章 绪论〔MM〕

〔BT1〕第一章 绪论 〔ML〕

〔BT2〕一. 闽南台湾浅滩渔场简介 〔ML〕

闽南-台湾浅滩渔场位于台湾海峡南部，地理位置为东径 116° 00' -119° 30'，北纬 22° 00' -24° 30'，是我国东南海域重要的大陆架渔场，研究表明(洪华生等，1991)：该海区属于亚热带

季风气候区，海底地形极为复杂，加上多种水系在此交汇，几乎终年存在上升流，上升流区与中心渔场的范围基本吻合。一般来说，上升流区表层的海水往往呈现低温、高盐、高密、高浮游生物量、高有机碳、高砷、高氟里昂和低镁、低 pH、低铜、低镍、低氯同位素

与富营养盐类以及高初级生产力等方面的特征。上升流区饵料浮游生物高生物量区常形成中心渔场，海洋锋面附近出现浮游生物高生物量区，形成鱼类高生产力，它常常也是中心渔场的分布位置。

闽南-台湾浅滩渔场鱼类丰富，根据闽南渔业指挥部提供的资料(曾建中等，1997)及文献(卢振彬等，1998)(汪伟洋等，1997)，该渔场中上层鱼

类资源量为 37-50 万吨，可捕量为 10-15 万吨，最大持续可捕量为 15.3 万吨。底层鱼类资源量

为 12-15 万吨，可捕量为 4-5 万

吨。虾类资源量 1.2-1.5 万吨，可捕量 0.5-0.8 万吨。头足类资源量 2-3 万吨，可捕量 1.5-2 万

吨。闽南-台湾浅滩渔场 1995 年海洋捕捞总产量为 46.46 万吨，1996 年为 46.34 万吨，1997 年为

50.42 万吨，其中灯光围网(主要捕获中上层鱼类)1995 年为 8.6 万吨，1996 年为 8.8 万吨

，1997 年为 11.2 万吨，资源量十分丰富，经济价值可观。

闽南-台湾浅滩渔场的金色小沙丁鱼、竹筴鱼、蓝圆〔HT4<sup>+</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕、颌圆〔HT4<sup>+</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕、鲐鱼、羽鳃鲐等中上层鱼类群聚，已经查明是

属于闽南、粤东近海-台湾浅滩地方群系(戴泉水，1984)。终生均在闽南-台湾浅滩渔场度过，经常混栖，且具有趋光习性。这些中上层鱼类成为灯光围网作业的主要渔获对象。

〔BT2〕二. 六种主要中上层鱼类介绍 〔ML〕

在每年 8-12 万吨渔获总产量的灯光围网捕获的中上层鱼类中，蓝圆〔HT4<sup>+</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕，金色小沙丁鱼，颌圆〔HT4<sup>+</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕，竹筴鱼，羽鳃鲐占总产量的 90%以上，其中蓝圆〔HT4<sup>+</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕，金色小沙丁鱼，鲐鱼占总产量的 70%以上。可以看出，这六种主要中上层鱼类在闽南-台湾浅滩渔场具有可观的产量，而且近几年产量波动不大，资源保持相对稳定。

1. 金色小沙丁鱼(*Sardinella aurita*)属鲱形目，鲱科，鲱亚科，小沙丁鱼属，主要渔获年龄为 0-3 龄，占渔获物年龄组成的 95.2%(杨圣云等，1984)。每年 3-8 月为捕捞盛期，冬季部分鱼群游到外海越冬。

2. 竹筴鱼(*Trachurus japonicus*)属鲈形目，〔HT4<sup>+</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕科，〔HT4<sup>+</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕亚科，竹筴鱼属，全年渔获物中 1 龄鱼占绝对多数(70%)，余为 2 龄鱼(25%)(戴泉水等，1991)，每年的 10 月至翌年的 3 月为捕捞生殖群体时期。

3. 蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] (*Decapterus maruadsi*) 属鲈形目, [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] 科, [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] 亚科, 圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] 属, 主要渔获年龄为 0-3 龄, 占渔获物年龄组成的 90.11%(张其永等, 1985)。春汛主要捕捞生殖群体, 夏汛主要捕捞当年生的和产过卵的索饵群体。
4. 颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] (*Decapterus lajang*) 属鲈形目, [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] 科, [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] 亚科, 圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] 属, 主要渔获年龄为 0-3 龄, 占渔获物年龄组成的 99.44%(张杰等, 1984)。春汛捕捞生殖群体, 夏汛捕捞索饵群体。
5. 鲐鱼(*Pneumatophorus japonicus*) 属鲈形目, 鲭亚目, 鲭科, 鲐属, 主要渔获年龄为 0-3 龄, 占渔获物年龄组成的 98.15%(卢振彬等, 1991)。其中 2 龄鱼占优势(50-80%)。3-6 月为捕捞生殖群体时期。
6. 羽鳃鲐(*Rastrelliger kanagurta*) 属鲈形目, 鲭亚目, 鲭科, 羽鳃鲐属, 主要渔获年龄为 0-2 龄, 占渔获物年龄组成的 96.91%(卢振彬等, 1991)。4-7 月为捕捞生殖群体时期。

