

猪血蛋白的酶法改性、 性能鉴定及其应用

费 健 王 璋 陈舜祖

(食工系)

畜血富含蛋白质及各种微量成分,营养丰富,素有液体肉之称。1982年,我国生猪收购20062.7万头^[1],按每头生猪可采2.8升^[2]猪血,血中含蛋白质18%^[3]计算,共含有101116吨蛋白质。而目前,各肉联厂除少量作血豆腐供食用外,大部分则作为肥料、饲料及废水处理,这不仅浪费了大量蛋白质资源,还造成了新的环境污染。近年来,国内开展这方面研究工作的人逐渐增多^[3,4,5],但很少见到比较详细的利用畜血蛋白质的文献报道,特别是有关畜血如何脱色、脱腥,改性后蛋白质理化性质的变化情况以及应用于食品等方面的报道。

利用畜血最大的困难是处理畜血的颜色和腥味。除少数几种食品外,大部分食品都无法直接添加。目前许多科学家一直在寻求一合理而又经济的脱色方法、以扩大畜血蛋白在食品中的用途。现用的主要脱色方法有:1.丙酮法脱色^[4,5,6,7],2.过氧化氢法脱色^[5,8,9,10],3.物理法脱色^[11,12,13,14],4.酶法脱色^[4,6,15,16,17,18,19]。其中酶法脱色具有酶耗量少、催化力强、作用条件温和、副反应少等优点。再加上微生物酶制剂的大量生产,其单位活力高、成本低廉,给用酶法脱色创造了极有利的条件。为此,我们选用国产微生物酶制剂,经纯化后,以猪血作为研究对象进行酶法改性,脱除其颜色,并就改性后的蛋白质在食品上的应用作了初步研究。

一、实验材料和方法

1. 实验材料:

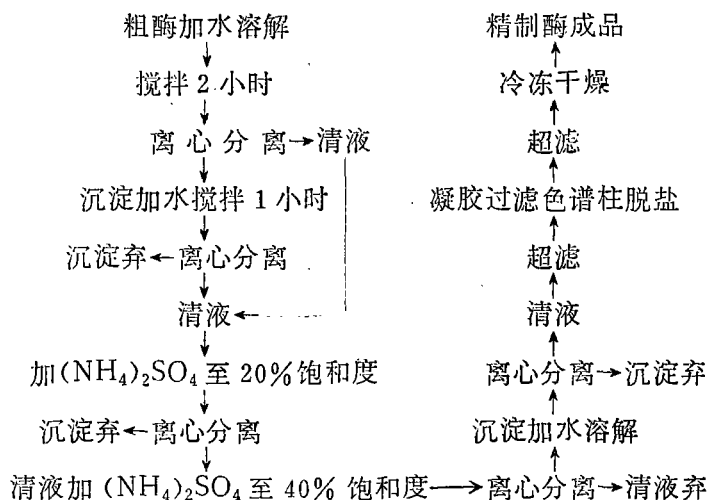
1. 猪血 无锡市食品公司
2. 2709 碱性蛋白酶 无锡酶制剂厂

2. 实验方法

1. 蛋白酶的纯化处理 2709 碱性蛋白酶是从2709地衣芽孢杆菌制得的,虽然其菌体对人体无害,无毒,但由于目前工业上所生产的粗酶纯度不高,无法直接应用于食品工业。为此,本实验首先将粗酶进行纯化。采用硫酸铵分步盐析及超滤和凝胶过滤色谱柱脱盐并浓缩后,再经冷冻干燥制成精制蛋白酶,操作步骤见表1。

