文章编号:1009-038X(2002)01-0033-05

# 加热条件对几种西非鱼种鱼糜凝胶特性的影响

汪之和, 范秀娟, 顾红梅, 陈明洲
(上海水产大学 食品学院,上海 200090)

**摘 要**:研究了不同的加热温度、加热时间和加热方式对8种西非鱼糜冻藏后凝胶特性的影响.结果显示这些鱼糜基本上在40 ℃加热时具有较强的凝胶强度,60~70 ℃为凝胶劣化温度段;采用40 ℃加热20 min后再在90 ℃加热40 min的二段加热方式,可使鱼糜制品具有较高的硬度、弹性和凝胶强度.此外,马鲛鱼、竹荚鱼和花鲷具有较强的抗蛋白质冷冻变性的能力,并具有较高的凝胶强度.

**关键词**:西非鱼糜;凝胶特性;加热条件
**中图分类号**:O 648.17 **文献标识码**:A

# Effect of Heating Conditions on the Gel Character of Some Kinds of West Africa Surimi

WANG Zhi-he, FAN Xiou-juan, GU Hong-mei, CHEN Ming-zhou
(School of Food Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract**: Effects of heating temperature, time and methods on the gel character of eight kinds of west Africa surimis which had been frozen at -18 ℃ for 8 mouths were studied. The results showed that there surimis heated at 40 ℃ for 20 minutes or 60 minutes exhibited higher gel strength and a temperature range of thermal gel-degradation was at 60~70 ℃. That surimis products, which were heated at 40 ℃ for 20 minutes, then at 90 ℃ for 40 minutes had higher hardness, elasticity and gel strength. Besides, the protein in meat of Spanish mackerel, Horse-mackerel, Sompat grunt had stronger resistance to freezing denaturation, and could form stronger gel.

**Key words**: west Africa surimis; gel strength; heating condition

自20世纪60年代初日本成功开发了以狭鳕为原料生产冷冻鱼糜的工艺后,鱼糜制品加工业得到了迅猛的发展.几十年来,狭鳕的年捕获量都在300~600万吨之间,从而造成了这一资源的逐渐衰退,然而,市场对鱼糜制品的需求量仍在不断地增加,因此,开发和利用其它渔业资源作为生产冷冻鱼糜和鱼糜制品的原料已越来越迫切.日本已对其周围海域和北太平洋鱼种的肌肉蛋白质变性和凝胶特性进行了研究[1~3].中国水产总公司开拓远洋捕捞已有十多年历史,在西非有一支拥有两百余艘船只的船队.西非面临大西洋,沿海大陆架广阔、平坦,主要经济鱼类达70多种,其中主要有细齿海鲇(*Arius heudeloti*)、竹荚鱼(*Trachurus trachurus*)、马鲛鱼(*Scmberomorus tritor*)、金大眼鲷(*Priacanthus ham-*

收稿日期:2001-10-20; 修订日期:2001-12-25.
作者简介:汪之和(1958-),男,江苏宜兴人,工学硕士,副教授.

万方数据

*rur*)、鰤鱼(*Llisha africana*)、带鱼(*Trichiurus fepturus*)、花鲷(*Pomadasys jubelini*)和沙丁鱼(*Sardina pilchardus*)等.这些鱼种产量高、价格低,且肌肉具有一定的弹性,因此具有作为生产冷冻鱼糜原料的条件.然而,对其肌肉凝胶特性的研究尚未见报道.为此,在研究了漂洗条件对这些鱼糜凝胶特性的影响后[4],又对加热温度、时间和加热方式对其鱼糜的凝胶特性的影响作了探索和分析.

## 1 材料与方法

### 1.1 冷冻鱼糜的制备

取冰鲜保藏后处于僵硬期的西非细齿海鲇、竹荚鱼、马鲛鱼、金大眼鲷、鰤鱼、带鱼、花鲷和沙丁鱼等作为原料,去头去内脏,用清水洗去粘液和血污,再经采肉机采肉,得到碎鱼肉.然后分别用 5 倍量的清水漂洗 3 次,经滤布绞干后,再分别加入 4%蔗糖、4%山梨醇、0.1%三聚磷酸钠、0.1%焦磷酸钠和 0.5%蔗糖脂肪酸酯[5],搅拌均匀后于 -18 ℃冷库冻藏 8 个月.

