

文章编号:1004-7271(2002)02-0138-07

## 鱿鱼皮胶原蛋白的测定与回收

秦玉青, 刘承初, 王 慥

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

**摘 要:**为回收鱿鱼皮中胶原蛋白等有益成分,首先对胶原蛋白的定量方法进行了考察,确立了适用于鱿鱼皮中胶原蛋白含量测定(以羟脯氨酸计)的方法。结果表明,在测定鱿鱼皮中胶原蛋白的含量时,宜先将鱿鱼皮进行脱脂处理,然后再直接水解测定羟脯氨酸。就水解条件而言,可分别采用 120℃ 水解 12h 或 130℃ 水解 6h 代替 ISO-3496E 方法中的 105℃ 水解 16h,以缩短水解时间。其次,采用酶法促溶和热水提取的方法对鱿鱼皮中胶原蛋白进行回收利用,以胶原蛋白回收率为依据,得出胃蛋白酶 5℃ 酶解 72h 和 100℃ 水提 6h 分别为酶法提取和热水提取的最佳条件,将提取液调配后进行感官鉴定,统计结果表明,胃蛋白酶提取液显著优于 100℃ 水提液。对胃蛋白酶酶提温度的选择说明,胃蛋白酶促溶温度宜控制在 15℃ 以下,以得到较高的胶原蛋白回收率和较好的酶提液色泽。

**关键词:**羟脯氨酸;胶原蛋白;鱿鱼皮;测定;回收

中图分类号:TS254.1;S985.9 文献标识码:A

## Recovery of the collagen from squid skin

QIN Yu-qing, LIU Cheng-chu, WANG Zao

(College of Food Science, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The method of determination of collagen (hydroxyproline) in squid skin was examined. Results suggest that the determination should be conducted after the raw material was defatted. The hydrolysis of the defatted sample at 120℃ for 12h or at 130℃ for 6h was equal to that at 105℃ for 16h as recommended by ISO. For the purpose of recovering collagen from squid skin, the grounded material was treated with hot water and proteases and the recovery rate of collagen was compared. The treatments with pepsin (5℃, pH2, 72h) and hot water (100℃, 6h) gave the highest recovery ratio of collagen. According to sensory evaluation, the extract obtained after the pepsin hydrolysis was preferable to hot water extract. In addition, the hydrolysis with pepsin should be carried out under 15℃ in order to obtain a good color extract.

**Key words:** hydroxyproline; collagen; squid skin; determination; recovery

我国是渔业生产大国。随着我国远洋鱿钓业的迅速发展,鱿鱼资源异军突起,成为我国重要的海洋经济头足类软体动物和主要的水产加工原料。据 FAO 渔业统计年鉴,1998 年我国鱿鱼年捕获量达 23.4 万吨,约占世界总量(260 万吨)的 9%<sup>[1]</sup>。据专家们估计,世界大陆架及大陆架斜坡上部海区的头足类蕴藏量约为 740 万吨。另一些学者认为,世界头足类的资源量为 1000 万吨至 1 亿吨。还有的学者认

收稿日期 2001-12-20

基金项目:上海市教委高校科技发展基金项目(2000J01)

作者简介:秦玉青(1974-),女,河南郑州人,上海水产大学 1999 级硕士研究生,专业方向为水产食品科学。E-mail: qinyuqing@sohu.com

为,大洋性鱿鱼的最高可捕量应为1~3亿吨。由此可见,我国以至于全世界,鱿鱼等头足类的资源潜力是很大的<sup>[2]</sup>。

然而,由于我国目前的鱿鱼加工技术含量低,鱿鱼在加工为鱿鱼干、鱿鱼花、咸鱿鱼、罐头及调味品等处理过程中约有35%的鱿鱼头、足、内脏及表皮等废弃物产生,其中鱿鱼皮占8~13%左右。对这些废弃物的处理,大多数工厂则采用了掩埋丢弃的方法,这不仅造成资源的极大浪费,更严重的是直接导致环境的污染。国外有研究发现,鱿鱼皮中胶原蛋白(collagen)含量较高<sup>[3]</sup>。胶原蛋白中含有丰富的甘氨酸、脯氨酸及羟脯氨酸,其水解产物中还有生理活性肽。这些特性使胶原蛋白及其水解产物在医疗、保健及美容方面具有良好的应用前景,从可食用和摄影等用的明胶,到香肠包装和功能食品添加剂,都有广泛的用途,并且可溶性胶原蛋白可被用于整容、化妆品及外科医用辅料、酶及生物活性物质的载体等医药卫生方面。胶原蛋白通常从含有结缔组织的屠宰动物废弃物中提取。而海洋动物,尤其是鱼皮中的胶原蛋白,即使在低温下也可溶于中性盐溶液或酸性溶液,比较容易调制得到可溶性胶原溶液,这为其利用提供了宝贵资源<sup>[4,5]</sup>。