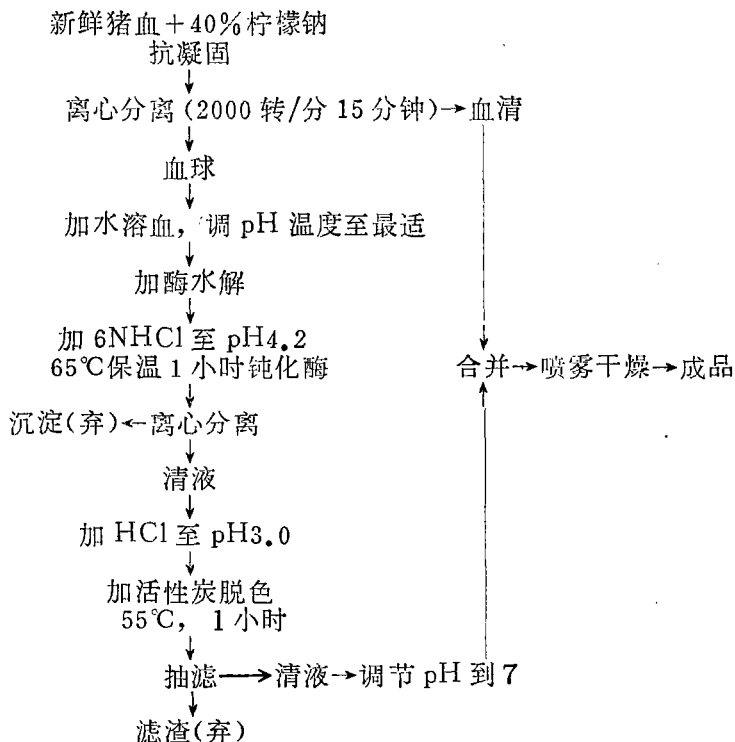
本文1985年1月22日收到。

表1 2709 碱性蛋白酶纯化步骤



2. 猪血的酶法改性 参照 Hald-Christensen 方法^[15], 并作了一些改动, 具体操作步骤见表 2。

表2 酶法改性操作步骤



①采血 采用卫生无水的容器, 预先放入一定量的 40% 柠檬酸钠溶液, 将卫生检验合格的猪血接入容器, 立即混匀, 并迅速运回作进一步处理。

②离心分离 通过离心分离 (2000rpm, 475g, 15 分钟) 将抗凝固处理的猪血分成淡黄色的血清和暗红色的血球, 分别置冰箱中保存备用。

③水解 700 毫升血球和 2000 毫升水混合溶血后, 用 4N NaOH 调整 pH 至 11 (35℃), 按每毫升血球加 3700 酶单位量加入酶制剂, 水解过程中, 用 pH 自动电位滴定仪维持其

pH 值, 通过耗碱量而算出其水解度 DH。

水解度 (degree of hydrolysis) 的定义由下式给出^[15,20]。

$$DH\% = \frac{\text{打断肽键的数目}}{\text{总的肽键数目}} \times 100\%$$

而 DH 则可通过下式计算出^[15]

$$DH\% = V_{\text{NaOH}} \times \frac{1}{\alpha} \times \frac{N_{\text{NaOH}}}{M_p} \times \frac{1}{h_{\text{tot}}}$$

式中: V_{NaOH} —氢氧化钠滴定量(毫升)

M_p —蛋白质总量(克)

N_{NaOH} —氢氧化钠当量浓度

h_{tot} —每克蛋白质中的肽键克当量, 取 8.38^[15]。

$$\alpha\text{-}\alpha\text{ 氨基基团离解度} = \frac{10^{(\text{pH}-\text{pK})}}{1 + 10^{(\text{pH}-\text{pK})}}$$

p^k — α 氨基基团的 p^k 值, 取 7.0 进行计算^[15]。

④酶的钝化 水解到一定的 DH 后, 用 6NHCl 将反应混合物 pH 调节至 4.2, 在 65℃ 保温 1 小时, 在此条件下, 酶完全失活, 血红素也易分离。

⑤分离 将上述水解物用离心机分离去除血红素, 得到透明橙色清液。

⑥活性炭脱色 上述分离得到的清液, 用活性炭进一步脱色。将溶液 pH 调至 3.0, 加 20 克活性炭, 55℃ 保温 1 小时, 经抽滤后, 即得到接近无色的蛋白质水解产物。

⑦喷雾干燥 将水解物和前面分离所得到的血清混合后, 经喷雾干燥制成接近白色的改性蛋白质粉末。

3) 改性蛋白质在食品中的应用 在一般面包配方的基础上, 添加 5% 的改性蛋白质, 按对照组的同样操作条件制成面包。评价改性蛋白质添加后对面包质量的影响。

3. 分析方法

1) 酶活力的测定 福林比色法^[21], 以酪蛋白为底物, 在最适条件下, 以 每分钟内分解出 1 微克酪氨酸的酶量称为 1 单位。

2) 水解度的测定 自动电位滴定法^[15]