上述六种主要中上层鱼类种群皆为 r-选择生活史类型, 具有生命周期短, 生长速度快, 当年春季出生的幼鱼, 夏汛便可以成为捕捞对象, 在渔业上有较高的生产量以及性成熟早, 资源恢复补充能力强的特点, 可以在较低年龄以较高水平的捕捞死亡率进行捕捞。

### 〔BT2〕 三. 研究目的及意义 〔ML〕

本论文选择上述六种资源量较高的中上层鱼类为研究对象, 运用等离子发射光谱仪(ICP-AES)、氧弹式热量计、氨基酸分析仪、TSP 分析软件等较为先进的仪器和手段, 主要研究鱼肌中的生化组成

和鱼油中的脂类组成, 脂肪酸组成及其变化, 有关该渔场中上层鱼类在这两方面的研究, 国内尚未见报道。鱼肌

中无机成分(水份、灰分、热值、无机元素)的测定数据, 可为进一步研究海洋生态系统食物链和能流提供有价值的参考。鱼肌中有机成分(蛋白质、氨基酸、脂肪)的测定数据可为评价这些鱼类的营养价值提供理论依据。

鱼油中脂类组成及鱼油的脂肪酸含量及其变化的研究是本文的重要组成部分。国内外以往的研究

(详见第四章前言)只是测定数量很少的几个样品, 结果分析很少与鱼类生物学相联系。本文结合六种中上层鱼类的生物学特征, 在一年中逐月定点采样, 反映出了鱼类在不同季节的脂肪酸组成的特点, 本研究共测定六种鱼类 132 个油样的脂肪酸组成及含量, 这是国内首次系统地较全面地分析鱼类的脂肪酸的研究, 具有较高的理论价值。EPA 和 DHA 这两种脂肪酸对人体

的健康有益, 已引起人们的关注, 目前国内销售的鱼油产品(胶囊)大都为进口或进口分装。我

们的研究提供了六种中上层鱼类 EPA 和 DHA 含量的较为准确的数据, 这可为海洋生物保健品和药物的研究和开发提供重要的依据, 从这个意义上说本文的研究具有一定的应用价值。

闽南-台湾浅滩渔场中上层鱼类的研究历史悠久, 但几乎都集中在资源、生长、食性等生物学方面, 涉

及生殖生物学的论文较少, 本文拟就这薄弱环节就六种中上层鱼类生殖生物学的一些基本问

题作初步探讨。它可为进一步的研究打下基础。

本文还结合三年所收集的闽南-台湾浅滩渔场灯光围网的渔获资料作一部分渔业分析。为今后的渔业资源研究提供参考。

ω-3 多不饱和脂肪酸对心血管疾病的发病率有一定的影响, 国外报道不少(详见第七章前言)

但国内从未开展过这方面的调查。我们尝试调查了闽南沿海的几个县的心血管疾病的发病率并与远离海边的山区几个县作了对比。以期引起人们对此问题的关注并作更深入的研究。【LM】

【MM】第二章 六种中上层鱼类鱼肌的无机成分研究【MM】

【BT1】第二章 六种中上层鱼类【SX(B)】鱼肌的无机成分研究【SX】 【ML】

【BT2】一. 前言 【ML】

在生物的生化组成中无机成分占有很重要的位置, 本研究共测定了六种中上层鱼类鱼肌中水分、灰分

、热值、无机元素等五项无机成分。水分是动物体中含量最大的组成部分, 是维持机体正常生理活动的重要物质, 机体若丧失水分至 20%, 就无法存活。水是构成细胞内外液的成分, 是

许多营养素和代谢物的载体, 机体内的化学变化必须有水参加。随着鱼体的生长, 肌体中水分含量会发生变化。灰分即无机盐的成分, 灰分的 60-80%是由 Ca、Mg、K、Na、P、S、Cl 这七种无机盐组成。无机盐是构成机体组织和维持正常生理功能所必需, 它不能提供热能, 不能在体内合成, 除了排泄出体外, 也不能在体内代谢过程中消失, 因此它在营养中有它的特殊性。热值代表的是鱼体所含的能量, 能量的产生源于蛋白质、脂肪、碳水化合物的氧化作用, 能量可供给机体维持生存、生长发育的需要。在生物医学中, 一般把 O、C、N、H(占有