本研究的目的在于将鱿鱼皮的胶原蛋白进行回收利用,为研制具有保健美容作用的天然胶原蛋白饮料产品,探索一条有效的途径并提供技术上的参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验原料

鱿鱼皮,太平洋褶柔鱼(*Todarodes pacificus*)和阿根廷短鳍枪乌贼(*Illex argentinus*),从上海水产总公司和上海鱼品厂获取,于-20℃冻藏,实验时4℃解冻。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 鱿鱼皮基本成分测定

鱿鱼皮经解冻沥干,剪碎后组织捣碎。鱿鱼皮中的水分、灰分、粗蛋白及粗脂肪按常规方法<sup>[6]</sup>进行测定,鱿鱼皮中总糖采用改良的苯酚-硫酸法<sup>[7]</sup>进行测定。

#### 1.2.2 鱿鱼皮中胶原蛋白含量(以羟脯氨酸计)的测定

采用改进的ISO 3496-E<sup>[8]</sup>方法测定羟脯氨酸(hydroxyproline,以下简称Hyp),将Hyp含量乘以换算系数14.1<sup>[5]</sup>即得到胶原蛋白含量。

#### 1.2.3 鱿鱼皮中胶原蛋白的回收

**酶法促溶回收** 利用蛋白酶可促进胶原蛋白溶解的特性<sup>[9]</sup>,采取酶法回收鱿鱼皮的胶原蛋白。将原料解冻,沥水后,组织捣碎成流动的糊状,然后按原料:水=1:1(W/V),匀浆10min,加入蛋白酶(酶:料=1:100)匀浆10min,蛋白酶分别选用胰酶、胰蛋白酶(中国医药集团上海化学试剂公司)、木瓜蛋白酶(上海蓝季科技发展有限公司),进行酶解。酶解后沸水浴灭酶10min,冷却后离心,得上清液,测定其中的羟脯氨酸含量,计算回收率。根据胰酶、胰蛋白酶、木瓜蛋白酶的最适酶解条件(50℃,近中性)<sup>[10]</sup>和文献报道条件(酶法促溶提取胶原蛋白多在低温下进行)<sup>[9]</sup>,本研究酶解温度分别设定为50℃(时间定为6h)和5℃(时间72h),胃蛋白酶酶解处理调pH=2,其它酶解不调pH。具体条件见表1。

**热水抽提回收** 胶原蛋白的变性温度为40℃左右,在热水中变性<sup>[9]</sup>,从而溶出,故分别采用50℃、80℃和100℃(沸水浴)的热水进行提取,时间均为6h,其它处理同酶法(表2)。

表1 鱿鱼皮中胶原蛋白回收的酶解条件

Tab.1 Conditions of enzyme treatment for the recovery of collagen from squid skin

酶解序列	酶的种类	酶解温度(℃)	酶解时间(h)
1	胰酶	5	72
2	胰蛋白酶	5	72
3	木瓜蛋白酶	5	72
4	胃蛋白酶	5	72
5	胰酶	50	6
6	胰蛋白酶	50	6
7	木瓜蛋白酶	50	6
8	胃蛋白酶	50	6

### 1.2.4 鱿鱼皮胶原蛋白提取液的感官鉴定

鱿鱼皮胶原蛋白提取液经初步感官鉴定后,用蜂蜜等进行调配。然后对产品按配对比较法进行感官鉴定和结果统计。选定 12 人组成感官鉴定小组,按照 Scheffe H 的改进方法<sup>[11,12]</sup>对各项指标进行评定。评定等级按  $A > B$ ,  $A > B$ ,  $A = B$ ,  $A < B$ ,  $A < < B$  进行。