### 1.2 鱼香肠的调制

取解冻后的鱼糜样品进行擂溃,空擂 5 min 后,加入 3%食盐,再擂溃 20 min,灌肠,然后在 40、50、60、70、80、90 ℃分别加热 20 min 或 60 min.同时,还分别进行了二段加热试验,即在 40 ℃时先加热 20 min,再分别在 80 ℃或 90 ℃时加热 40 min,加热完毕后取出在冰水中冷却 30 min,再在室温下放置 24 h,供测试用.

### 1.3 鱼糜制品的硬度、弹性和凝胶强度的测定

将样品切成 13 mm 厚的圆柱体,于 NRM-2003J 流变仪进行测定,压头直径 5 mm,压力压下至凝胶破断时的凹陷深度为凝胶的弹性,此时的破断强度为硬度,而凝胶强度值 = 弹性值 × 硬度值.

## 2 结果与讨论

加热温度、加热时间和加热方式是影响鱼糜制品凝胶强度的重要因素,这些因素对凝胶的硬度、弹性和凝胶强度均有影响.

### 2.1 不同温度 20 min 加热对不同鱼种鱼糜凝胶特性的影响

不同鱼种鱼糜由每隔 10 ℃从 40 ~ 90 ℃温度段分别加热 20 min 后其制品的破断强度、凹陷深度和凝胶强度如图 1 所示.可知,8 种鱼的鱼糜在不同温度加热时其硬度、弹性和凝胶强度的变化呈现“V”字型,变化趋势基本一致,其特点为硬度、弹性和凝胶强度 3 项指标的数值在 40 ℃加热时均较大,然后随着加热温度的提高而逐渐下降(马鲛鱼和沙丁鱼例外,前者在 50 ~ 60 ℃时较高,后者在 40 ℃时较高).其中,金大眼鲷、带鱼、花鲷和沙丁鱼在 60 ℃时最低,而细齿海鲇、竹荚鱼、马鲛鱼和鰤鱼在 70 ℃时最低,随后,又随着加热温度的提高而增加.这些结果与日本学者对狭鳕、远东拟沙丁鱼、鲐鱼和 鱼的研究结论相似[6,7].主要原因为肌球蛋白之间能通过已有的二硫键和疏水键形成三维的网络状结构,并在网络状结构中固定了一定量的水分;此外,还与鱼糜中存在的碱性蛋白酶有关,在 40 ℃左右加热时,此酶活性还较低,因而表现为具有较强的弹性、硬度和凝胶强度[8,9];随着加热温度的提高,碱性蛋白酶活性开始逐渐增强,至 60 ~ 70 ℃时达到高峰,并表现出对网状结构的破坏,从而使硬度、弹性和凝胶强度都有所下降;而当温度再提高时,凝胶中心能较快地通过 60 ~ 70 ℃之间的温度带而导致酶的快速失活,凝胶网状结构破坏程度减少,因而又表现出具有较高的硬度、弹性和凝胶强度.总之,不同温度所表现出来的凝胶特性与肌原纤维蛋白螺旋结构的展开并形成网络结构有关[8].资料显示,带鱼和竹荚鱼都具有较好的凝胶形成能力和凝胶强度[10],但带鱼经 8 个月冻藏后凝胶强度约为 192 g·cm,说明蛋白质冷冻变性程度较大;同样,细齿海鲇、鰤鱼和沙丁鱼也有类似情况,表现为凝胶强度较低;而马鲛鱼、竹荚鱼和花鲷具有较高的抗蛋白质冷冻变性的能力,经 8 个月冷藏后其凝胶强度仍分别达到 400 g·cm、350 g·cm 和 375 g·cm.其中,除竹荚鱼肌肉为血红肉含量较高、色泽较深外,马鲛鱼和花鲷鱼肌的色泽较淡,是加工冷冻鱼糜和鱼糜制品较好的原料.