机体总量的 96%)和 Ca、P、S、K、Na、Cl、Mg(占有机体总量的 3.6%)这 11 种元素称为常量元素, 其它的称为微量元素。无论是常量元素还是微量元素, 对机体的存在和生理活动都有十分重要的作用。

海洋作为生命的发源地, 人类蛋白质的重要来源, 研究海洋鱼类的无机成分, 具有重要的学术价值。海洋生物圈是海洋生物地球化学循环的一个重要环节, 其中灰分、热值、无机元素在

海洋生物食物链中的含量、积累及其随着营养级增高的传递是重要的基础资料, 而一些海洋生物具有富集某些特定元素的机能, 这些资料在海产品的食用、保健、海洋药物开发等方面有实际价值。

有关鱼类的无机成分研究报道综述如下。陈少莲(1983, 1992)分析了淡水鲢、鳙、草鱼、团头鲂等的生化成分和能值; 王道尊等(1987)分析了青鱼、

草鱼、团头鲂的肌肉的生化组成; 谢刚等(1989)分析了鳊鲃肌肉的生化组成; 欧阳培等(1985)测定了厦门海域头索动物门的文昌鱼体内七种重金属的含量; 高淑英(1994)分析了湄州湾生物(含鲭鱼)体内重金属含量并作了评价; 王军(1994)分析了三种弹涂鱼的生化组成和能值

洪瑞川等(1997)分析了万安红鲤(*Cyprinus carpio* var. *wan*)的营养成分; 林黑着(1997)分

析了鲮鱼的营养成分; 熊传喜(1994)分析了乌鳢的营养成分; 郑元甲(1995)报道日本骏河湾

绿鳍、马面〔HT4〕, 7SS〕鱼〔KG-\*5〕屯〔HT〕鱼体成分及其季节变化; 刘明星等(1983)报道了渤海湾鱼类、

甲壳动物、软体动物的痕量金属含量; 陆超华(1991)评价了广东省海域经济鱼类的重金属污染。

Vanpelt(1997)分析了毛鳞鱼(Capelin), 玉筋鱼(Sand lance), 枪乌贼(squid)的化学组成, 有能值, 灰分等

内容。Kiyoko Saeki(1984)报道了东方〔HT4〕, 7SS〕鱼〔KG-\*5〕屯〔HT〕( Fugu rubripes )的鱼体成分及其季节变化, 认为水份、灰分等成分含量整年保持恒定。Tomoko kojima et al(1986)分析了日本 17 种淡水鱼的成分。Kiyoko saeki et al (1984)分析了 10 种海水

鱼的

生化成分, 包括竹筴鱼( Horse mackerel )等鱼。Takako aoki(1991)分析了 6 种鱼类的化

学组成并与养

殖鱼类作了比较。Hale Malcolm(1983)分析了大西洋及墨西哥湾的金色小沙丁鱼(Spanish sardine)、后丝鲱(Thread herring)、马鲛鱼(Chub mackerel)等中上层鱼的生化组成。Hale Malcolm(1984)又报道了墨西哥湾

三种沿海中上层鱼类的生化组成。Neighbors(1982)分析了 19 种鱼类的水分含量并与脂质、浮力相联系作了分析。

## 〔BT2〕二. 材料和方法 〔ML〕

本研究的所有材料均于 96 年 9 月至 97 年 9 月逐月取自闽南-台湾浅滩渔场东山渔港。常规生物

学测定后, 剔除头骨和脊椎骨, 用粉碎器将肌肉捣碎, 保存在-18℃的冰箱中。

### 〔BT3〕(一) 水分测定(直接干燥法) 〔ML〕

取洁净扁形称量瓶, 置 110℃烘箱中加热 1 小时, 取出称重并重复干燥至恒重, 称取 10 克左右

磨碎的湿肌样放入称量瓶中, 精密称量后, 置 110℃烘箱中烘干一昼夜, 取出冷却称重并重复干燥至恒重。

水份含量计算  $x = \frac{m_1 - m_2}{m_3 - m_1} \times 100$  〔HT5SS〕

〔JB〕 $x$ ——样品中水分的含量 %;  $m_1$ ——称量瓶重 + 湿样重 g ;

$m_2$ ——称量瓶重 + 干样重 g ;  $m_3$ ——称量瓶重 g .〔JB〕) 〔HT〕

### 〔BT3〕(二) 灰分测定 〔ML〕

取小型瓷坩埚置马福炉(600℃)中灼烧半小时, 取出冷却后称重, 并重复灼烧至恒重, 加入 1 克烘干的干肌样, 称量, 先以小火加热使样品充分炭化至无烟, 然后置马福炉(600℃)中灼烧至无炭粒, 即灰化完全, 取出冷却后称重并重复灼烧至恒重, 灰分含量计算

$x = \frac{m_1 - m_2}{m_3 - m_1} \times 100$  〔HT5SS〕

〔JB〕 $x$ ——样品中灰分的含量 %;  $m_1$ ——坩埚重 + 灰分的重 g ;

