第11卷 无锡轻工业学院学报 Vol. 11
第1期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1992 No. 1

酶法从猪皮制备食用明胶工艺的研究

侯国泉 王 璋

（食品科学与工程系）

摘要 本文研究了用蛋白酶从猪胶皮中提取食用明胶的工艺过程和控制条件。猪胶皮经酸溶胀后，进行磨浆处理，在合适的条件下用1398中性蛋白酶水解，水解产物经提取、澄清、浓缩和干燥等过程即可得到明胶产品。本文用差示扫描量热法(DSC)测定了胶原蛋白的变性温度，用凝胶过滤色谱法测定了明胶的分子量分布。通过酶法工艺研究，大大缩短了明胶生产的周期，提高了产品的产量和质量，降低了成本，便于国内实现酶法制明胶的工业化。

关键词 明胶制造；酶法；猪胶皮；胶原蛋白

0 引 言

明胶是一种胶体，它是从骨、生皮、肌键、膜及其它动物结缔组织的生胶质（又称胶原）中提取出来的蛋白质。它具有许多优良的物理及化学性质，如亲水性强、具有形成胶冻能力、由它形成的溶胶与凝胶能可逆转化、成膜性能好、侧链基团反应活性很高以及带电性质随介质pH值变化的典型的两性电解质特性等。正因为这些优点，明胶广泛地被应用于许多科学和工业技术领域，如生物化学、食品工业、印刷工业、感光化学工业以及制药工业等[1,4]。

传统的将胶原转化为明胶的方法有：热处理法、盐碱法、酸法和碱法。当前国产明胶有80%以上是用碱法生产的。虽然皮料可用碱法工艺制取明胶，但我国从皮原料制胶的厂仍以碱法为主。

采用碱法以皮料生产明胶一般存在下述问题：

a. 生产周期长 提胶的前处理常需要15d左右，要生产优质明胶则需要更长的时间。

b. 得率低 按现行生产工艺，需4t干皮或8—9t湿皮生产1t明胶。

c. 好胶率低 在上述生产的1t明胶中，好胶率仅占70%左右。

d. 生产工艺复杂 现在的工艺流程耗能大，设备投资大，占地面积大。

e. 现行的生产过程中还存在环境污染问题，至今仍无可靠方法来解决。

f. 氨基酸损失大 如经长时间碱处理胶原生产的明胶含氮量低于18%，而母胶原含有18.6%[4]。在碱性条件下，除酰氨基受到损失以外，还有些精氨酸转化为鸟氨酸。

收稿日期：1991-09-05

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

碱法胶的等电点在 pH5(±0.2)左右。

在以上几种方法中，将预处理的胶原转化为明胶时，都采用热水提胶，提胶温度约从 55℃到 100℃分为 6 至 8 个阶梯，提胶时间共需 60h 左右。由于长时间的高温熬胶，使胶原分子受到破坏，大分子的蛋白质长链被水解为长度不等的大小分子混合体，因而使明胶性能变差。特别是最后几次提胶，温度很高，使胶原分子破坏更甚，以至于只能生产出工业用的火柴胶。

为了消除传统的明胶生产工艺中的弊端，既要求缩短前处理时间，又要求克服长时间高温熬胶这一缺点，以便不仅使生产周期大幅度缩短，而且使明胶质量极大提高，这就导致了人们对酶法制胶工艺的研究。