### 2.2 不同温度 60 min 加热对 8 种鱼糜凝胶特性的影响

为了考察加热时间对凝胶特性的影响,对不同鱼种鱼糜以每隔 10 ℃从 40 ~ 90 ℃温度段分别加热 60 min,其制品的硬度、弹性和凝胶强度如图 2 所示.可见,在同样条件下,加热时间延长至 60 min 后,8 种鱼的鱼糜在硬度、弹性和凝胶强度的变化趋势上与加热 20 min 所呈现的特点相似,也呈“V”字型,说明其肌原纤维蛋白在加热中形成三维网络结构的变化和碱性蛋白酶的作用机理基本一致,都在 40 ℃时肌原纤维蛋白会发生成胶作用而形成凝胶,并具有较好的凝胶强度.在 60 ~ 70 ℃温度段,因酶的作用而发生解胶现象,此时凝胶强度最低,80 ~ 90 ℃温度段凝胶变化的机理与 20 min 加热一致.值得指出的是,与图 1 相比较,所有 8 种鱼糜在 40 ~ 50

万方数据

℃和 80 ~ 90 ℃段加热 60 min 形成的凝胶在硬度、弹性和凝胶强度等指标上与20 min加热的凝胶较接近,而在 60 ~ 70 ℃温度段明显低于相应条件下 20 min 加热的凝胶,马鲛鱼、竹荚鱼、花鲷、鲥鱼和沙丁鱼下降的幅度尤为明显,Shimizu 对白腹鲭和沙丁鱼 20 min 和 2 h 加热的凝胶也有此特点.这与在此温度段长时间加热使鱼糜中的碱性蛋白酶的活性得到充分的表现导致解胶现象发生而使凝胶劣化有关.而在 40 ~ 50 ℃和 80 ~ 90 ℃温度段,肌原纤维形成的网状结构和碱性蛋白酶活性的表现在不同加热时间所体现的机理基本一致,因而指标也比较接近.因此,从时间和能耗等因素综合考虑,根据鱼种的不同,在 80 ℃或 90 ℃时加热20 min为宜.