$m_2$ ——坩埚重 g ;  $m_3$ ——坩埚重 + 样品重 g .〔JB〕) 〔HT〕

### 〔BT3〕(三) 热值测定 〔ML〕

所谓物质的热值, 是指单位重量的燃料完全燃烧后冷却到原来温度所放出的热量, 即燃料中的 C 转变为 CO<sub>2</sub>, H 转变为 H<sub>2</sub>O, S 变成 SO<sub>2</sub>, 其它元素变为游离态或氧化物。

本研究使用的是氧弹式热量计，测定中，先使已知热值的一定量的苯甲酸在热量计中燃烧，求出热量计的水当量(即在数值上等于量热体系温度升高一度所需要的热值)。

$$K = [SX(Q_e) \Delta T_e(SX)]$$

〔HT5SS〕〔K——水当量 Q——热效应(卡/克)  $\Delta T$ ——升高的温度〕〔HT〕

准确称量已烘干鱼肌肉样 1 克，置于洁净坩埚中，放入热量计中燃烧。测量体系中温度的升高( $\Delta T$ )，所测样品的燃烧值为  $Q_x$

$$Q_x = [SX(Q_e) \Delta T_e(SX)] \Delta T = K \cdot \Delta T \quad [HT5SS]$$

〔JB(〔K——水当量  $\Delta T$ ——热量计中发生未知热效应所测得的温升  $Q_x$ ——热效应(卡/克)〔JB)〕〕〔HT〕

#### 〔BT3〕(四) 无机元素的测定 〔ML〕

称取 1 克已烘干的肌肉样入消化管中，加少量水湿润，加入 15ml  $HNO_3$  和 2ml  $HClO_4$

(优级纯)，浸泡半小时，在炉上加热(350℃)，将混合液加热至近无色，若有残留固体未被硝化，可再加入 5ml  $HNO_3$  和 1ml  $HClO_4$ ，直至硝化完全，冷却后用 0.5N  $HNO_3$  转

移样品至 50ml 容量瓶中定容待测定。

无机元素分析测定采用电感耦合等离子体发射光谱仪(ICP-AES)，ICP-AES 的主要特点有：(1) 可进行多元素同时测定，检测能力强；(2) 线性范围宽，可达到 5 个数量级；(3) 样品用量少，一次进样量约 2ml；(4) 测定精度高，即稳定性强，当谱线强度大于或等于背景强度时，精密密度为 1-2%；(5) 化学干扰少，由于 ICP 光源自身的优越性，其干扰比使用其它发射光源的干

扰要小得多。

测试过程中重要实验参数有：射频功率 1.1KW，载气 10L/min，辅助气 10L/min，冷却气 8L/min，观测高度 10mm，测量条件为曝光 3 秒钟，取 3 次平均值。

各元素分析线波长(nm)如下表。〔HT5" SS〕

〔BG(!)〕〔BHDG2, K4, K2\*2/3, 10, K3, K2\*2/3, 3〕

元素 〔〕 P 〔〕 K 〔〕 Na 〔〕 Mg 〔〕 Ca 〔〕 Zn 〔〕 Fe 〔〕 Mn 〔〕 Al 〔〕 Cu 〔〕 Ni 〔〕 Co 〔〕 Cd 〔〕 Pb 〔BH〕

波长 〔〕 178.2 〔〕 766.4 〔〕 589.5 〔〕 279.5 〔〕 317.9 〔〕 213.8 〔〕 259.9 〔〕 257.6 〔〕 309.2 〔〕 324.7 〔〕 231.61 〔〕 238.8 〔〕 226.5 〔〕 220.3 〔BG)〕 〔HT〕

在进行样品测定时，每个样本采集四次强度数据，取其平均值，此外还平行测量了样品空白，混合标准贮备液配制浓度为：

Mn、Al、Ca 标准液浓度为 0、2、5、10  $\mu g/ml$ ；P 标准浓度为 0、5、10、20  $\mu g/ml$ ，其余元素

标准浓度为 0、0.8、2.4、4.8  $\mu g/ml$ 。在减去空白值后制成各种元素浓度与强度值的标准曲线，根据样品所测得的强度值在标准曲线上求得相对应的元素含量。

#### 〔BT2〕三. 结果与讨论 〔ML〕

##### 〔BT3〕(一) 鱼肌水分含量 〔ML〕

1. 采样记录——六种鱼类均于 1996 年 9 月-1997 年 9 月逐月采自东山岛灯围渔船，金色沙

丁鱼

叉

长范围为 240-123mm，体重范围为 233-28.5g；竹~~三~~鱼叉长范围为 260-120mm，体重范围为 28

4

-28g；蓝圆〔HT4<sup>”</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕叉长范围为 275-94mm，体重范围为 306-11.5g；颌圆〔HT4<sup>”</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕叉长范围为 290-166mm，体重范围为 297-56g；鲈鱼叉长范围为 290-158mm，体重范围为 352-43g；羽鳃鲈叉长范围为 250-126mm，体重

