



人造鱼肉蛋白纤维纺丝工艺的探讨

薛长湖 陈修白

(青岛海洋大学, 266003)

本文从扩大低值鱼类利用途径出发, 探索以低值鱼类的蛋白质制造具有肉类组织结构特征的模拟食品的基本条件及可行性, 就纺制人造鱼肉蛋白纤维的工艺条件如凝固液组成、纺丝速度等进行了研究, 对鱼肉蛋白纤维的化学成分作了分析, 利用电镜观察蛋白纤维的结构形态。

I. 材料和方法

I. 1. 材料

狼牙鲷系冻结品, 绿鳍马面鲷系冰藏品, 卡拉胶(由角叉菜提取)。

I. 2. 方法

I. 2. 1. 纺丝设备 (见图1)。加压管压力为 $1.2 \sim .6 \text{ kg/cm}^2$, 喷丝头 $\phi 100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ 。

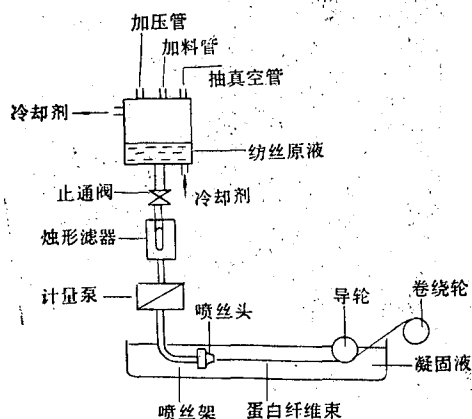


图1 微型纺丝机的流程简图

I. 2. 2. 人造鱼肉蛋白纤维的制备。自整条鱼体上剖取鱼肉, 将鱼肉绞碎, 经水洗除去血液等杂质。将碎鱼肉溶解于 0.3% 稀 NaOH 溶液中, 溶液经过滤除去不溶性物质。用 1.0 mol/L HCl 沉淀滤液中的蛋白质, 沉淀出的蛋白质在离心机中分离并脱水, 分离物溶于水成为悬浮液, 然后加 1.0 mol/L NaOH 使之成粘稠的纺丝原液。纺丝原液经离心脱泡后, 放入贮料罐内, 拧紧罐盖抽真空脱泡 $30 \sim 60 \text{ min}$, 然后用氮气对贮液罐加压, 压力为 1.2 kg/cm^2 。当纺丝原液从喷丝管流出时, 装上喷丝头, 并使之浸入凝固槽中。开始时, 人工将蛋白纤维束从喷丝头导向卷绕轮。收集蛋白纤维, 用水冲洗, 再用柠檬酸盐缓冲液中和, 经水洗后, 将蛋白纤维浸在 5% NaCl 溶液中。以上操作均

应在低温(低于 10°C)下进行。

I. 2. 3. 纺丝工艺条件。贮液罐的压力为 1.2 kg/cm^2 ; 纺丝速度为 20 m/min ; 凝固液组成为 0.5 mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} + 1.0 \text{ mol/L}$ CH_3COONa ; 计量泵转速为 26 r/min ; 卷绕轮转速为 70 r/min ; 操作温度为 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 。

I. 2. 4 人造蛋白纤维的成分分析。将所得蛋白纤维用滤纸吸干后, 测其水分、蛋白质、粗脂肪和灰分的含量。

将鱼肉和相应的鱼肉蛋白纤维烘干后, 取样以 6 mol/L HCl 水解测其氨基酸含量。分析仪器为日立 $835-50$ 型氨基酸自动分析仪。

I. 2. 5. 人造蛋白纤维机械性能的测定。由于人造鱼肉蛋白纤维的机械强度较低, 用单丝测试较为困难, 需要使用纤维束。将上述经 0.5 min 收集得到的人造蛋白纤维用滤纸吸干, 然后剪成长 5 cm 的人造蛋白纤维束, 用 WD-5 型电子万能试验机测定人造蛋白纤维的拉伸强度以及伸长率。

I. 2. 6. 扫描电子显微镜检查法观察蛋白纤维的形态结构。将蛋白纤维用戊二醛固定, 然后以临界点干燥法脱水, 干燥以保持其固有结构, 经镀金做样, 用日立 H-500 型电子显微镜观察人造蛋白纤维的形态。放大倍数为 $200 \times, 1000 \times, 2000 \times$ 。