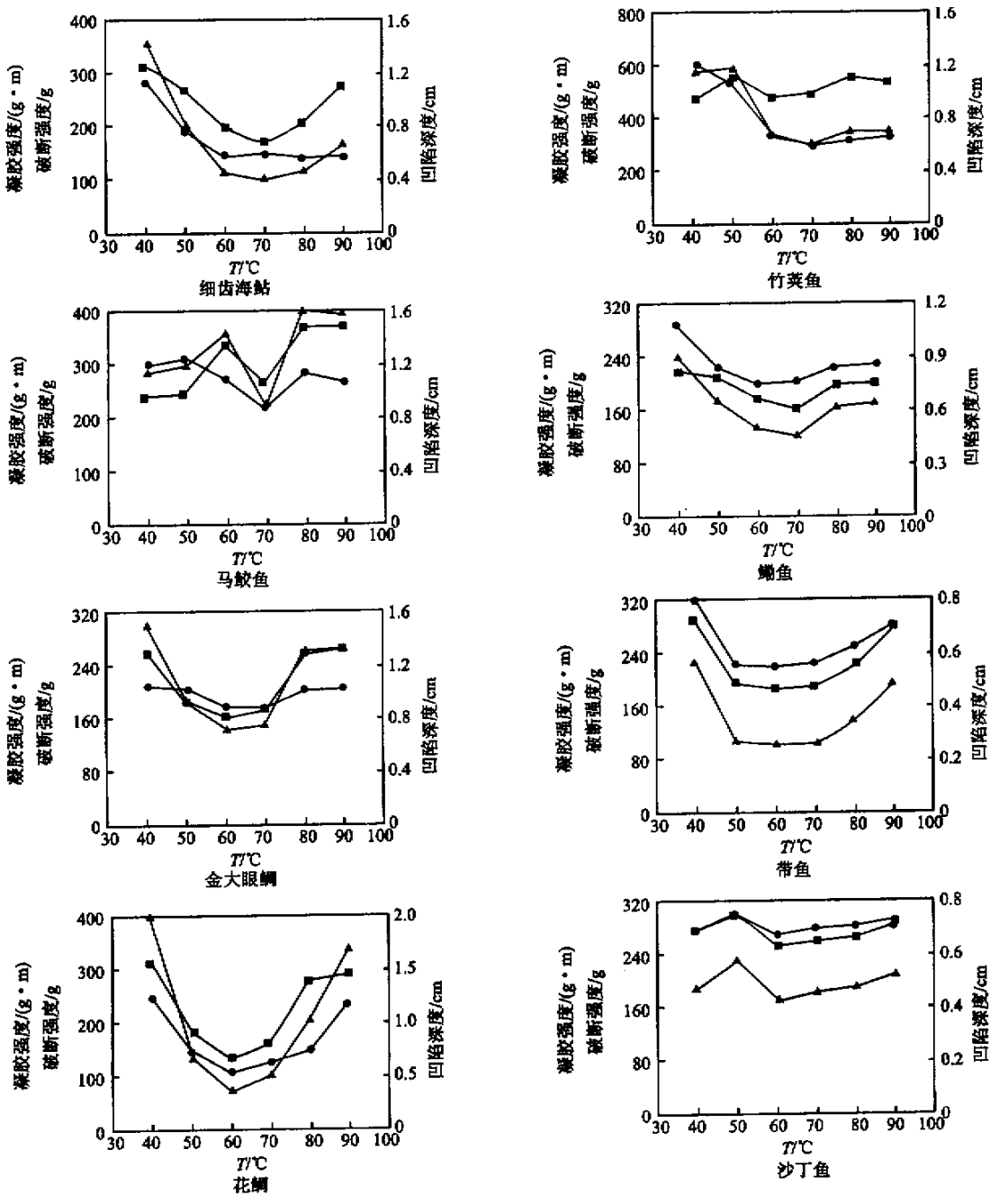



图 1　不同鱼种鱼糜加热 20 min 后的凝胶特性

Fig. 1　Gel character of eight kinds of surimi after heating for 20 minutes at different temperature