范围为 289-22g。

2. 平均水份含量 〔HT5H〕

〔JZ〕表 2-1 六种中上层鱼类肌肉的水分含量 〔JZ〕

Tab2-1 六种中上层鱼类肌肉的水分含量 〔HT5<sup>”</sup> SS〕

〔BG(!)〕〔BHDG4, K6, K6, K6. 5〕〔XXZS-YX〕〔BS(YSX3Y1-YSX1\*2Y1)〕

鱼名〔BS〕〔BS(ZXX1Y1\*2-ZXX2\*2Y1\*2)项目〔BS〕〕〔〕金色小沙丁鱼〔〕竹~~三~~鱼〔〕蓝圆〔HT5<sup>”</sup>，7

SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT5<sup>”</sup> SS〕〔〕颌圆〔HT5<sup>”</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT5<sup>”</sup> SS〕〔〕鲈鱼〔〕羽鳃鲈〔BHDG2, K6, K6, K6. 5〕

样本数〔〕82〔〕84〔〕95〔〕74〔〕75〔〕77〔BH〕

水分含量〔〕73.92〔〕73.54〔〕73.12〔〕72.18〔〕70.20〔〕73.46〔BH〕

标准差〔〕3.08〔〕3.45〔〕3.67〔〕3.13〔〕3.19〔〕2.86〔BH〕

水分含量变幅〔〕66.23-81.25〔〕66.71-82.07〔〕67.12-83.76〔〕65.40-83.53〔〕60.25-77.22〔〕66.51-81.29〔BG)〕〔HT〕

体肌水分含量从大至小的顺序依次为：金色小沙丁鱼>竹~~三~~鱼>羽鳃鲈>蓝圆〔HT4<sup>”</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕>颌圆〔HT4<sup>”</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕>鲈鱼

〔BT3〕(二) 水分含量与体长的关系 〔ML〕

下列线性方程中 Y——叉长(mm)，x——水分含量。

金色小沙丁鱼：〔WB〕 $Y=79.213-0.028x$ 〔WB〕 $R=-0.650$

竹~~三~~鱼：〔DW1〕 $Y=78.596-0.027x$ 〔DW2〕 $R=-0.727$

蓝圆〔HT4<sup>”</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕：〔DW1〕 $Y=83.982-0.058x$ 〔DW2〕 $R=-0.550$

颌圆〔HT4<sup>”</sup>，7SS〕鱼〔KG-\*5〕参〔HT〕：〔DW1〕 $Y=72.939-0.004x$ 〔DW2〕 $R=-0.525$

鲈鱼：〔DW1〕 $Y=71.226-0.004x$ 〔DW2〕 $R=-0.6390$

羽鳃鲈：〔DW1〕 $Y=83.245-0.047x$ 〔DW2〕 $R=-0.641$

从上面的相关性可以看出六种中上层鱼类鱼肌水分含量与体长之间存在比较显著的线性相关，水分的百分含量随着体长的增加而逐渐减少。

〔BT3〕(三) 鱼肌水分含量的周年变化 〔ML〕〔LM〕

〔HT5H〕

〔JZ〕表 2-2 六种中上层鱼类肌肉水分含量的周年变化 〔JZ〕

Tab2-2 六种中上层鱼类肌肉水分含量的周年变化 〔HT5<sup>”</sup> SS〕

〔BG(!)〕〔BHDG4, K6, K3. 12〕〔XXZS-YX〕〔BS(YSX3Y1-YSX1\*2Y1)〕

月份[BS]] [BS(ZXX1Y1\*2-ZXX2\*2Y1\*2)] 鱼名[BS] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12  
 [BHDG2, K6, K3. 12]  
 金色小沙丁鱼 73.07 73.09 72.23 75.84 77.72 73.27 74.21 72.11 70.36 76.60 77.32 75.39 [BH]  
 竹筴鱼 75.51 77.46 75.43 76.17 74.37 68.12 72.53 72.87 73.27 72.60 71.32 74.08 [BH]  
 蓝圆 [HT5", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT5" SS] 74.83 75.46 72.14 71.10 75.03 73.05 74.09 71.59 72.34 71.66 72.64 73.88 [BH]  
 颌圆 [HT5", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT5" SS] 73.72 73.15 72.15 72.45 70.09 71.70 73.64 66.40 69.16 74.16 76.15 74.84 [BH]  
 鲱鱼 69.39 71.01 71.12 72.66 71.24 73.80 70.78 65.11 68.57 71.73 68.65 68.57 [BH]  
 羽鳃鲱 74.36 73.09 72.80 70.65 74.27 74.06 72.20 71.44 73.67 77.64 72.83 76.79 [BG) [HT]  
 从上表的分析反映, 鱼肌的水分含量并没有比较明显的季节变化现象。