用酶处理使胶原溶解并经热变性而成为明胶的方法称为酶法。

从含胶原物质制取明胶，需要在分子水平上完成以下程序[5,7]：

a. 促使原料中非胶原物质的水解，从而使之分离。

b. 破坏胶原分子内的末端肽交联，使胶原大分子聚集体解聚而成为可溶性胶原。

c. 破坏各链间的氢键，使三股螺旋体解体，胶原分子的 α 链分散开，成为明胶。

由于氢键的力量相对较弱，所以末端肽的破坏，实际上就成了不溶 性胶原向明胶转化的控制步骤。

用生物化学的方法来处理含胶原的原料是美国和日本工作者首先发展起来的[8,9]。国外较详细的研究酶法制胶始于 1962 年，以追求胶原在酶作用下易于溶解且有较高的回收率为目标，见于专利报道的主要有日本的西原富雄和 T. Fujii[10,15]，美国专利[16]和匈牙利的 Duschanck 等人[17]。他们研究的对象主要是牛皮，且所使用的酶大多是胃蛋白酶、胰蛋白酶、无花果蛋白酶、菠萝蛋白酶以及通常筛选菌种后培养的对胶原蛋白具有高活力的酸性微生物蛋白酶等等，而这些条件都是我们目前难以具备的。

国内关于酶解制胶的研究大约从 1966 年开始[18]，到目前为止，虽然在这方面的研究也取得了一些进展，但仍未实现工业化[18]，这主要与原料的预处理及生产过程的控制有关。另外，使用动物性蛋白酶，使得产品的成本提高也是一大障碍。由于我国的养猪业较为发达，且猪皮通常作为制革原料，在制革过程中会产生大量的副产品——猪胶皮，因此，本实验即从我国的国情出发，选用制革厂的副产品——猪胶皮为原料，使用国产的蛋白酶——1398、3942、537 等作为研究用酶，在借鉴国内外成功经验的基础上，从实际出发，对原料的预处理和采用 1398 中性蛋白酶酶解制胶的工艺路线及其控制条件进行了较为全面和系统的研究，为我国明胶工业赶上世界先进水平找出一条切实可行的捷径。

本实验的主要工作有：

a. 猪胶皮中主要成分分析。

b. 酸处理对猪胶皮的溶胀和对胶原蛋白变性温度的影响。

c. 酶解制胶工艺的研究。

d. 明胶理化性能的检测。

1　实验部分

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.1 实验原料

实验原料猪胶皮从无锡市制革厂购得。

1.2 实验用主要设备

a. 电动绞肉机。

b. 胶体磨：立式 JH-2/8X 型胶体磨。

c. 凝胶过滤色谱柱(70cm×1.6cm)。

d. 平氏粘度计。

e. 酶反应器(自制)。

f. LLOYD Instruments Materials Testing Machine(材料试验机)，英国 LLOYD 仪器公司制造。

g. Peakin-Elmer T 系列热分析系统。

h. Hitachi 835-50 氨基酸自动分析仪。

1.3 实验方法

1.3.1 猪胶皮主要成分分析

a. 水分 105℃烘箱中干燥 6h 至恒重[19]。

b. 粗脂肪 用沸程 30—60℃的石油醚为溶剂，采用索氏提取法测定[19]。

c. 胶原含量 用凯氏定氮法测定[20]

d. 粗灰分 在 550℃下灰化几小时至恒重[19]。

e. 氨基酸分析 用 Hitachi 835—50 氨基酸自动分析仪测定[21,22]。

1.3.2 猪胶皮溶胀率的测定[23] 准确称取处理过的猪胶皮 100.0g，置于 500ml 量筒中。采用排水法测定其体积。猪胶皮经不同的 pH 值的水溶液处理后，用同样方法测定其溶胀后的体积。溶胀体积变化率按下式计算：

$$\text{体积变化率} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\%$$

V_1—— 溶胀前体积(ml)

V_2—— 溶胀后体积(ml)

1.3.3 猪胶皮中胶原蛋白变性温度的测定[24] 采用差示扫描量热法。

2 酶法制明胶工艺、结果及讨论

2.1 酶解制胶所用原料——猪胶皮的预处理工艺

流水

采购的猪胶皮→漂洗至中性→脱色→冲洗→剪成短长条→绞碎→冲洗并初步除脂肪→(乙醚/乙醇)脱脂→洗涤→沥干→冷藏

经过上述步骤处理后的猪胶皮置于冰箱中冷冻保存备用。

2.2 预处理后的猪胶皮主要成分分析及胶原蛋白的氨基酸含量分析

经过 2.1 所示的预处理工艺得到的猪胶皮，采用 1.3.1 所示的实验方法分析猪胶皮的主要成分，得到的结果见表 1. 将预处理过的猪胶皮放在 105℃烘箱中干燥 6h. 精确称重取