万方数据

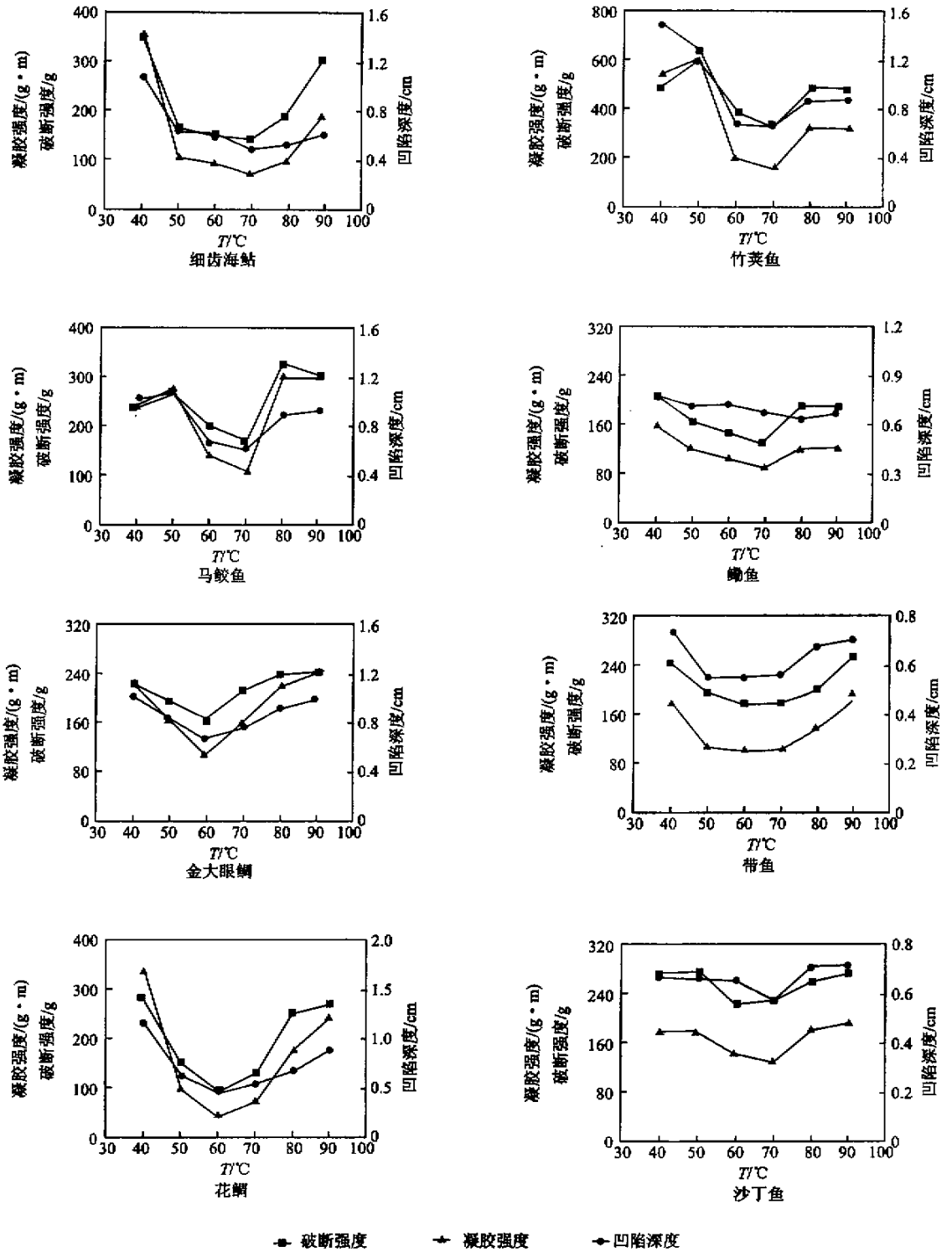



**图 2 不同鱼种鱼糜加热 60 min 后的凝胶特性**

**Fig.2 Gel character of eight kinds of surimis after heating for 60 minutes at different temperature**

### 2.3 二步加热对鱼糜凝胶强度的影响

由图 1 和图 2 可知，各种不同鱼糜基本上都在 40 ℃加热时具有较强的凝胶形成能力，而在 80 ~ 90 ℃加热则可以使凝胶快速通过凝胶劣化温度带并具有较强的凝胶强度. 为此，采用 40 ℃加热20 min 再 80 ℃加热 40 min，和 40 ℃加热 20 min 再90 ℃加热 40 min 这 2 种加热方式，结果如图 3 所示.