3) 改性蛋白质化学成分的测定

①水分 105℃ 干燥法

②蛋白质 凯氏微量定氮法($N \times 6.25$)^[22], 福林酚法^[23]

③氨基酸分析 用高压液相色谱—氨基酸自动分析仪测定

④总糖 3,5-二硝基水杨酸比色法^[23]

⑤脂肪 凯氏抽提法^[22]

⑥NaCl 硝酸银电位滴定法^[22]

⑦灰分 马福炉 600℃ 灰化测定^[22]

⑧微量元素 钠、钾、锰、铁、钙、锌、钴、镁、铬、锡、铝、铜, 原子吸收分光光度法测定

⑨有害元素, 砷: 古蔡氏砷斑法^[22]

铅: 双硫脲比色法^[22]

汞: 测汞仪法^[22]

4) 水解物分子量分布的测定 参照文献^[20,24],用凝胶过滤色谱法测定、柱: Sephadex-G 15(10×700mm)。

5) 蛋白质功能性质的测定

① 比重 用精密比重计测定

② 白度 用粉末白度计(PWA—2型)测定产品白度,以标准白色板为相对白度100计算。

③ 溶解度 参照 GB Patent 200956A^[25],精确称取2克血粉于100ml烧杯中,用50ml蒸馏水分数次溶解,并转移到离心管中,静置5分钟,离心分离10分钟(1000rpm, 119g)倾去上层清液,将沉淀用少量水转移至铝皿中,105℃干燥至恒重,由下式计算出溶解度。

$$\text{溶解度} = \left(1 - \frac{W_2 - W_1}{(1 - B\%)W} \right) \times 100\%$$

式中: W —样品重; W_1 —铝皿重; W_2 —铝皿加不溶物重, B —水分含量。

④ 乳化力 参照文献^[20],用1MNaCl配制不同浓度的水解蛋白质溶液,分别取100ml不同浓度的蛋白质溶液于DS—1型高速组织捣碎机中,插入电导电极,用万用表测量溶液的电阻值,在搅拌情况下(10000rpm),徐徐加入豆油,绘制以乳状液中油的百分浓度与电阻值的关系曲线,用曲线转折点的油百分浓度表示其乳化力。

⑤ 起泡能力 参照文献^[20],取100ml3%(N×6.25)的改性蛋白质溶液于DS—1型高速组织捣碎机中,以I档(10000rpm)速度搅拌2分钟,由下式计算出起泡能力。

$$\text{起泡能力} = \frac{V - 100}{100} \times 100\%$$

式中: V —搅拌停止时泡沫液总体积(ml)

同时,测量出泡沫放置过程中,时间与下层分离液体积的关系曲线,从下层液体分离速度来判断泡沫稳定性情况。

6) 面包质量的评定

① 比容 按粮食部部颁标准 LS78—79—82(1982)[26]测定

② 酸度 同上

③ 硬度 参照文献^[27]将待测面包去除两端部分(约1cm厚),然后切成2厘米厚的面包片(4~5片),置NRM—3002D流变仪上,用直径2.5cm的不锈钢压板进行压缩性试验,测量面包心0.5cm变形量时所受的力(克),并取其平均值作为面包心的硬度。

④ 感官评价 将焙烤后的面包冷却包装后,在室温下放置20小时,然后对其色泽、气味、口感、弹性、内部组织进行评分。评分小组由11人组成,用5分制打分,照后采取平均值作为各项指标参数。

二、结果和讨论

1. 酶回收率

纯化过程中,2709碱性蛋白酶纯度提高和各步回收率见表3。

表3 2709碱性蛋白酶回收率

步骤及物料	酶活力单位/ml(g)	重量或体积	总活力单位	得率%
粗酶	4.51×10^4	2000(g)	9.02×10^7	100
加水溶解	6.46×10^3	9500(ml)	6.14×10^7	68.1
二次离心清液	4.80×10^3	9300(ml)	4.4×10^7	49.4
分步盐析沉淀酶		228(g)	—	—
溶解离心后	3.76×10^4	990(ml)	3.72×10^7	41.2
二次超滤脱盐后	1.41×10^5	250(ml)	3.53×10^7	39.1
冷冻干燥后	1.36×10^6	25.5(g)	3.47×10^7	38.5