## 2 结果

### 2.1 鱿鱼皮的一般成分

鱿鱼皮的基本成分见表 3,由表可知,在鱿鱼皮干物质中,粗蛋白为 76.23%。其中,胶原蛋白含量达 36.7%,占总蛋白的 48% 以上,因此,研究如何对胶原蛋白进行回收利用是非常必要的。

表 3 鱿鱼皮的基本成分

Tab.3 The proximate composition of squid skin

基本成分	水分	粗蛋白	总糖	粗脂肪	灰分
含量(%)	84.40 ± 1.52	11.13 ± 0.32	1.98 ± 0.09	0.95 ± 0.03	0.64 ± 0.02

### 2.2 胶原蛋白的定量

ISO 方法是针对肉及肉制品中羟脯氨酸含量的测定方法<sup>[8,13]</sup>,考虑到鱿鱼皮与一般畜肉在脂肪组成、水分含量、质构等方面具有显著不同,结合水产品胶原的定量方法<sup>[14]</sup>及胶原蛋白提取方法<sup>[15]</sup>,对 ISO 方法对鱿鱼皮的适用性从以下几方面进行考察。

#### 2.2.1 前处理对羟脯氨酸测定的影响

考虑到样品中含有大量的水溶性成分和肉质蛋白质,可能会干扰比色,所以采取脱脂和尿素溶解的方法作为前处理去除这些成分并考察这种处理方式对样品中羟脯氨酸含量测定的影响<sup>[14]</sup>。方法 1 为将鱿鱼皮用 1:10(料/液)的丙酮与乙醚各脱脂两次,每次半小时,离心,弃去上清液,测定残渣中的羟脯氨酸含量;方法 2 为在方法 1 的基础上,用 0.3M 的 TCA(三氯乙酸)在 90℃ 下提取 0.5h,测定提取液中的羟脯氨酸含量<sup>[15]</sup>;方法 3 为在方法 1 的基础上,将残渣用 20% 的尿素去除杂质(2h,磁力搅拌),离心去除上清液,在高压锅中用 120℃ 热水提取 0.5h,溶于热水的成分为胶原<sup>[14]</sup>。同时,为便于比较,直接将原料按照 ISO 方法测定羟脯氨酸含量作为对照,并将结果进行比较(见表 4)。

由表 4 可以看出,脱脂前后测定鱿鱼皮中羟脯氨酸含量,结果有显著性差异( $P < 0.05$ ),采用 ISO 方法直接测定的结果显著低于经过脱脂处理的测定结果,说明脂质对鱿鱼皮中的羟脯氨酸含量测定影响很大。因此测定鱿鱼皮胶原蛋白含量时,宜先进行脱脂处理。同时,将方法 1 的结果同方法 2 和方法 3 的结果比较,可以看出,将胶原蛋白提取后测定的结果要显著低于脱脂后直接测定的结果,这可能是用以上两种方法不能将胶原蛋白完全提取的缘故。假定方法 1 的测定结果为 100%,方法 2 用 TCA 提取胶原蛋白提取率达到 81%,而方法 3 先用 20% 尿素去杂蛋白,120℃ 热水浸提方法提取率只有 62%。以上结果表明,测定鱿鱼皮胶原蛋白含量时,将原料进行脱脂处理后,不宜再将胶原蛋白进行提取后测定,应脱脂后直接测定。

表 2 鱿鱼皮胶原蛋白回收的热水抽提条件

Tab.2 Conditions of hot water extraction for the recovery of collagen from squid skin

水提序列	温度(℃)	时间(h)
1	50	6
2	80	6
3	100	6

表 4 不同前处理条件下鱿鱼皮的羟脯氨酸含量

Tab.4 Hydroxyproline content in squid skin after different pre-treatments

前处理方法	实验号 Hyp(%)			X ± SD
	1	2	3	
ISO 直接测定(对照)	2.60	2.69	2.53	2.61 ± 0.07
脱脂后测定(方法 1)	4.80	5.26	5.04	5.03 ± 0.19
脱脂 + TCA 提取(方法 2)	4.65	4.92	4.77	4.78 ± 0.11
脱脂 + 热水提取(方法 3)	3.08	3.16	3.14	3.18 ± 0.05