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

样，置安瓿瓶中，加 6mol HCl 后抽直空密封，在 110℃下水解 24h，然后蒸发水解液，用 pH2 的酸液定容到 50ml，取 1ml 放入干燥器中蒸干，再加入 2ml pH2 的酸液，取样 50μl 上机检测。测得猪胶皮中氨基酸的含量见表 2.

表 1　猪胶皮主要成分含量

成分	含量(%)
水分	66。3
固形物	33.7
胶原量	28.6
脂肪	1.02
灰分	0.34

表 2　猪胶皮中氨基酸含量分析(氨基酸 g/100g 干皮)

氨基酸	含量(%)	氨基酸	含量(%)	氨基酸	含量(%)
Asp	5.7	Ala	8.9	Leu	3.1
Thr	1.8	Cys	0.4	Tyr	0.7
Ser	3.4	Val	2.6	Phe	2.2
Glu	11.3	Met	0.3	Lys	3.6
Gly	22.8	Ile	1.3	His	0.7
Arg	8.1	Hypro	10.6	Pro	12.7

2.3　pH 值对猪胶皮溶胀程度的影响

结果见图 1.

胶原的碱性基和酸性基被酸和碱结合后，其分子内和分子间的离子键(盐键)和氢键受到破坏，将引起吸水而溶胀，结构的稳定性下降。从图 1 可知，皮胶原在 pH2.5—3.0 之间吸水溶胀达到最大值，而在 pH2.5 以下时，吸水溶胀度下降。这种溶胀常称为酸溶胀。反之，pH 值在 11—13 之间时，皮胶原的吸水溶胀亦达到最大值，此时的溶胀常称为碱溶胀。无论是酸溶胀或是碱溶胀，都使得胶原的形状和物理性质发生变化。具体表现为长度缩短、直径变粗。

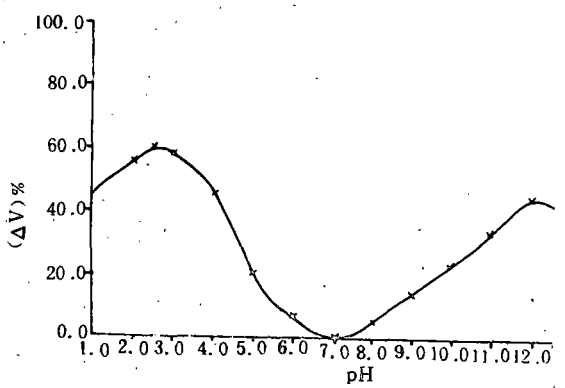


图 1　皮胶原的体积变化率(ΔV)%
与 pH 值的关系

胶原发生溶胀并不意味着已经发生了降解，只是它的外观形状和物理性质(如等电点)发生了变化。这是因为胶原分子的交联键在弱酸、弱碱条件下一般不会断裂，因而降解的可能性较小。但是长时间强酸和强碱的作用，使胶原分子主键也遭受到水解，肽链断开造成胶原的降解。

传统的酶法生产明胶所使用的皮块都较大，这时反应所需要的酶量较大，耗时较长，但得率较低，好胶率不高，这是因为此反应体系是一非均相体系，酶仅在皮块的表面作用，难以渗透到内部，从而造成酶反应的不均匀。本实验改革工艺内容之一就是大大减少皮块粒子的大小，增加酶与皮料的接触面积，使反应体系接近均相反应，便于酶均匀、快速地作用。

由于猪胶皮具有极大的坚韧性，因此要将其破碎成细粒子，有一定的难度。如果将皮料烘干，用粉碎机将其碾碎，在破碎时由于摩擦作用使猪胶皮的温度大大升高，足以使胶原蛋白发生变性作用，不利于酶解制胶。因此干磨不是一个好方法。而经酸处理后的猪胶皮因其胶原纤维发生了溶胀变得较柔软，易作磨浆处理。从图 1 可以看出，在 pH 值 2.5—5 范围内，猪胶皮发生了明显的溶胀作用，且 pH 值愈低，溶胀作用愈大。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.4 pH 值对猪胶皮中胶原蛋白变性温度的影响

分析结果见表 3.