2. 柠檬酸钠加入方式和加入量对抗凝固效果的影响

本实验采用三种加入方式:1[#]为直接加入固体柠檬酸钠粉末,2[#]为40%柠檬酸钠溶液,3[#]为40%柠檬酸钠溶液且含0.85%NaCl,血清颜色和抗凝固效果见表4。

表4 柠檬酸钠加入方式和加入量对血液品质的影响

加入方式	1 [#]		2 [#]			3 [#]
加入柠檬酸量%	0.4	0.8	0.4	0.6	0.8	0.8
血液状况	大量凝块	凝块	凝块	稍有凝块	无凝块	无凝块
1小时后分离血清颜色	红色	红色	红色	微红	淡黄	淡黄
12小时后分离血清颜色	红色	红色	红色	红色	红色	淡黄

由表4可看出:添加40%柠檬酸钠溶液较粉末状为好,添加量以0.8%为好。若处理量较大,短时间又不能离心完毕(3—4小时)则必须添加0.85%氯化钠于抗凝固剂中,防止血液发生溶血现象。

3. 离心条件对分离效果的影响

本实验选用了两种离心时间(15和30分钟);三种不同离心速度(1300,2000,4000rpm),其分离效果见表5,从表5可看出,2000rpm,15分钟效果比较好,分离后的血球、血清以及全血的部分理化性质见表6。

表5 离心条件对分离效果的影响

离心时间	30 min			15 min		
转速(rpm)	1300	2000	4000	1300	2000	4000
离心力(g)	200	475	1899	200	475	1899
血清颜色	淡黄	淡黄	红色	淡黄	淡黄	红色
血球、血清分清程度	完全	完全	完全	不完全	完全	完全

表6 血球、血清、全血的一些理化指标

	全 血	血 清	血 球
重量相对比例%	100	64.66	35.34
蛋白质含量%	16.59	6.86	34.78
蛋白质相对比例%	100	26.52	73.48
比 重	1.055	1.032	1.091
颜 色	暗 红 色	淡 黄 色	暗 红 色

4、水解度(DH)对改性蛋白质理化指标的影响

本实验按表7所述步骤制得4种不同DH的蛋白质水解物。然后,加上先前分离得到的血清,经喷雾干燥制成改性蛋白粉,测定其各种理化指标,并就DH对各性能的影响作了一些探讨。

表7 酶法水解猪血蛋白质的操作步骤(2709蛋白酶)

操作步骤及物料	DH %	12	14	16	18
血 球 (ml)		700	700	700	700
加 水 (ml)		2000	2000	2000	2000
溶液pH值调节到11时,4NNaCH耗量(ml)		40	40	40	40
加 酶 量 (万单位)		260	260	260	260
水解时,4NNaOH滴定量(ml)		61.2	71.4	81.6	91.8
水解作用时间(min)		20.0	27.0	37.5	58.0
pH调节到4.2时,6NHCl耗量(ml)		106	112	117	129
离 心 清 液 (ml)		2340	2505	2550	2620
pH调节至3,6NHCl耗量(ml)		40	40	41	42
加 活 性 炭 (g)		20	20	20	20
滤液pH调节至7,4NNaOH耗量(ml)		101	106	110	115
最后得水解物(ml)		2470	2630	2675	2740

1)DH对水解物分子量的影响 各种不同DH水解物的分子量分布曲线见图1。从图1可看出:水解物中的多肽分子量比较分散,这主要是因为2709碱性蛋白酶为内切酶,切断肽键的位置是随机的,造成水解物中包含有许多种类型的多肽。

2)DH对蛋白质回收率的影响 在酶法改性操作中,蛋白质的回收率与DH有关,每步回收率见表8。从表8可知,蛋白质的回收率随DH增大而增加,这可从血红蛋白结构上得到解释。众所周知,血红蛋白是由 α 和 β 各两个亚基所组成。在每一个亚基中含一个辅基—血红素,血红素中心部位有一铁原子,铁的络合价是六价,其中四价是跟四个氮原子结合,另一价是和氧结合,最后一价是和珠蛋白上的多肽键相结合。在水解过程中,随着DH增大