作者后来又根据《水产化学实验法》中关于胶原蛋白的测定方法<sup>[16]</sup>,进行胶原蛋白的定量,将胶原蛋白折算成羟脯氨酸后(胶原蛋白含量/14.1),同方法 1 结果一致,验证了本结论。

### 2.2.2 水解温度对羟脯氨酸测定的影响

ISO 方法中,水解条件为 3M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,105℃水解 16h,时间较长。为缩短水解周期,试图以高温短时方法代替 ISO 方法中的水解条件,将水解温度提高至 120℃和 130℃,同 ISO 方法中的水解条件(对照)进行比较,结果如表 5 所示。

表 5 水解温度对羟脯氨酸含量测定的影响

Tab.5 The effects of hydrolysis temperature on the determination of Hyp

水解样品 (温度)	时间	Hyp(%)					X ± SD
		1	2	3	4	5	
鱿鱼皮 (120℃)	对照	2.60	2.62	2.53			2.58 ± 0.04
	4h	0.80	0.79	1.02			0.87 ± 0.11
	8h	2.04	1.94	2.39			2.12 ± 0.19
	12h	2.55	2.62	2.58			2.58 ± 0.03
鱿鱼皮酶解液 (130℃)	对照	0.35	0.35	0.36	0.37	0.36	0.36 ± 0.01
	3h	0.27	0.26	0.26	0.26	0.23	0.26 ± 0.02
	6h	0.34	0.34	0.36	0.37	0.36	0.35 ± 0.01

表 5 结果说明,对鱿鱼皮及产品,可以用高温短时方法替代 ISO 方法中的 3M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,105℃,16h 的水解条件。若将温度提高到 120℃,需要用 12h 达到水解完全,若将温度提高至 130℃,6h 即可水解完全。

### 2.2.3 氧化温度对羟脯氨酸含量测定的影响

ISO 方法中采用室温氧化,考虑到四季温差变化,本实验考察温度对羟脯氨酸测定的影响,结果如表 6。

表 6 氧化温度对羟脯氨酸含量测定的影响

Tab.6 The effects of oxidation temperature on the determination of hyp

温度(℃)	浓度(10 <sup>-6</sup> )不同 Hyp 浓度(10 <sup>-6</sup> g/mL)的 O.D 值						R <sup>2</sup>	标准公式
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5		
5	0	0.094	0.198	0.290	0.360	0.452	0.996	Y = 0.184x
17	0	0.112	0.216	0.300	0.390	0.500	0.997	Y = 0.200x
25	0	0.110	0.216	0.305	0.400	0.490	0.997	Y = 0.200x
37	0	0.098	0.210	0.295	0.380	0.475	0.998	Y = 0.193x

从表 6 结果可以看出,不同氧化温度测定的羟脯氨酸的结果还是有差异的,但将以上数据进行单因素方差分析(α = 0.05)的结果显示,在 α = 0.05 水平,组间无显著性差异,即:从统计结果来讲,不同的氧化温度对羟脯氨酸的显色无显著性影响。

以上结果表明,用比色法测定鱿鱼皮胶原蛋白(羟脯氨酸)含量时,宜对 ISO 方法进行适当改进,即将鱿鱼皮先进行脱脂处理,再直接水解测定,在水解温度上可将温度提高以缩短水解周期。

## 2.3 鱿鱼皮中胶原蛋白的回收

### 2.3.1 鱿鱼皮的水解条件

酶解条件 在 5℃和 50℃条件下,将鱿鱼皮分别用选用胰酶、胰蛋白酶、木瓜蛋白酶和胃蛋白酶进行酶解,鱿鱼皮胶原蛋白回收率如图 1 所示。从图 1 可以看出,5℃时胃蛋白酶酶解(pH = 2)和 50℃胰酶酶解胶原蛋白回收率最高,达到 95%,但是,50℃胰酶酶解液颜色深,苦味重,因此初步选定酶解条件为 5℃时胃蛋白酶酶解 72h。

