第4卷第2期 上海水产大学学报 Vol.4, No.2
1995年6月 JOURNAL OF SHANGHAI FISHERIES UNIVERSITY June, 1995

研究简报

用液滴法估算鱼肉蛋白质冷冻变性的程度

MEASUREMENT PROTEIN DENATURATLDN OF FISH MUSCLE DURING FROZEN STORAGE BY DRIP METHOD

汪之和 王 慥
(上海水产大学食品学院，200090)

Wang Zhi-he and Wang Zao
(*Food College*, *SFU*, 200090)

关键词 液滴法，蛋白质变性
KEYWORDS drip method, protein denaturation

对于鱼肉蛋白质在冻藏中的变性，国外曾先后用盐溶性蛋白的溶解度和肌原纤维Ca--ATPase活性作为衡量的指标，取得了很好的结果且一直沿用至今。但这种测定的实验条件要求较高，操作复杂，不易迅速作出判断。本文根据蛋白质变性后有大量疏水基团的暴露而使其持水能力下降的原理，采用液滴法来评估蛋白质冷冻变性的程度。本研究选择了"三去"鲢等原料，在－10℃和－18℃二种冻藏温度条件下测定了其液滴与盐溶性蛋白溶解度和凝胶强度三项指标，发现三者之间存在着很高的相关性。由于此法操作简便，易快速判断，故具有一定的实用性。

1 材料和方法

1.1 原料处理

将鲜活鲢按"三去"[张任武，1990]规格处理，其中一部分鲢采肉制成鱼糜，取一半鱼糜参照日本对鱼糜制品的要求[万建荣等，1991]添加0.1%焦磷酸钠，0.2%三聚磷酸钠和5% 蔗糖并混匀。鲢鱼糜和添加抗冻剂鱼糜等原料于－20℃条件下冻结，然后分别于－10℃和－18℃条件下冻藏。

1.2 持水能力测定

取背肌或鱼糜(约2.5×2.5×1 cm^3)一块，称重后是即放入带有二层滤纸的培养皿内，盖上盖子，放入5℃恒温箱内恒温2小时后取出称重，算出前后重量差，计算液滴量(%)。

1.3 盐溶性蛋白溶解度的测定[福田裕等，1982]

采用高盐溶液(0.5M KCL－0.01M NaH_2PO_4－0.03M Na_2HPO_4)中蛋白质溶解度减去低盐溶液(0.025M NaH_2PO_4－0.025M Na_2HPO_4)中蛋白质溶解度即为盐溶性蛋白。

1994-10-12收到。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

1.4 凝胶强度的测定

鱼肉中加入3%NaCl 擂溃25分钟，于离心机3000rpm 离心5分钟以除去气泡，灌肠，在90℃加热40分钟，并立即于冰水中冷却30分钟，在25℃恒温箱中保温24小时，取出后切成2.5cm 直径，1.3cm 厚的规格，测其凝胶强度。

2 实验结果

三种原料分别在二种温度条件下贮藏，每隔半个月分别测定其保水性和盐溶性蛋白溶解度，并在每月测一次凝胶强度。

液滴变化如表1。

表1 液滴法中液滴变化

Tab. 1 Variation of drip in different raw materials in drip method

样品与贮藏温度 \ 液滴(%) \ 月份数		0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
"三去"鲢	−10℃	5.4	5.6	7.1	8.1	8.2	9.1	9.4	10.1	12.1	12.2	13.5	13.6
	−18℃	3.9	4.0	5.6	6.4	6.7	7.0	7.6	8.2	9.4	9.8	10.5	10.7
鱼糜	−10℃	27.9	29.1	29.4	30.6	31.6	29.4	29.7	30.1	31.5	32.3	31.9	34.0
	−18℃	24.9	24.8	24.0	24.8	27.8	28.6	29.2	29.9	30.0	31.0	31.4	32.5
保水剂鱼糜	−18℃	19.8	23.9	24.4	25.8	27.2	27.1	27.9	28.2	29.3	29.6	29.7	31.6
	−18℃	21.5	22.1	22.8	23.2	24.7	24.5	25.7	26.2	27.1	27.4	27.8	28.7

三种原料在二种不同温度条件下基本上都呈现出有规律的变化，即随着冻藏时间的增加，液滴量也在不断地增加，而且−10℃的液滴量均大于相应−18℃液滴量。

盐溶性蛋白溶解度变化见表2。

表2 盐溶性蛋白溶解度的变化

Tab. 2 Variation of the solubility of salt solube protein in different raw materials