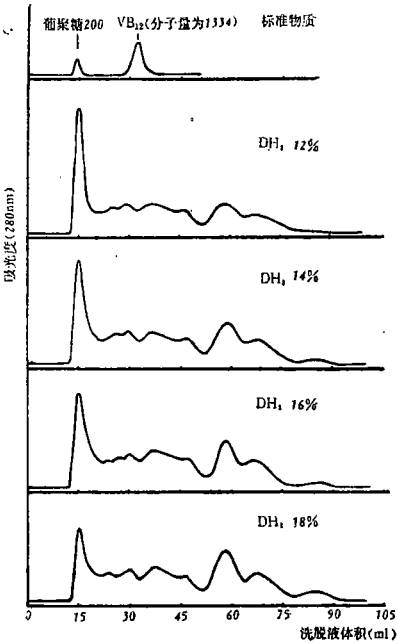


图 1 蛋白质水解物分子量分布曲线

表 9 酶法改性过程中不同 DH 的蛋白质回收率

物 料 及 步 骤	体 积 (ml)	蛋白质含量 (%)	蛋白质重量 (g)	相对于血球 的蛋白质回 收率(%)	相对于全血 的蛋白质回 收率(%)
DH = 12%: 全血	2050	—	370.7	—	100
血 清	1350	6.86	92.6	—	24.98
血 球	700	—	—	—	—
血 球 溶 血 后	2700	10.30	278.1	100	75.02
水解后的清液	2400	6.12	146.9	52.82	39.62
脱色后的水解物	2470	5.86	144.7	52.03	39.03
水解物 + 血清	3820	—	237.3	—	64.30
DH = 14%: 全血	2050	—	365.3	—	100
血 清	1350	6.86	92.6	—	25.35
血 球	700	—	—	—	—
血 球 溶 血 后	2700	10.10	272.7	100	74.65
水解后的清液	2550	6.50	166.1	60.91	45.47
脱色后的水解物	2630	6.30	165.7	60.76	45.36
水解物 + 血清	3980	—	258.3	—	70.71
DH = 16%: 全血	2050	—	368.0	—	100
血 清	1350	6.86	92.6	—	25.16
血 球	700	—	—	—	—

(续表 9)

物料及步骤	体 积 (ml)	蛋白质含量 (%)	蛋白质重量 (g)	相对于血球的 蛋白质回收率(%)	相对于全血的 蛋白质回收率(%)
血 球 溶 血 后	2700	10.20	275.4	100	74.84
水解后的清液	2600	6.475	168.4	61.15	45.76
脱色后的水解物	2675	6.275	167.9	60.91	45.63
水解物 + 血清	4025	—	260.5	—	70.79
DH = 18%: 全血	2050	—	370.7	—	100
血 清	1350	6.86	92.6	—	24.98
血 球	700	—	—	—	—
血 球 溶 血 后	2700	10.30	278.1	100	75.02
水解后的清液	2620	6.875	180.1	64.76	48.58
脱色后的水解物	2740	6.40	175.4	63.07	47.31
水解物 + 血清	4090	—	268.0	—	72.30

注: 1. 测定蛋白质为福林酚法, 用凯氏定氮法校正。

2. 全血蛋白质等于血清蛋白质加血球蛋白质。

使球蛋白中被打断的肽键数目增多, 肽键分子量下降。这样, 原来的空间结构被破坏, 大部分血红素跟球蛋白分开, 未分开的比例相应减少, 在分离时, 随血红素带走的蛋白质量也减少。另外, 经酶水解后, 由于分子量下降, 溶解度增高, 分离时损失在沉淀部分的蛋白质也减少^[20], 即出现了 DH 增大, 蛋白质回收率增加的现象。

3) DH 对脱色效果的影响 用粉未白度计, 测得改性蛋白质和全血粉的白度, 结果见表 9, 各自颜色见图 2。从图 2 和表 9 可知, 水解度越高, 脱色效果越好。对于 2709 碱性蛋白酶, DH 大于 14% 时基本上颜色脱除干净, 相反 DH 低于 12% 时仍带有部分红色, 和 Hald-Christensen^[15] 等报道的情况相仿。