热水抽提回收条件 热水提取结果如图 2 所示,从图 2 可以看出,随着温度升高,鱿鱼皮胶原蛋白

溶出增加,100℃水提6h胶原蛋白得率最高,达到90.3%。因此,热水抽提回收条件定为100℃水提6h。

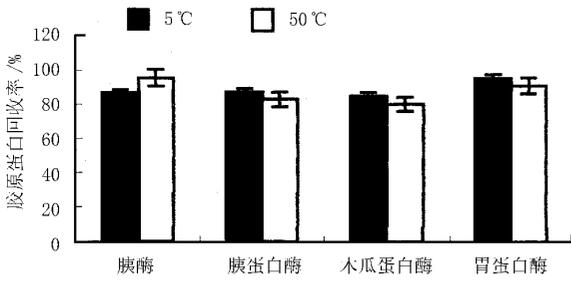


图1 酶法促溶的鱿鱼皮胶原蛋白回收率(5℃和50℃)

Fig.1 The recovery rate of collagen from squid skin by enzyme solubilization

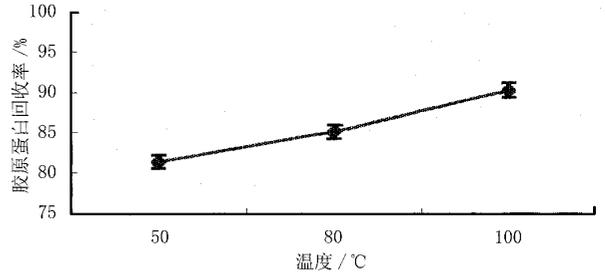


图2 不同水温下胶原蛋白的回收率

Fig.2 The recovery rate of collagen from squid skin by hot water extraction

### 2.3.2 鱿鱼皮水解液的感官评定

将100℃水提6h样品(A)和胃蛋白酶3℃酶解72h样品(B)加入蜂蜜等进行调配后(使胶原蛋白含量为3%),按配对比较法比较二者在鱼腥味、苦味、酸味、不良后味、稠度及嗜好性方面的差异性,结果如表7所示。

表7 鱿鱼皮水解液的感官评定结果

Tab.7 The result of sensory evaluation on the extract from squid skin

感官指标	A < B	A = B	A > B	总和
腥味**	4	4	3	-18
苦味**	1	1	13	23
酸味**	0	2	13	22
甜度*	5	0	4	-18
稠度	1	6	8	-3
不良后味**	1	4	13	20
嗜好性排序*	0	0	5	-14

注:没有星号代表两个样品差异不显著;\*代表两个样品间差异显著( $P < 0.05$ );\*\*代表两个样品间差异极显著( $P < 0.01$ )。

从表7可以看出,100℃水提6h样品和胃蛋白酶5℃水解72h样品在鱼腥味、苦味、酸味、不良后味这几方面均有极显著差异,胃蛋白酶酶解液除鱼腥味大之外,苦味淡,酸甜适中,不良后味小,均优于100℃水提液,甜度和嗜好性两者间差异显著,嗜好B的人数占鉴定人员的80%;而稠度二者之间感觉无差别。

作者曾进一步对水提液进行活性炭室温脱色及 $\beta$ -环糊精掩盖苦味处理,发现由于胶原蛋白的高粘性,用活性炭过滤有一定困难, $\beta$ -环糊精的结果也不甚理想,故放弃。而胃蛋白酶价格比较低廉,促溶方法易行,用胃蛋白酶促溶的产品颜色及味道更易被大家接受,有较好的市场发展潜力,故进一步对温度进行选择。

将鱿鱼皮解冻、组织捣碎成糊状,然后按原料:水=1:1(W/V),匀浆10min,调pH=2,加入胃蛋白酶(原料:酶=100:1),再匀浆10min,置于不同温度下,其中5℃、10℃、15℃酶解72h;20℃、25℃酶解48h;30℃、40℃、50℃酶解24h,沸水浴灭酶20min,冷却后离心,得上清液,测定其中的羟脯氨酸含量,计算回收率,结果如图3所示。

由图3,胶原蛋白回收结果来看,胃蛋白酶对其促溶结果基本在90%以上,差别不大,但随着温度升高,酶解液颜色逐渐加深,且逐渐有恶臭出现,这可能是细菌和酶共同作用的结果。综合考虑,宜采用

5℃、10℃、15℃温度为好,最多不能超过 20℃,这样的产品,颜色呈浅黄~橙黄~橙红,溶液透明,最终 pH 为 2.8 左右,羟脯氨酸含量在 2-4mg/mL,折合成胶原蛋白含量为 28-56mg/mL(2.8%-5.6%)。