表 3 用 HCl 处理过的猪胶皮胶原蛋白差示扫描量热分析结果

pH	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	对照(中性)
T_1(℃)	33.2	38.0	39.7	57.1	59.3	61.9
T_{P_1}(℃)	40.8	57.1	53.8	62.5	64.7	67.7
T_2(℃)	51.0	74.8	78.1	70.0	71.5	71.9

T_1:起始变性温度 T_{P_1}:峰值 T_2:终点温度

表 3 中起始变性温度 T_1 与 pH 值关系的变化曲线见图 2.

从图 2 可以看出,当盐酸溶液的 pH 小于 3.5 时,胶原蛋白的起始变性温度将发生显著降低。

表 4 HCl 处理过的猪胶皮漂洗回中性后胶原蛋白的差示扫描量热分析结果

pH	2.0	3.5	对照(中性)
T_1(℃)	37.1	62.8	61.9
T_P(℃)	44.2	66.2	67.7
T_2(℃)	73.2	70.8	71.9

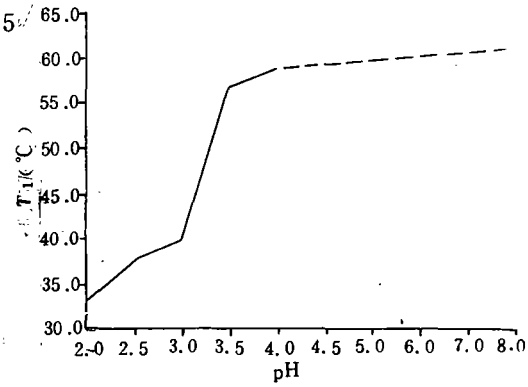


图 2 用 HCl 处理过的猪胶皮胶原蛋白起始变性温度 T_1 与 pH 的关系

从表 4 可以看出,将猪胶皮的 pH 值调到 2.0 时,即使将其漂洗回中性,其起始变性温度 T_1 仍大大低于未经酸处理过的猪胶皮的 T_1 值,这说明在 pH2.0 时,胶原蛋白的溶胀已使其分子结构发生了相当的不可逆变化,而 pH3.5 条件下酸溶胀处理的猪胶皮漂洗回中性后其起始变性温度 T_1 仍能回复到未经酸处理的猪胶皮中胶原蛋白的起始变性温度。由此可以认为,用 HCl 对猪胶皮进行酸溶胀时,pH 在 3.5 以上,胶原蛋白的溶胀和分子结构中发生的变化基本上是可逆的。

根据以上猪胶皮在不同 pH 值下的溶胀情况和胶原蛋白变性温度的变化情况,可以认为磨浆法对猪胶皮进行预处理是合适的。具体条件是:用盐酸对猪胶皮进行溶胀,然后,在控制温度和 pH 值的条件下磨浆以防止胶原蛋白的变性。

2.5 酶解制胶的工艺流程

酶解制胶的工艺流程如下。

经过前处理的猪胶皮——→酸溶胀——→磨浆——→调节反应体系的固液比——→加酶水解——→酸溶胶原,酶钝化——→过滤或离心——→胶原纤维再生——→水洗——→提胶——→脱色,澄清——→干燥——→成品

2.5.1 酶解时间和酶量的确定 明胶生产工艺的关键是酶处理过程。酶的用量和作用时间是主要的工艺参数。一般而言,工艺过程中用酶量减少则作用时间需要延长。此外,还取决于原料的类型。酶解时间的选择,一方面要考虑充分利用酶的活性,另一方面,要控制催化反应在生成蛋白冻前结束。酶量的多少,不仅影响反应速度,而且影响酶解效果。酶量少,反