[BT3] (四) 灰分和热值 [ML]

共测定六种鱼类 22 个样品的灰分含量和热值, 采样记录和结果见表 2-3。灰分含量为每克干肌中所含的灰分, 热值亦为每克干肌所含的能量。

[JZ] [HT5H] 表 2-3 六种中上层鱼类鱼肌灰分含量和热值测定的采样记录及结果  
 Tab2-3 [ZK] Sampling record and result of ash content and energy values determination in muscle of six pelagic fishes [ZK] [HT5" SS]  
 [BG(!) [BHDG2, K6, K12. 3]  
 鱼名 金色小沙丁鱼 竹筴鱼 蓝圆 [HT5", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT5" SS] [BHDG2, K6, K3. 12]  
 样品号 I II III IV I II III IV I II III IV [BH]  
 采集时间 96.10 96.10 96.10 96.11 96.10 96.10 96.10 96.10 96.10 96.10 96.10 96.11 [BH]  
 叉长(mm) 185 170 115 128 182 178 178 185 130 100 170 120 [BH]  
 体重(g) 93 67 17.5 27 98.7 90.8 93 91 27 27 73 22.5 [BH]  
 灰分含量% 7.99 8.12 8.35 11.69 7.10 6.92 7.21 7.20 9.74 10.18 10.36 9.37 [BH]  
 热值 kj/g 23.53 22.17 21.83 20.29 25.15 24.38 24.64 25.01 21.73 21.51 23.46 20.98 [BHDG2, K6, K12. 3]  
 平均灰分含量 9.04±1.77 7.11±0.13 9.91±0.45 [BH]  
 平均热值 21.96±1.33 24.80±0.35 21.92±1.07 [BG) [LM] [HT]

续表 2-3 [HT5" SS]  
 [BG(!) [BHDG2, K6, K12. 3]

鱼名 [ ] 颌圆 [HT5", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT5" SS] [ ] 鲈鱼 [ ] 羽鳃鲈 [BHDG2, K6, K3. 12]

样品号 [ ] I [ ] II [ ] III [ ] IV [ ] I [ ] II [ ] III [ ] IV [BH]

采集时间 [ ] 96.10 [ ] 96.10 [ ] 96.11 [ ] 96.11 [ ] 96.10 [ ] 96.10 [ ] [ ] [ ] 96.10 [ ] 96.10 [ ] 96.10 [BH]

叉长(mm) [ ] 180 [ ] 180 [ ] 210 [ ] 190 [ ] 240 [ ] 185 [ ] [ ] [ ] 200 [ ] 200 [ ] 200 [ ] 153 [BH]

体重(g) [ ] 79.5 [ ] 74.5 [ ] 123.5 [ ] 83.5 [ ] 185 [ ] 93.5 [ ] [ ] [ ] 144 [ ] 143 [ ] 146 [ ] 55.5 [BH]

灰分含量% [ ] 7.30 [ ] 7.57 [ ] 7.42 [ ] 6.71 [ ] 4.83 [ ] 5.49 [ ] [ ] [ ] 6.54 [ ] 7.22 [ ] 7.74 [ ] 7.35 [BH]

热值 Kj/g [ ] 23.37 [ ] 22.36 [ ] 21.76 [ ] 21.49 [ ] 27.26 [ ] 24.38 [ ] [ ] [ ] 23.03 [ ] 22.82 [ ] 21.84 [ ] 21.42 [BHDG2, K6, K12. 3]

平均灰分含量 [ ]  $7.25 \pm 0.38$  [ ]  $5.16 \pm 0.47$  [ ]  $7.21 \pm 0.50$  [BH]

平均热值 [ ]  $22.25 \pm 0.83$  [ ]  $25.82 \pm 2.04$  [ ]  $22.28 \pm 0.77$  [BG] [HT]

灰分和热值结果分析如下:

(1) 灰分含量从大至小的顺序依次是: 蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] > 金色小沙丁鱼 > 颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] > 羽鳃鲈 > 竹鱼 > 鲈鱼

六种鱼类灰分含量与体长的关系不明显, 也就是说, 随着体长的增长, 一尾鱼的灰分绝对含量是不断增加, 相对含量则保持相对的稳定状态。

(2) 热值从大至小的顺序依次是: 鲈鱼 > 竹鱼 > 羽鳃鲈 > 颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] > 金色小沙丁鱼 > 蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]