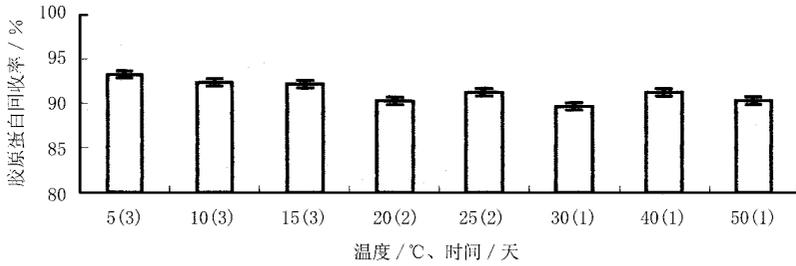


图 3 不同温度下胃蛋白酶对鱿鱼皮中胶原蛋白的回收率

Fig.3 The recovery rate of collagen from squid skin by pepsin treatment under different temperature

### 3 讨论

在测定鱼皮原料羟脯氨酸含量过程中,发现鱿鱼皮原料中羟脯氨酸含量在 2.1%~5.2%(干重)之间波动。Maria 等<sup>[3]</sup>测定阿根廷短鳍枪乌贼和巴塔哥尼亚枪乌贼(*Loligo Patagonica*)皮中的羟脯氨酸含量分别为 4.9%和 3.4%,同本实验数据基本一致。Maria 用比色法测定鱿鱼原料羟脯氨酸含量时,结果有较大的偏差,他认为可能是由鱿鱼种类、个体大小、生活区域、性别以及年龄的不同而引起的,David<sup>[19]</sup>认为羟脯氨酸的含量还与加工过程中的处理方法、羟脯氨酸的测定方法等有关。本实验所用鱿鱼皮原料,来自工厂的下脚料,主要是太平洋褶柔鱼(*Todarodes pacificus*)和阿根廷短鳍枪乌贼两个品种,鱿鱼种类的比例、个体大小均随来料的不同而变化,加工方法也因工厂产品的不同而变化,使鱿鱼皮原料的均一性受到影响,这可能是引起本实验中原料羟脯氨酸含量波动的原因之一。故每次做胶原蛋白回收时,将原料尽量捣碎、混匀,并每次测定原料的胶原蛋白含量,以求胶原蛋白回收率的准确性。

胶原蛋白分子由 3 条多肽链形成三股螺旋,胶原分子中含有非胶原性间质成分,而且随着年龄的增长,胶原分子间出现共价键架桥。这些架桥大多位于胶原分子 N 端及 C 端的非胶原性肽(尾肽)部分,因而易被多种蛋白酶切断,但三股螺旋区只能被胶原酶破坏。胶原蛋白酶对胶原蛋白的水解主要是破坏胶原蛋白的螺旋区,使胶原蛋白水解为小分子肽类及游离氨基酸,而其它蛋白酶对胶原蛋白的酶解促溶,只是切除胶原蛋白的尾肽,使其变为可溶<sup>[9]</sup>。所以用胃蛋白酶低温促溶的胶原蛋白溶液,同原胶原(tropocollagen)具有相同的形状、大小及氨基酸组成,同酸溶性胶原蛋白在性质上无显著不同<sup>[19]</sup>,所提出的胶原蛋白为天然的、未变性的大分子胶原蛋白,应该具有良好的应用和发展前景,因为鱿鱼胶原蛋白的变性温度为 27-28℃<sup>[19]</sup>,非常容易变性,所以用热水提取胶原的过程,基本是将胶原蛋白变性,作为分子量较小的明胶而提出。

本胶原蛋白回收的研制过程,主要是以研制鱿鱼皮胶原蛋白美容饮料为目的,考虑到其它蛋白对饮料无不利影响,尚可作为饮料中的营养成分,且相对含量较低,故对其不做去除,直接对胶原蛋白进行回收。