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

应速度慢；酶量大，可适当缩短酶解时间，但由于酶对皮料的表面作用加剧，造成胶原的局部溶解，酶解液变粘，酶的渗透更加困难，因而效果并不见好。在保证收得率和高质量的前提下应该尽可能用少的酶量。

在经过大量预备实验确定的酶量范围和反应时间范围的基础上，用下列方法可确定最佳酶量和时间。

表 5　酶解条件及产品质量

编号	酶量 (u/g)	时间 (h)	产率 (%)	粘度 (6.67%，60℃，CP)	穿透应力 (N/mm^2)*
D1	85	1.5	45.1	4.63	0.0435
D2	85	2.5	71.5	4.23	0.0544
D3	85	3.5	78.9	4.16	0.0544
D4	100	1.5	55.9	7.64	0.0871
D5	100	2.5	75.2	6.46	0.0566
D6	100	3.5	73.2	4.55	0.0696
D7	115	1.5	72.4	6.40	0.0522
D8	115	2.5	83.1	6.58	0.0740
D9	115	3.5	74.8	3.26	0.0522
D10	130	1.5	74.0	6.09	0.0827
D11	130	2.5	78.9	3.83	0.0457
D12	130	3.5	80.6	2.83	0.0392
D13	145	1.5	77.1	4.46	0.0871
D14	145	2.5	73.2	3.85	0.0696
D15	145	3.5	60.9	2.43	0.0609
苏州产（食用胶，碱法）	—	—	80（食用胶＋工业胶）	5.16	0.0522

*用 LLOYD Instruments Materials Testing Machine 测定。

酶解条件：1398 中性蛋白酶　pH7.5　温度 37℃　固液比 1∶6

测定条件：Load（负载）10N　Deformation（穿透距离）10mm

Probe Diameter（钻头直径）13.00mm　速度　10mm/min

明胶浓度为 6.67%，置于冰箱中保存一夜，取出后测定。

从表 5 可看出，D8# 样品的得率为 83.1%，粘度为 6.58CP，穿透应力为 0.0740N/mm^2，而苏州化工厂碱法牛骨食用明胶的粘度为 5.16CP，穿透应力为 0.0522N/mm^2，由此可见，D8# 样品的质量要好于苏州化工厂的食用明胶产品。D8# 样品的反应条件是：酶量 115u/g 干皮，时间 2.5h。

D8# 样品的分子量分布曲线与苏州化工厂食用明胶的分子量分布曲线分别见图 3、4.

从图 3 和图 4 可以看出，酶法胶的分子量分布比碱法胶窄，且最大峰位置比碱法胶提前，这说明酶法胶的质量比碱法胶好。

2.5.2　酸溶条件的试验　酶解以后的胶原由于分子中末端肽（telopeptide）的破坏，其大分子聚集体已基本解聚，分子间氢键的结合力不足以抵抗稀酸的侵蚀，易于酸溶。实验表明 pH 值在 1.5—4 的任何酸溶液均有同样效果，从经济效果和来源考虑本实验选用盐酸。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.5.3 再生胶原纤维的沉淀实验 从胶原溶液中使胶原纤维再生，如同其它蛋白质的沉淀一样，可以采用多种方法，如：用有机溶剂（乙醇、丙酮等）或盐类作沉淀剂；调整溶液的pH值至胶原的等电点；加入表面活性剂作沉淀剂等。