热值与体长的相关关系如下: Y-热值, x-叉长

金色小沙丁鱼: [WB]  $Y=17.45+0.030x$  [ ]  $R=0.7546$

竹鱼: [DW]  $Y=9.58+0.084x$  [ ]  $R=0.8174$

蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]: [DW]  $Y=17.76+0.032x$  [ ]  $R=0.8783$

颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]: [DW]  $Y=29.24-0.037x$  [ ]  $R=-0.6250$

鲈鱼: [DW]  $Y=14.69+0.052x$  [ ]  $R=1.0000$

羽鳃鲈: [DW]  $Y=17.70+0.024x$  [ ]  $R=0.7406$

除颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] 特殊外, 其余五种鱼热值与体长呈比较明显的线性正相关。随鱼体的增长, 肌肉所含的相对能量相应增多。

[BT3] (五) 无机元素的含量 [ML]

1. 采样记录 [ML] 此次共测定样品 23 个, 记录如表 2-5。 [LM]

[HT5" H] [JZ]

表 2-5 无机元素测定的采样记录 [JZ]

Tab2-5 Sampling record of mineral contents determination [HT5" SS]

[BG(!) [BHDG2, K6, K12. 3]

鱼名 [ ] 金色小沙丁鱼 [ ] 竹鱼 [ ] 蓝圆 [HT5", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT5" SS] [BH DG2, K6, K3. 12]

样品号 [ ] I [ ] II [ ] III [ ] IV [ ] I [ ] II [ ] III [ ] IV [ ] I [ ] II [ ] III [ ] IV [ BHDG2, K6, K3. 12]

采集日期 [ ] 97.3 [ ] 97.3 [ ] 97.9 [ ] 97.9 [ ] 97.3 [ ] 97.3 [ ] 97.9 [ ] 97.9 [ ] 97.3

97.3 97.9 97.9 [BH]  
 叉长(mm) 205 145 204 178 195 202 203 150 200 160  
 213 198 [BH]  
 体重(g) 154 52 138 85.5 115 120 125 62.5 123.5 61.  
 5 145 125 [BG]  
 [BG(!) [BHDG2, K6, K12. 3]  
 鱼名 [颌圆 [HT5", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT5" SS] [鲈鱼 [羽鳃鲈 [BHDG2, K  
 6, K3. 12]  
 样品号 I II III IV I II III IV I II III [BH]  
 采集日期 97.3 97.3 97.9 97.9 97.3 97.3 97.9 97.9 97.3  
 97.9 97.9 [BH]  
 叉长(mm) 220 198 260 205 270 225 256 230 195 248  
 214 [BH]  
 体重(g) 120 116 204 101 298.5 165 217.5 167 127 28  
 7 177 [BG]

[JZ] [HT6H]表 2-6 六种中上层鱼类肌肉无机元素的含量( $\mu\text{g/g}$ (干肌)) [JZ]  
 Tab2-6 Mineral contents of muscle in six pelagic fishes [HT6SS]

[BG(!) [BHDG4, K6, K7. 6] [XXZS-YX] [BS(YSX3Y1-YSX1\*2Y1)]  
 鱼名[BS] [BS(ZSX\*2Y1-ZXX3Y1)]元素含量[BS]  
 [金色小沙丁鱼 [竹鱼 [蓝圆 [HT6, 7SS] 鱼 [KG-\*3] 参 [HT6SS] [颌圆  
 [HT6, 7SS] 鱼 [KG-\*3] 参 [HT6SS] [鲈鱼 [羽鳃鲈 [BHDG2, K6, K7. 6] [HT6"  
 SS]  
 P 5976.05 $\pm$ 590.58 5974.91 $\pm$ 764.30 5339.16 $\pm$ 517.83 5358.70 $\pm$ 888.55  
 5068.10 $\pm$ 512.33 7620.52 $\pm$ 853.96 [BH]  
 K 580.00 $\pm$ 43.90 441.95 $\pm$ 5.39 431.99 $\pm$ 42.54 410.98 $\pm$ 162.82 447.71  
 $\pm$ 82.63 742.97 $\pm$ 57.47 [BH]  
 Na 1409.82 $\pm$ 120.12 1653.62 $\pm$ 423.64 916.82 $\pm$ 136.27 944.35 $\pm$ 177.03  
 1189.11 $\pm$ 588.67 1544.91 $\pm$ 501.46 [BH]  
 Mg 905.85 $\pm$ 90.52 937.94 $\pm$ 76.36 734.11 $\pm$ 28.31 748.05 $\pm$ 126.09 787.1  
 5 $\pm$ 168.89 1042.76 $\pm$ 117.73 [BH]  
 Ca 3190.50 $\pm$ 630.19 6513.65 $\pm$ 2134.55 4794.89 $\pm$ 1276.96 4232.10 $\pm$ 684.70  
 2296.06 $\pm$ 215.03 4793.96 $\pm$ 998.57 [BH]  
 Zn 17.13 $\pm$ 6.08 19.96 $\pm$ 5.08 15.96 $\pm$ 7.07 24.62 $\pm$ 9.87 21.42 $\pm$ 5.05  
 32.52 $\pm$ 3.31 [BH]  
 Fe 43.71 $\pm$ 3.86 19.12 $\pm$ 3.62 17.24 $\pm$ 0.98 42.74 $\pm$ 16.18 24.96 $\pm$ 6.69  
 35.09 $\pm$ 5.43 [BH]  
 Mn 3.08 $\pm$ 0.73 2.08 $\pm$ 1.53 1.49 $\pm$ 0.52 1.52 $\pm$ 0.49 3.08 $\pm$ 1.53 2.51  
 $\pm$ 1.57 [BH]  
 Al 4.72 $\pm$ 3.00 8.76 $\pm$ 3.62 0.14 $\pm$ 0.29 22.86 $\pm$ 27.37 10.58 $\pm$ 13.35  
 14.90 $\pm$ 18.75 [BH]  
 Cu - - - - - [BH]