2002 届上海水产大学食品学院本科毕业生张奇、周俊同学参加了部分实验工作,在此一并表示感谢。

## 参考文献：

- [ 1 ] FAO. Fishery Statistics , Capture Production[ Z ]. FAO yearbook. 1998 , 86( 1 ).
- [ 2 ] 欧瑞木. 鱿鱼[ M ]. 北京 : 海洋出版社 , 1990.
- [ 3 ] Maria Sadowska , Zdzislaw E Sikorski. Collagen in the tissues of squid( *Illex argentinus* and *Loligo Patagonica* )- content and solubility[ J ]. J Food Biochem , 1987 , 11 : 109 - 120.
- [ 4 ] 鸿巢章二, 桥本周久. 水产利用化学[ M ]. 北京 : 中国农业出版社 , 1992.
- [ 5 ] Iona Kolodziejska , Zdzislaw E Sikorski , Celina Niecikowska. Parameters affecting the isolation of collagen from squid( *Illex argentinus* ) skins[ J ]. J Food Chem , 1999 , 66( 2 ) : 153 - 157.
- [ 6 ] 黄伟坤. 食品检验与分析[ M ]. 北京 : 轻工业出版社 , 1989.
- [ 7 ] 林颖, 吴毓敏, 吴雯, 等. 天然产物中的糖含量测定方法正确性的研究[ J ]. 天然产物研究与开发 , 1996 , 8( 3 ) : 5 - 8.
- [ 8 ] Anonymous. Meat and meat products —— Determination of hydroxyproline content[ S ]. ISO 3496( E ).
- [ 9 ] 永井裕, 藤本大三郎. 胶原蛋白实验方法[ M ]. 上海 : 上海中医学院出版社 , 1988.
- [ 10 ] 扈文盛. 食品常用数据手册[ M ]. 北京 : 中国食品出版社 , 1987 , 51 - 52.
- [ 11 ] Scheffe H. An analysis of variation for paired comparisons[ J ]. J Am Stat Assoc , 1992 , 147 : 381 - 400.
- [ 12 ] Chengchu Liu , Katsuji Morioka , Yoshiaki Itoh , et al. Contribution of lipid oxidation to bitterness and loss of free amino acids in the autolytic extract from fish wastes[ J ]. Fisheries Science , 2000 , 66 : 343 - 348.
- [ 13 ] 钱毅, 赵国君. 食品分析法[ M ]. 上海 : 上海科学普及出版社 , 1989 , 344 - 347.
- [ 14 ] 日本食品工业学会《食品分析法》编辑委员会. 食品分析方法( 下 ) [ M ]. 重庆 : 四川科学技术出版社 , 1992 , 74 - 77.
- [ 15 ] Fitch S M , Margaret L R , Harkness R D. Extraction of collagen from tissues[ J ]. Nature , 1955 , 176 : 163.
- [ 16 ] 吉中禮二, 佐藤守. 水产化学实验法[ M ]. 东京 : 恒星社厚生阁 , 57 - 60.
- [ 17 ] Shigeru Kimura , Yoshihiro Nagaoka , Minoru Kubota. Studies on Marine Invertebrate Collagen-I. Some Collagen from Crustaceans and Molluscs [ J ]. Bull Jap Soc Sci Fish , 1969 , 35 : 743 - 748.
- [ 18 ] David J , Etherington , Trevor J , Sims. Detection and Estimation of Collger[ J ]. J Sci Food Agric , 1981 , 32 : 539 - 546.
- [ 19 ] J Morales , P Montero , A Moral. Isolation and partial characterization of two types of muscle collagen in some cephalopod[ J ]. J Agric Food Chem , 2000 , 48 , 2142 - 2148.

## 下期文章摘要

## 海洋生物中毒素的研究进展

王 艳, 周培根, 戚晓玉

( 上海水产大学食品学院 , 上海 200090 )

摘 要 在海洋生物中, 存在一类高活性的特殊代谢成分, 即海洋生物毒素。海洋生物毒素资源丰富, 种类多, 分布广, 据估计有 1000 多种, 其中已确定结构的有几十种。海洋生物毒素是海洋天然产物的重要组成部分, 亦是海洋生物活性物质中研究进展最迅速的领域, 海洋生物毒素具有结构奇特, 活性广泛且活性强等特点。海洋生物毒素具有独特的药理活性, 是典型的海洋生物药物。多数海洋生物毒素均有较强的神经毒性, 而且作用于神经离子通道, 因而对神经系统起重要作用。本文主要报道了河豚毒素、芋螺毒素和海葵毒素这几年的研究进展, 其它几种毒素做了简要概述。

关键词 毒素; 河豚毒素; 芋螺毒素; 海葵毒素