4) DH 对改性蛋白质的理化性质的影响 4 种 DH 改性蛋白质的理化性质见表 10。从表 10 可知, 溶解度随水解度升高而增大, 到 DH 为



上排: 全血粉; 下排: 改性蛋白质,
左起: DH18%、16%、14%、12%

图 2、改性蛋白质和全血颜色照片图

表 9 改性蛋白质和全血粉的相对白度

物 料	改 性 蛋 白 质				全 血 粉
	12%	14%	16%	18%	
相 对 白 度	24.1	42.0	46.9	66.3	3.55

注: 以乳白色标准板作为相对白度 100 为基准

14%, 已基本上达到最大值。

表 10 改性蛋白质的理化性质

品 名	水解度%	12	14	16	18
N × 6.25%		70.65	71.98	70.13	70.01
水 分 %		4.33	3.97	4.86	3.64
灰 分 %		22.25	21.95	22.43	24.21
脂 肪 %		0.44	0.49	0.46	0.49
总糖(以葡萄糖计)%		0.80	0.95	0.93	0.72
NaCl %		17.18	16.72	17.14	19.62
溶 解 度 %		94.78	98.79	98.98	98.94

5) 改性蛋白质和 DH 对乳化能力的影响 图 3 为蛋白质浓度与乳化能力的关系曲线。可看出蛋白质含量增大时, 乳化能力显著增加。但随着蛋白质浓度进一步增加时, 其乳化能力的增加速度却逐渐下降。可能的原因是蛋白质浓度提高到一定量后在油水界面达到了饱和状态。

改性蛋白质的乳化能力与鸡蛋白相比有一定差异, 这是由于改性蛋白质经酶降解后, 形

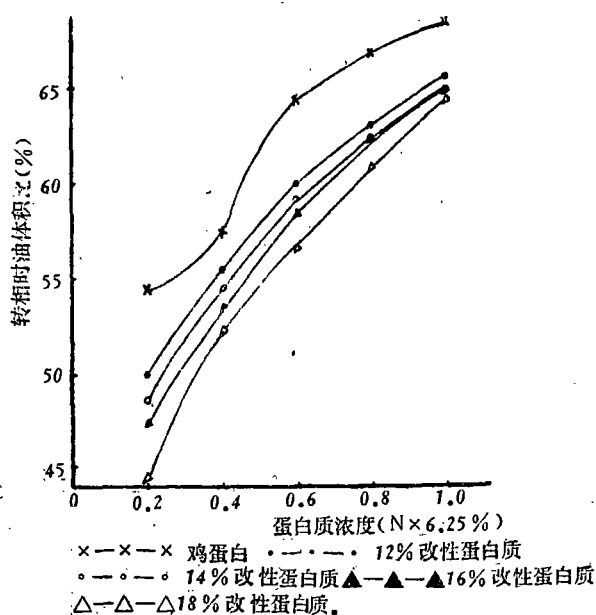


图 3 蛋白质浓度与乳化能力的关系

成较多低分子量的多肽, 而这些小分子多肽的乳化能力较差。改性蛋白质随着 DH 升高其小分子多肽所占比例相应增加, 见图 1, 即乳化能力较强的蛋白质分子数比例相应下降, 也就出现了图 4 所示的结果, 即改性蛋白质的乳化能力随水解度的增加而下降。