II. 结果和讨论

II. 1. 人造鱼肉蛋白纤维的纺丝工艺

Hartmann 提出, 用来纺丝的蛋白质需具备下列性质: (1) 分子量大; (2) 蛋白质分子结构呈线性长链结构; (3) 线性对称; (4) 高度极性。由于鱼肉肌纤维蛋白质分子本身呈线性, 分子量很大, 并且因鱼肉蛋白质溶液粘度较高, 限制了纺丝原液中蛋白质的含量, 因此鱼肉蛋白质是很理想的纺丝原料。

影响鱼肉蛋白纤维纺丝的因素有原料的新鲜程度、纺丝原液的制备、温度、凝固液等, 其中特别重要的是凝固液的组成。本文使用的凝固液有 0.5 mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} + 1.8 \text{ mol/L}$ NaCl ; 0.5 mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} + 0.5 \text{ mol/L}$ CH_3COONa ; 0.5 mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} + 1.0 \text{ mol/L}$ CH_3COONa ; 0.5 mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} + 1.5 \text{ mol/L}$ CH_3COONa ; 0.5 mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{ mol/L}$ CH_3COONa ; 1.0 mol/L $\text{CH}_3\text{COOH} + 1.0 \text{ mol/L}$ CH_3COONa 等组成的缓冲液。实验结果表明, 蛋白纤维成形较好

的凝固液是 $0.5\text{mol/L CH}_3\text{COOH} + 1.0\text{mol/L CH}_3\text{COONa}$, 该液的 pH 值为 5.0, 正是鱼肉蛋白质的等电点, 所以鱼肉蛋白纤维凝固效果最好。该结果和 Mackie^[6] 的结果一致, 用此液作凝固液纺出的人造鱼肉蛋白纤维外观见图 2。其组成的纤维束和扇贝闭壳肌的肌纤维相似。

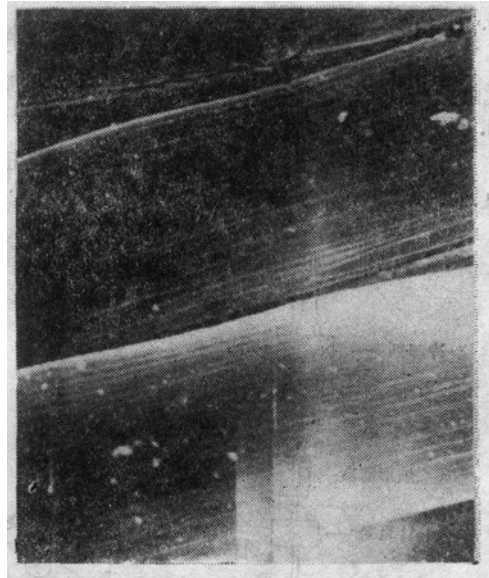
凝固液组分除影响蛋白纤维成丝外还影响蛋白纤维中的蛋白质含量。蛋白纤维中的蛋白质含量随盐度的增大而减小, 随着 CH_3COONa 浓度 (mol/L) 分别为 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 而蛋白质含量 (%) 分别为 19.6, 18.0, 17.5, 15.5。人造鱼肉蛋白纤维强度比用于织物



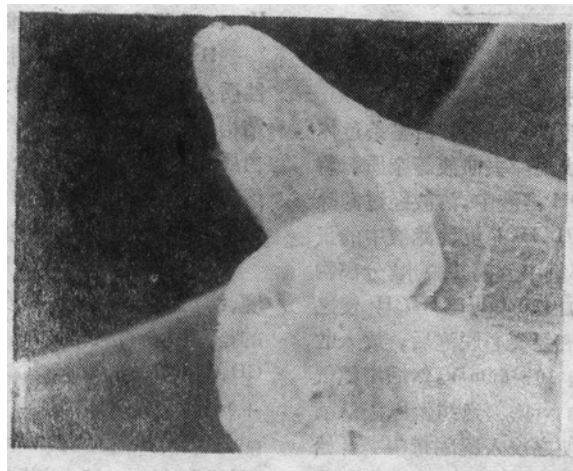
图 2 人造鱼肉蛋白纤维



a



b



c

图 3 人造鱼肉蛋白纤维电镜照片

[a. $200\times$ (左上); b. $1000\times$ (右上); c. $2000\times$ (下中)]

的化学纤维的强度低得多,所以纺丝速度不能太高,以免被拉断。本文从生产实际性考虑,选用的纺丝速度是20m/min。

在纺丝液中加入卡拉胶后,由于卡拉胶和蛋白质发

生反应,使得蛋白质含量低的溶液也极易纺丝。但得到的蛋白纤维弹性稍差,并且随着卡拉胶浓度升高,愈加明显,结果见表1。从表中可以看出用0.5 mol/L HAc + 1.0mol/L NaAc 组成的凝固液纺出的蛋白纤