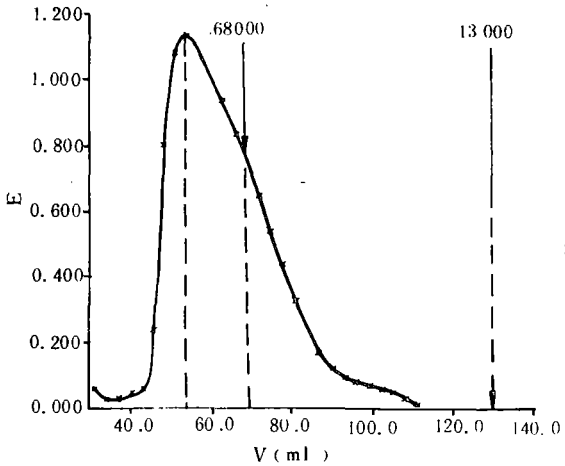


图3 D8#样品分子量分布曲线图

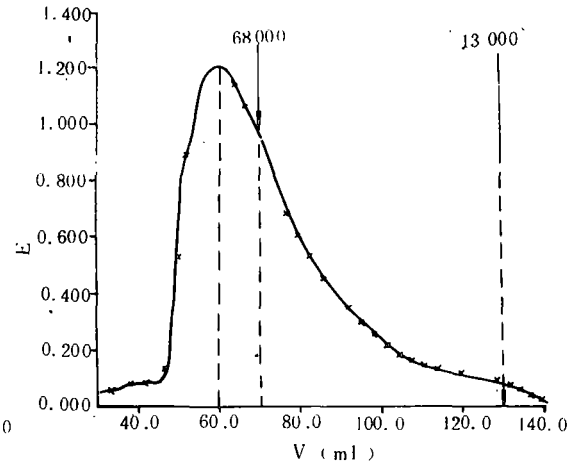


图4 苏州化工厂碱法牛骨食用明胶分子量分布曲线

测定条件：样品浓度1%，进样量2ml，洗脱液0.6mol NaOH，
流速15ml/h，凝胶柱 Sephacryl-200(70×1.6cm)，室温下操作。
68000和13000分别是牛血清蛋白和核糖核酸酶A的标准分子量。

本实验用调整溶液pH值方法来沉淀胶原纤维，这样耗碱量少，工艺简便，但沉淀颗粒比较细微，分离时需用较高转速离心分离。在使用中和法沉淀时，必须小心缓慢地加入碱液，并且不断搅拌，否则有使蛋白质变性的可能，呈不可逆反应，给溶胶带来困难。

2.5.4 明胶的提取 将上述再生的胶原纤维加水蒸煮而提出明胶，在制胶工艺上称为抽提。抽提操作在明胶生产过程中是最重要的步骤之一。从化学结构上说，处理过的胶原加热抽提作用就是破坏胶原分子链间的氢键，从而使三股螺旋体解体而成为明胶。胶原纤维在热水中所引起的热降解作用能够损伤凝胶的刚度及胶液的粘度等物理性能，故在抽提过程中主要控制的参数是温度、时间和pH值。

本论文通过实验确定提胶温度为65—75℃，分两次提胶，pH约6.5，时间共约1h。

2.5.5 明胶的颜色和透明度 影响明胶的颜色和透明度的原因很多，首先是原料的颜色和质量。原料本身的色泽和质量好，只要酶解条件适当，所得的明胶的颜色和透明度也较好。另外，由于酶解和酸溶时形成的固体微粒在缺乏有效的分离设备的情况下分离不尽也影响透明度，残留的失活酶和非胶原蛋白使得色泽加深。

胶体溶液的过滤和澄清在工业生产中属于最难处理的，明胶溶液也是如此。目前，工业上用于明胶溶液的澄清方法大概分为三种：

a. 化学澄清法；

b. 利用分离机作初步澄清处理；

c. 过滤。

本实验试用了几种方法来改善明胶的色泽和透明度，得到了不同的澄清效果（见表6）。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 6　不同方法改善明胶的色泽和透明度