6) DH 对起泡能力的影响 全血, 鸡蛋白及改性蛋白质的起泡能力见表 11。从表 11 可知,

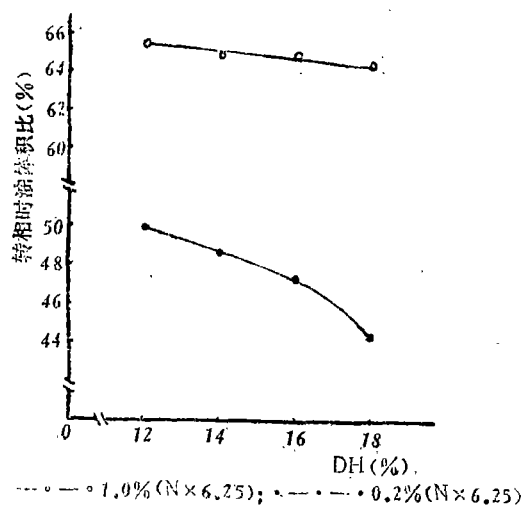


图4 改性蛋白水解度与乳化能力的关系

经过改性的蛋白质起泡能力明显高于鸡蛋白和全血。另外，泡沫放置时间和下层分离液体积的关系见图5。由图5可知，改性蛋白质的泡沫稳定性远远胜于鸡蛋白和全血粉。据此，我们认为，用改性蛋白质来代替鸡蛋白作为糖果、糕点行业中的发泡剂，有可能取得良好的效果。

另外，从表11也可知：水解度越高，起泡能力逐渐下降，而全血粉的起泡能力又不大，

表11 全血鸡蛋白及改性蛋白质的起泡能力

样 品	改 性 蛋 白 质				鸡 蛋 白	全 血 粉
DH %	12	14	16	18	—	—
起 泡 能 力 %	351	346	318	308	132	143

注：测起泡能力时蛋白质浓度均为3% (N x 6.25)

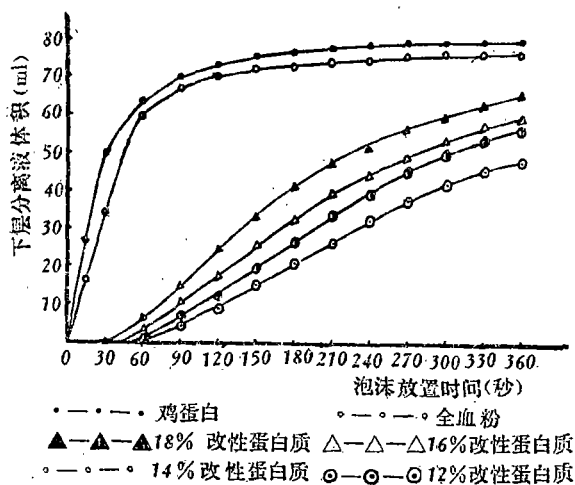


图5 泡沫放置时间和下层分离液体积的关系

与 Adler-Nissen 研究大豆蛋白质的起泡能力的结果相仿。^[20]可能是因为形成稳定泡沫的条件是蛋白质分子在液气界面凝结而形成坚固的薄膜,蛋白质分子部分水解后,各肽链展开,有助于它们之间的相互作用而凝结,使起泡能力显著提高。如果水解程度过高,多肽链长度变短,而较短的多肽链不利于液气界面坚固薄膜的形成,结果使蛋白质溶液的起泡能力和起泡

表 12 改性蛋白质及全血氨基酸成分

单位: g/16gN

氨基酸	DH	全 血	12%	14%	16%	18%
天 门 冬 氨 酸		6.30	5.87	5.43	5.89	5.57
苏 氨 酸		1.90	2.26	2.11	2.20	2.17
丝 氨 酸		2.65	2.80	2.65	2.85	2.80
谷 氨 酸		5.00	5.45	5.02	5.44	5.77
脯 氨 酸		2.23	2.34	2.20	1.88	2.11
甘 氨 酸		2.51	2.46	2.32	2.45	2.59
丙 氨 酸		3.14	3.06	2.85	2.89	2.87
缬 氨 酸		4.06	3.75	3.36	3.24	3.06
异 亮 氨 酸		0.53	0.78	0.68	0.78	0.90
亮 氨 酸		6.71	6.06	5.58	5.77	5.60
酪 氨 酸		1.37	1.77	1.51	1.55	1.63
苯 丙 氨 酸		3.54	3.41	3.00	3.30	3.17
组 氨 酸		3.56	3.08	3.00	2.79	2.13
赖 氨 酸		4.79	5.17	4.71	4.82	4.97
精 氨 酸		2.18	2.07	1.85	3.14	4.63