样品与贮藏温度 \ 盐溶性蛋白含量(mg/g) \ 月份数		0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
"三去"鲢	−10℃	61.8	60.5	58.9	55.2	51.8	47.9	44.3	41.2	37.0	35.2	32.9	32.1
	−18℃	67.9	65.5	63.2	61.1	57.6	55.3	52.6	49.0	46.2	44.3	41.0	40.2
鱼糜	−10℃	18.5	15.4	14.4	13.8	13.7	14.0	12.2	10.0	9.2	9.2	9.0	8.3
	−18℃	22.7	19.2	17.4	17.5	17.0	16.4	16.0	15.4	13.2	12.8	12.3	10.9
保水剂鱼糜	−10℃	20.3	17.9	16.2	16.3	16.2	15.9	15.4	14.2	13.6	13.8	12.8	11.7
	−18℃	25.0	22.9	20.0	20.1	19.8	18.2	17.6	17.1	16.5	16.5	16.1	15.0

由表2所示，三种原料的盐溶性蛋白溶解度都是随着冻藏时间的增加而逐渐下降，只是二种鱼糜的盐溶性蛋白溶解度比鲢要低得多。

凝胶强度变化见表3。

由表3可见，随着冻藏时间的增加，三种原料的凝胶强度均有不同程度的下降，且白鲢两种温度条件下有较明显的差异。

综观表1−3的数据，可以发现，三种原料的三项指标在不同温度条件下的变化是有规律性的，随着冻藏时间的增加，持水能力下降，表现为液滴量的逐渐增加，蛋白质冷冻变性程度的增加，表现为盐溶性蛋白溶解度下降，而凝胶强度也逐渐下降，三项指标之间存在着明显的相关性。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

表3　凝胶强度的变化

Tab. 4　Variation of jelly strength in different raw materials

凝胶强度(g·cm) 样品与冻藏温度 \ 月份		1	2	3	4	5	6
"三去"鲢	−10℃	163	153	149	142	137	122
	−18℃	191	183	179	170	162	156
鱼糜	−10℃	107	105	104	103	94	91
	−18℃	109	109	106	104	100	95
保水剂鱼糜	−10℃	138	130	123	117	112	103
	−18℃	139	133	129	127	121	111

3　分析和考察

通过对表1－3数据的回归分析，可分别得到三种原料在二种不同温度条件下的持水能力与蛋白质冷冻变性之间的相关关系(见图1)和持水能力与凝胶强度之间的相关关系(见图2)。

3.1　持水性与蛋白质冷冻变性之间的关系

从理论上讲，蛋白质随着其变性程度的增加，疏水基团就暴露越多，表现出溶解度的下降，持水能力也下降，即液滴量增加。从图1中三种原料的液滴与盐溶性蛋白溶解度之间就呈现出这一特点。值得注意的是，这种相关性基本上不受冻藏温度的影响，即无论是−10℃还−18℃冻藏，相关点的分布是交错在一起的，这与理论推测是一致的，也就是说，不论在什么温度条件下冻藏，只要在某一特定条件下有一定的液滴量，它也就反映了一定程度蛋白质的冷冻变性，即有一定的盐溶性蛋白溶解度与之相对应。从结果来看，某一原料的线性回归方程可能适合于在任何冻藏温度下液滴与蛋白质冷冻变性之间的相关关系。但不同原料之间的回归方程是不能互换和代替的，原因是原料不一样，其组织结构状态也就不同。譬如说，鱼糜的组织结构与"三去"鲢就不一样，其大部分细胞都是破裂的，因此，其液滴量自然也就比相应的鲢要多，因为它还包括了因细胞破裂而导致细胞质流失中的一部分液滴。同样，添加保水剂的鱼糜其持水能力就要比鱼糜要好，但比"三去"鲢仍要差些，所以，三种不同原料在冻藏中蛋白质的变性程度可用各自与液滴量的回归方程或图表来评估。