Ni [ ] 8.84±1.07 [ ] 1.89±3.79 [ ] - [ ] 6.79±8.62 [ ] - [ ] - [BH]  
Co [ ] - [ ] - [ ] - [ ] - [ ] - [ ] - [BH]  
Cd [ ] - [ ] - [ ] - [ ] - [ ] - [ ] - [BH]  
pb [ ] 13.38±3.44 [ ] - [ ] - [ ] - [ ] 5.69±6.59 [ ] 3.15±5.45 [BG]  
\*\*\* “-” 表示未检测到。 [HT]

## 2. 每种鱼类各种元素的含量比较 [ML] [HJ\*3/5]

- (1) 金色小沙丁鱼: P>Ca>Na>Mg>K>Fe>Zn>Pb>Ni>Al>Mn, Cu、Co、Cd 未检测到。
- (2) 竹<sub>三</sub>鱼: Ca>P>Na>Mg>K>Zn>Fe>Al>Mn>Ni, Cu、Co、Cd、Pb 未检测到。
- (3) 蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]: P>Ca>Na>Mg>K>Fe>Zn>Mn>Al, Cu、Ni、Co、Cd、Pb 未检测到。
- (4) 颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]: P>Ca>Na>Mg>K>Fe>Zn>Al>Ni>Mn, Cu、Co、Cd、Pb 未检测到。
- (5) 鲑鱼: P>Ca>Na>Mg>K>Fe>Zn>Al>Pb>Mn, Cu、Ni、Co、Cd 未检测到。
- (6) 羽鳃鲈: P>Ca>Na>Mg>K>Fe>Zn>Al>Pb>Mn, Cu、Ni、Co、Cd 未检测到。

## 3. 不同鱼类各种元素含量比较 [ML]

每种元素在不同鱼类肌体中含量由大至小的顺序依次为:

- P: 羽鳃鲈>金色小沙丁鱼>竹<sub>三</sub>鱼>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >鲑鱼
- K: 羽鳃鲈>金色小沙丁鱼>鲑鱼>竹<sub>三</sub>鱼>蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]
- Na: 竹<sub>三</sub>鱼>羽鳃鲈>金色小沙丁鱼>鲑鱼>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]
- Mg: 羽鳃鲈>竹<sub>三</sub>鱼>金色小沙丁鱼>鲑鱼>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]
- Ca: 竹<sub>三</sub>鱼>蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >羽鳃鲈>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >金色小沙丁鱼>鲑鱼
- Zn: 羽鳃鲈>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >鲑鱼>竹<sub>三</sub>鱼>金色小沙丁鱼>蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]
- Fe: 金色小沙丁鱼>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >羽鳃鲈>鲑鱼>竹<sub>三</sub>鱼>蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]
- Mn: 金色小沙丁鱼=鲑鱼>羽鳃鲈>竹<sub>三</sub>鱼>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]
- Al: 颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >羽鳃鲈>鲑鱼>竹<sub>三</sub>鱼>金色小沙丁鱼>蓝圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT]
- Cu: 六种鱼均未检测到。
- Ni: 金色小沙丁鱼>颌圆 [HT4", 7SS] 鱼 [KG-\*5] 参 [HT] >竹<sub>三</sub>鱼。其它三种鱼未检测到。
- Co: 六种鱼均未检测到。
- Cd: 六种鱼均未检测到。
- Pb: 金色小沙丁鱼>鲑鱼>羽鳃鲈, 其它三种鱼未检测到。

## 4. 微量金属元素分析 [ML]

微量金属元素在生物体中的分布一方面取决于不同种生物体的利用和积累金属的方式, 另一方面取决于元素本身的物理化学性质, Zn、Fe、Mn、Cu、Ni 是生物体必需, 是其营养不可缺少







Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库