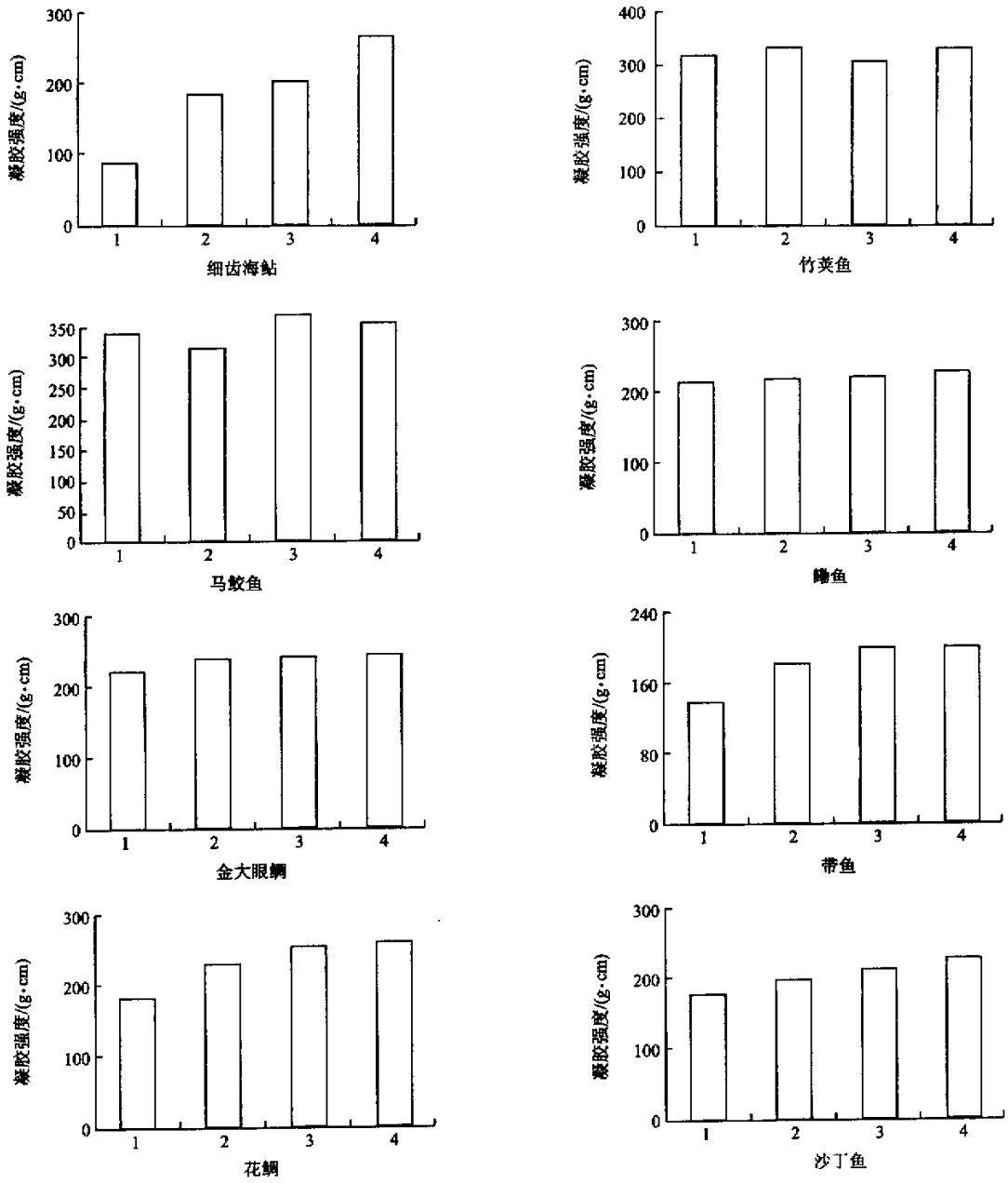



**图 3　8 种鱼糜二段加热的凝胶强度**

**Fig.3　Gel strength of eight kinds of surimis for two steps heating**

由图 3 可知，与相应的一段加热相比，不同鱼种鱼糜二段加热形成凝胶的效果不一样，其中，效果明显的有细齿海鲇，其两种二段加热方式比相应的一段加热方式凝胶强度分别提高了 137.5% 和 46.7%，马鲛鱼分别为 10.4% 和 13.3%，带鱼分别为 48.8% 和 10.9%，花鲷分别为 41.6% 和 13.5%，沙丁鱼分别为 8% 和 14.6%，而竹荚鱼、鲥鱼和金大眼鲷也都略有增加，但效果不明显，这种鱼种之间的差异主要与其肌球蛋白的结构和加热中形成网状结构的特点有关．此外，采用 40 ℃和 90 ℃的二段加热比 40 ℃和 80 ℃的二段加热效果要好，这与在 90 ℃高温中凝胶更易通过劣化温度带有关．

（下转第 57 页）

组成，与 Yoko 等[1,3,4]的报道一致，但其它性质表现出一定的差异．主要表现在：

1）L68 C23D 适应温度和 pH 范围更广．最适反应温度 35 ℃，且酶活力在 15～65 ℃比较稳定；最适 pH 为 8.0，在 pH 7.0～10.5 酶活力较高且比较稳定．

2）某些金属离子尤其是 $Fe^{3+}$ 对 L68 C23D 酶活力有强烈的抑制作用．这些差别可能与该酶的来源不同、分离纯化方法不同有关，其具体原因尚需进一步研究．