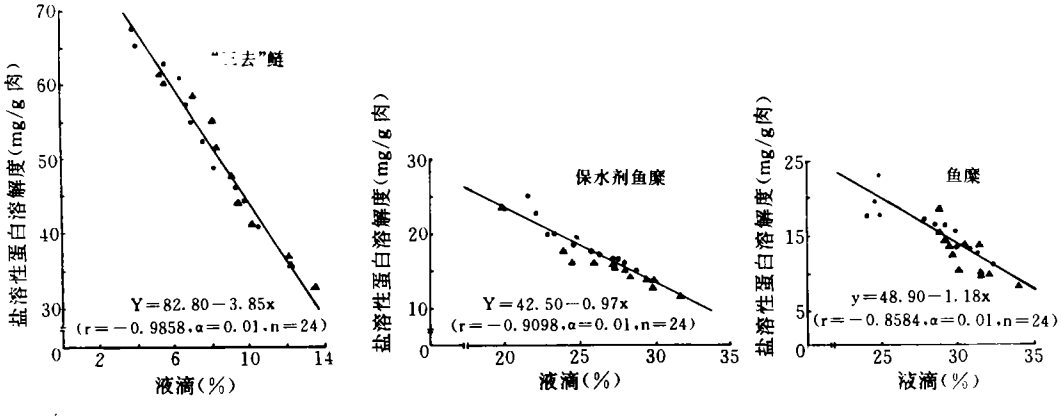

图1　液滴与盐溶性蛋白溶解度相关关系

Fig. 1　Relationship between drips and solubility of salt soluble protein

▲，−10℃冻藏；·，−18℃冻藏。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

3.2 持水性与凝胶强度之间的关系

蛋白质变性的程度直接关系到鱼糜制品的凝胶强度。国内外研究[汪之和等,1992;江善宋等,1977]都发现盐溶性蛋白溶解度与凝胶强度之间存在一定的相关性。既然液滴量与蛋白质冷冻变性程度之间存在相关性,那末液滴量与凝胶强度之间也应存在一定的相关性,本研究也证实了这一点,见图2。两者之间存在显著的负相关,所以同样可以用液滴法通过回归方程来评估鱼糜制品的凝胶强度,这对缺乏设备条件的情况下迅速判断制品的凝胶强度是可行的。值得注意的是,"三去"鲢的液滴与凝胶强度相关点的分布在二种温度条件下似乎有能不同,在同样液滴量条件下,-10℃冻藏的凝胶强度明显地低于-18℃冻藏的。假如分别求回归方程,则相关性很高,所以它们的回归方程似乎受温度的影响,这与几乎不受温度影响的液滴与蛋白质变性程度之间的相关性似乎有一定的差异,其原因尚有待进一步探讨。

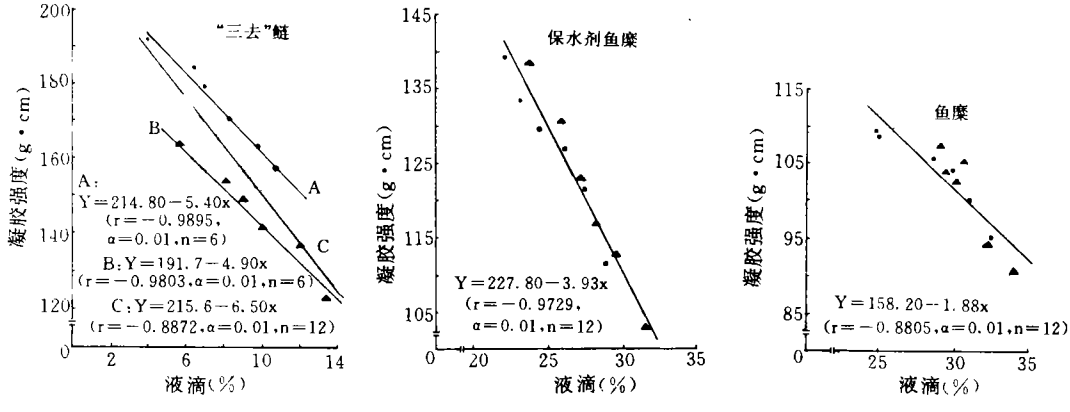

图2 液滴与凝胶强度的相关关系

Fig. 2 Relative velationship between drips and jelly strength

▲,-10℃冻藏;·,-18℃冻藏。

3.3 其他

除了液滴法可以用来评估蛋白质变性程度和凝胶强度外,还可从这些数据中了解到蛋白质冷冻变性的一些特点。首先,三种原料,无论是液滴量的增加,蛋白质冷冻变性程度,还是凝胶强度下降的幅度都与温度有关,即冻藏温度越低,各项指标的变化幅度就越小,相对质量也就越好。其次,在整个冻藏过程中冻藏温度对鲢各项指标的影响较鱼糜部分大,这可能与鱼糜部分肌纤维已大部分破裂有关,这样的原料由于肌原纤维的大量暴露,在冻结冻藏中就易发生大量蛋白质变性的现象。第三,本实验中添加的保水剂的种类和量似乎对鱼糜的保水性效果不是非常显著,故添加什么样的保水剂或保水剂之间的量如何配比,才能有效地在食品卫生标准范围内提高淡水鱼鱼糜的持水能力是有探讨和研究价值的。

此文曾获"上海水产学会1994年度优秀论文奖"。

参考文献

[1] 万建荣等,1991。冷冻鱼糜,97-109。上海科学技术出版社。

[2] 汪之和等,1992。不同加工处理对白鲢鱼肉蛋白质冷冻变性的影响。1992年北京国际农业工程研讨会论文集(第三卷),436-443。万国学术出版社(京)。

[3] 张任武,1990。"三去"冷凍淡水鱼的加工规程。中国水产,(5):38。

[4] 江善宋ほガ,1977。ポラ肉タニバケ質の凍结变性に関する研究。冷凍,**52**:621-629。

[5] 福田裕ほガ,1982。凍結および貯藏によるマサバ筋原結维タニバケ質の变性。日本水産學會誌,**48**(11)1627-1632。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n