处　理　方　法	明胶颜色	透光率*（600nm，25℃，5%胶液）
原胶液未加处理	黄色/红褐色	8.2%
原胶液加 1%硅藻土，在 55℃搅拌 20min，离心 10000r/min	淡黄/黄	35.6%
原胶液加 1%活性炭，在 55℃搅拌 15min，离心 10000r/min	淡黄/黄	33.1%
原胶液加 Na_2CO_3 0.2%，NH_4HCO_3 0.2%，明矾 0.4%，55℃	淡黄/黄	55.6%

* 选用国产 72 型分光光度计，测定明胶透明率以取代明胶透明度。实验证明，当温度 25℃，选定的入射光 600nm，一级明胶的合格透光率为 50%，二级为 30%，三级为 15%时，可与国家标准规定的相应品级的透明度数据相一致[25]。

目前，随着超过滤技术的日臻完善，它越来越多地被应用于工业生产上。同样，超过滤技术也可以用于明胶工业。选择合适的超过滤来纯化明胶，可达到与采用离子交换和上述方法相类似的效果，而且损失小。本文曾试用此法来提高明胶的透明度，得到了很好的效果，透光度达 58.7%，必要时还可以进一步选择适当的膜以除去小分子量的蛋白质及其它杂质，以改善明胶的分子量分布，提高明胶的物化性能（如粘度、冻力和熔点等）。

2.5.6　后处理　这部分包括浓缩→灭菌→干燥→产品，与酸碱法制胶过程一样。在这一过程中，必须严格控制温度，因为温度过高，会使明胶发生明显的降解作用，影响产品的质量。

关于明胶的浓缩工艺，同样可试用超过滤法以代替现行的蒸发工艺。

3　明胶的理化性能测试

按照食用明胶的国家标准“GB6783-86 食品添加剂明胶”的操作方法检测酶解胶的理化指标，并与国标中的一能级食用明胶质量标准相比较。

表 7　明胶理化性能

项　　目	国家标准	酶解胶
水分（%）	≤16	10.1
粘度（6.67%，60℃）C.P.	≥4.5	6.58
凝胶强度（N/mm^2）（对照实验）	0.05702（苏州食用明胶）	0.0740
透光率（5%，25℃，λ=600nm	≥50%	55.6%
pH（1%浓度）	5.5—7.0	6.6
水不溶物（%）	≤0.2	0.09
灰分（%）	≤2	1.21
SO_2（%）	≤0.0150	0.0096
砷（%）	≤0.0002	未检出
重金属（以铅计%）	≤0.0050	<0.00005
*等离子点（PI，对照）	酸法胶 PI=5±0.2 碱法胶 PI=7—9	6.14
外　　观	淡黄至黄色、半透明微带光泽的粉粒或薄片，无臭、无肉眼可见杂质	符合国家标准

* 等离子点这项测定在国标中没有要求。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

4 猪胶皮、酶法明胶及碱法皮胶中氨基酸组分含量的分析与比较

4.1 酶法明胶与其原料猪胶皮中氨基酸含量的比较

酶法明胶中氨基酸的测定同前述的猪胶皮中氨基酸的测定方法。

表8 酶法明胶中氨基酸含量

氨基酸成分	百分含量(%)		氨基酸成分	百分含量(%)	
	猪皮胶原	酶法明胶		猪皮胶原	酶法明胶
Asp	5.7	5.3	Ile	1.3	1.0
Thr	1.8	1.7	Leu	3.1	2.5
Ser	3.4	3.8	Tyr	0.7	0.6
Glu	11.3	10.1	Phe	2.2	1.5
Gly	22.8	25.0	Lys	3.6	2.9
Ala	8.9	9.5	His	0.7	0.6
Cys	0.4	0.5	Arg	10.6	11.6
Val	2.6	2.3	Hypro	10.6	11.6
Met	0.3	0.4	Pro	12.7	13.0

4.2 碱法猪皮明胶中氨基酸含量[26]