表1 鱼肉蛋白纤维的强度测定

	凝固液组成	强度 (g)	伸长率 (%)
无添加物	0.5mol/L HAc + 1.0mol/L NaAc	288	190
添加1% 卡拉胶	0.5mol/L HAc + 1.0mol/L NaAc	312	180
	0.5mol/L HAc + 0.5mol/L NaAc	130	162
	1.0mol/L HAc + 1.0mol/L NaAc	250	173

表2 狼牙鲷鱼肉和其人造蛋白纤维成分分析

原料	水分	蛋白质	粗脂肪	灰分
鱼肉(%)	79.3	16.4	3.0	1.3
人造蛋白纤维(%)	82.0	17.2	0.2	0.3

表3 鱼肉和其人造蛋白纤维中氨基酸含量($\times 10^{-2}$)

氨基酸 含量($\times 10^{-2}$)	氨基酸	鱼种		绿鳍马面鲀	
		狼牙鲷		绿鳍马面鲀	
		鱼肉的	人造的	鱼肉的	人造的
	天门冬氨酸	9.82	9.85	9.21	9.27
	苏氨酸	4.60	4.48	4.46	4.40
	丝氨酸	4.49	3.91	3.82	3.81
	谷氨酸	17.18	16.44	14.76	14.63
	甘氨酸	3.72	4.11	3.37	4.06
	丙氨酸	5.75	5.78	5.33	5.74
	半胱氨酸	0.42	0.91	0.76	0.52
	缬氨酸	4.98	5.14	5.14	4.91
	蛋氨酸	2.35	3.21	3.00	3.14
	异亮氨酸	5.09	4.83	4.48	4.44
	亮氨酸	8.48	8.32	7.68	7.23
	酪氨酸	3.34	3.68	3.48	3.52
	苯丙氨酸	3.95	4.13	3.64	3.79
	赖氨酸	10.56	10.00	8.91	8.99
	组氨酸	2.35	2.67	2.15	2.24
	精氨酸	6.75	6.83	5.93	6.51
	脯氨酸	3.64	3.43	3.34	4.31

维强度为 288g。在纺丝原液中添加 1% 卡拉胶后,蛋白纤维机械强度为 312g,但伸长率降低 10%。添加卡拉胶后,蛋白纤维中蛋白质含量降低,没有加卡拉胶时,蛋白纤维中蛋白质含量为 17.2%;加入 1.0% 卡拉胶后,其含量为 14%。通过以上实验,本文认为在鱼肉蛋白质纺丝原液中添加 1% 卡拉胶能够有效地增强其可纺性。

II. 2. 人造鱼肉蛋白纤维化学成分的含量

人造鱼肉蛋白纤维的蛋白质含量、水分含量和鱼肉相近,而粗脂肪含量低得多,可能是和原料处理过程中多次用碱及进行离心有关,结果见表 2。

蛋白纤维中氨基酸组成和含量见表 3。从表 3 可以看出,鱼肉蛋白质经过提取,制成纺丝原液后,所纺出的蛋白纤维中各组分氨基酸含量变化很小。

II. 3. 鱼肉蛋白纤维的结构和形态观察

用扫描电子显微镜观察鱼肉蛋白纤维的结构,结果见图 3a, 3b, 3c。放大倍数分别为 200 \times , 1 000 \times , 2 000 \times 。放大到 1 000 和 2 000 倍时,发现蛋白纤维在

横向上有缝隙,使得蛋白纤维的电镜照片上存在明条纹,从经过放大 2 000 倍后的蛋白纤维横截面上还可以观察到蛋白纤维的皮层结构,这是由于表层的多肽链比核心的多肽链沉淀和定向的效果好。

主要参考文献

- [1] Boyer, R. A., 1954. U. S. Patent 2, 683, 466.
- [2] Downey, G. and Burgess, K. J., 1979. *J. Fd. Technol.* 14:21.
- [3] Elmquist, L. E., 1962. U. S. Patent 3, 175, 909.
- [4] Gidney, C., 1960. U. S. Patent 2, 947, 644.
- [5] Imeson, A. P., Mitchell and Ledward, D. A., 1979. *J. Fd. Technol.* 14: 319.
- [6] Mackie, I. M. and Thomson, B. W., 1982. *J. Fd. Technol.* 17:483.
- [7] Young, R. H. and Lawie, R. A., 1974. *J. Fd. Technol.* 9:69.
- [8] Young, R. H. and Lawie, R. A., 1975. *J. Fd. Technol.* 10: 465.