## 参考文献：


[1] 王银善，庞学军，赵永芳．解酚假单胞菌邻苯二酚-2,3-双加氧酶的纯化和某些性质[J]．生物化学与生物物理进展 1983(1)：44－48．

[2] 张炜，殷长传，郑佐华等．耐热邻苯二酚 2,3-双加氧酶的表达、纯化及性质[J]．生物化学与生物物理学报，1998，(6)：579－584．

[3] TAKEHIRO K，TETSUO I，KIHACHIRO H，*et al*．Overexpression of Pseudomonas putida Catechol 2,3-Dioxygenase with High Specific Activity by Genetically Engineered Escherichia coli[J]．**J Biochem**，1995，117：614－622．

[4] YOKO N，SHUICHIRO M，RIU S，*et al*．Induction，Purification，and Characterization of Catechol 2,3-dioxygenase from Aniline-assimilating Pseudomonas sp FK-8-2[J]．**J Bio Chem**，1991，55(5)：1281－128．

[5] YUTAKA K，NOBUTOMO I，OSAMU H．Metapyrocatechase：a New Catechol-cleaving Enzyme[J]．**The Journal of Biological Chemistry**，1961，(8)：2223－2228．

[6] LLWRY O H，ROSEBROUGH N J，FARR A L，*et al*．Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent[J]．**J Biol Chem**，1951，193(1)：265－275．

[7] STEFAN R K，THOMAS K，DAGMAR M，*et al*．Degradation of Chloroaromatics：Purification and Characterization of a Novel Type of Chlorocatechol 2,3-Dioxygenase of Pseudomonas putida GJ31[J]．**Journal of Bacterology**，1998，(2)：296－302．

[8] LINEWEAVER H，BURK D．The determination of enzyme dissociation constants[J]．**J Am Chem Soc**，1934，56：658－666．


（责任编辑 秦和平）

（上接第 37 页）

## 3　结　论

1）8 种鱼糜基本上都在 40 ℃加热表现出具有较强的凝胶特性，60～70 ℃为凝胶劣化温度段，80～90 ℃加热可使凝胶快速通过凝胶劣化温度段而提高凝胶的硬度、弹性和凝胶强度．

2）二段加热的凝胶强度优于一段加热，宜采用 40 ℃加热 20 min 和 90 ℃加热 40 min 的加热方式．

3）马鲛鱼、竹荚鱼和花鲷具有较强的抗蛋白质冷冻变性的能力和较高的凝胶强度．其中，马鲛鱼和花鲷的色泽较白，是加工鱼糜制品的理想原料．

## 参考文献：


[1] 西竑平．底ダラ类の冷冻すり身化の试み[J]．水产ねり制品技术研究会志，1981，9(3)：125－130．

[2] 西竑平，中村金良，野吴洋等．深海性鱼类の冷冻すり身に关する试验[J]．北水试月报，1984，41：380－402．

[3] 福田裕，挂端甲一，新井健一．冷冻および贮藏中におけゐ深海性鱼类の肌原纤维タンパク质の变性[J]．日本水产学会志，1981，47：663－672．

[4] 汪之和．漂洗工艺和抗冻剂对几种西非鱼糜凝胶特性和色泽的影响[J]．中国水产科学，2001，2(8)：80－84．

[5] 天津轻工业学院食品工业教研室编．食品添加剂[M]．北京：轻工业出版社，1978．331－332，486－496．

[6] 山内寿一，村井裕一，福田裕等．サバすり身の加热温度と时间によゐゲル形成能特性について[R]．青森县水产物加工研究所试验研究报告，1980，13－30．

[7] 志水宽．鱼肉ねり制品ゲル形成能[M]．东京：恒星社厚生阁，1981．42－65．

[8] 孙朝陈．鱼浆加工技术[M]．台北：华香园出版社，1992，283－291，291－297．

[9] OGAWA，KANAMARU，MIYASHITA．Alpha-Helical structure of fish actomyosin：Changes during setting[J]．**January of Food Science**，1995，60：297－298．

[10] 汪之和．利用西非渔业资源开发冷冻鱼糜生产的可行性研究[J]．水产科技情报，1998，4(25)：153－157．


（责任编辑 杨 萌，朱 明）

万方数据