表9 碱法皮胶中氨基酸含量

氨基酸成分	百分含量(%)	氨基酸成分	百分含量(%)
Asp	4.5	Cys	—
Thr	1.6	Val	2.2
Ser	4.7	Met	0.6
Glu	7.5	Ile	0.8
Gly	27.7	Leu	2.1
Ala	12.0	Tyr	0.1
Phe	1.1	Hylr	0.7
Lys	2.7	His	0.4
Arg	5.5	Hypro	12.5
Pro	13.3		

从上面的表8和表9可以看出:Glu,Gly,Ala,Hypro 和 Pro 的含量在两种方法生产的明胶中是接近的,这几种氨基酸是胶原蛋白中的主要氨基酸。

5 结 论

酶解制胶无论在工艺上和设备上均属一种新的制胶方法。它与现行各种制胶工艺相比有着截然不同的特点和优点,如生产周期数倍缩短、产品质量稳定、全部生成好胶、产物分子量分布窄等。从实验效果看,基本上可以反映前述有关酶解制胶的理论是正确的,试验所选定的工艺过程和控制条件大体上是可行的。酶解胶的质量达到甚至超过国家标准所规定的

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一级食用明胶的指标。

致　谢

本文在实验过程中得到了许时婴副教授的指导，在此致以衷心的感谢。

参 考 文 献

1 徐　润，梁庆华. 明胶的生产及应用技术. 中国食品出版社，1988,9
2 王远亮译. 明胶科学与技术. 1986,2
3 Bernard Idson and Emory Braswell, "Gelatin" in: Advance in Food Research. 1982,28
4 Ward A G, Courts A. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, London and New York, 1977
5 Structure and Function of Connective and Skeletal Tissuh, Proceedings of an Advanced Study Institute Organized under the Auspices of NATO ST. Andrews,1964: 15—25,
6 Veis A. The Macromolecular Chemistry of Gelatin. Acad. Pr, N Y, 1964
7 Biochemistry, 1966;5(1)
8 French P. 1,061,553
9 German P. 1,029,968, U.S.P. 2,908,615 and Brit. P. 817,367: "Methods of Preparing Gelatin and Glue"
10 Brit. P. 903,975
11 Brit. P. 929,137
12 Brit. P. 1,062,083
13 U.S.P. 3,314,816
14 Fujii T. An Enzymatic Method of Producing Gelatin, in: Bulletin of the Society of Scientific Photography of Japan. 1966;16
15 Brit. P. 1,090,967
16 Brit. P. 1,557,005
17 WO 86/01689
18 康允昌等. 明胶科学与技术. 1982,1
19 黄伟坤等. 食品检验与分析. 轻工业出版社，1989,1
20 惠建荣. 明胶科学与技术. 1986,4
21 Leach A A, Eastoe J E. The Chemical Examination of Gelatins, in: The Science and Technology of Gelatin, 1977: 474
22 Eastoe J E. Biochemistry J, 1955;61,589
23 黄　志. 硕士学位论文. 1989;6
24 Mcclain P E. Biochem Biophys Acta, 1968;143
25 周志高等. 明胶科学与技术. 1985,2
26 徐文达译. 明胶科学与技术. 1987,3

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Studies on the Enzymatic Processing Technology of Preparing Edible Gelatin from Pigskin

Hou Guoquan Wang Zhang

(Dept. of Food Sci. and Eng.)

Abstract The technological process and the operational parameters in the production of edible gelatin by enzymatic procedure from pigskin have recently been studied. After the grading and milling the acid swollen pigskin, 1938 neutral proteolytic enzyme was added under optimum hydrolysis conditions and thence gelatin was obtained by the combination of conventional operations such as extracting, clarifying, concentrating and drying. The denaturation temperature of collagen in pigskin was measured by Differencial Scanning Calorimeter (DSC) and the molecular weight distribution of gelatin was measured by gel filtration chromtography. Through the studies of enzymatic processing technology of pigskin, it was found that the process period of manufacture of gelatin was shortened greatly; the quantity and quality of the product were raised but the cost was reduced, which was suitable for the industrial production of gelatin.

Key words Gelatin production; Enzymatic procedure; Pigskin; Collagen

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net