表 13 改性蛋白质和全血粉中微量元素成分

元 素	物 料	全 血 粉	12% 改性蛋白质	14% 改性蛋白质	16% 改性蛋白质	18% 改性蛋白质
K	(mg/g)	3.19	3.13	3.19	3.13	3.06
Na	(mg/g)	6.25	77.5	75.6	78.8	91.3
Ca	(mg/g)	0.13	0.43	0.50	0.50	0.57
Mg	(mg/g)	0.35	0.40	0.40	0.35	0.33
Fe	(μg/g)	800	475	138	25	60
Cu	(μg/g)	4.0	5.5	9.5	9.5	9.0
Zn	(μg/g)	3.0	2.2	4.2	3.0	4.2
Co	(μg/g)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cr	(μg/g)	1	1.5	1.7	2.0	2.5
Mn	(μg/g)	0.5	4.5	6.0	2.0	4.0
Al		微 量	微 量	微 量	微 量	微 量
Sn		未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出	未 检 出

沫的稳定性都会随之而降低。

7) *DH* 对氨基酸成分的影响 改性蛋白质和全血粉的氨基酸成分见表12。从表12可知,除组氨酸、缬氨酸在水解过程中有一部分破坏外,其它各种氨基酸成分几乎保持不变。另外,由于血球的细胞膜及血红蛋白在水解过程中被降解成多肽,使蛋白质水解物在人体内的消化吸收率还可能增加。

8) 改性蛋白质的微量元素成分 改性蛋白质中含有多种微量元素,结果见表13,这些微量元素都是人体内所必需的。同时,我们还测定了对人体有害的砷、汞、铅含量,(见表14)结果均低于类似食品的国家标准。

表14 改性蛋白质及全血粉中有害元素成分

单位 $\mu\text{g/g}$

元 素 \ 物 类	全 血 粉	12% 改性蛋白质	14% 改性蛋白质	16% 改性蛋白质	18% 改性蛋白质
砷	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
铅	<1	<1	<1	<1	<1
汞	0.008	<0.005	0.011	0.04	0.029

5、改性蛋白质添加于面包后对其品质的影响

我们在一般面包配方的基础上添加 5% ($DH = 14\%$) 的改性蛋白质和对照组在同样条件下制成面包,比较面包的品质。其中: 1# 为加 5% 改性蛋白质, 2# 为加 5% 改性蛋白质和 0.5% SSL (硬脂酰乳酸钠), 3# 为加 0.5% SSL, 4# 为对照组。四组面包的理化指标见表15。

表15 面包理化指标

名 称 \ 样 品	1#	2#	3#	4#
$N \times 6.25\%$	10.8	11	9.22	9.31
总 糖 %	49.95	49.29	51.13	51.30
原 糖 %	8.11	7.21	7.71	7.48
脂 肪 %	1.7	1.6	1.7	1.7
灰 分 %	1.16	1.14	1.12	0.65
水 分 %	35.51	35.63	36.27	36.24
比 容 ml/g	3.68	3.92	3.87	3.89
酸 度	3.64	3.27	2.05	2.22

1) 对蛋白质、氨基酸含量的影响 从表15 可知,添加改性蛋白质后,蛋白质含量从 9.26% 提高到 10.90%。各种氨基酸含量也相应提高(见表16),其中赖氨酸含量从 0.149% 提高到 0.231%,从而使面包的生物效价也相应提高。

2) 对比容的影响 从表15 可知,单纯添加水解物时,比容受一定影响,但若同时加 SSL

表 16 面包氨基酸成分

单位: g/100 g 干物质

氨基酸	品名	添加5%改性蛋白	对 照	氨基酸	品名	添加5%改性蛋白	对 照
天门冬氨酸		0.52	0.26	缬氨酸		0.37	0.24
苏氨酸		0.27	0.19	异亮氨酸		0.25	0.15
丝氨酸		0.45	0.35	亮氨酸		0.67	0.43
谷氨酸		2.67	2.26	酪氨酸		0.10	0.17
脯氨酸		0.92	*	苯丙氨酸		0.36	0.26
甘氨酸		0.28	0.22	组氨酸		0.07	0.10
丙氨酸		0.20	0.14	赖氨酸		0.23	0.15

后,其比容和正常比容完全一样。主要是因为 SSL 添加后,增强了面筋和面筋结合点的强度,形成一新的网状结构,使面筋膜更完善,气体保留性好,面包的体积也随之增大。

3)对感官品质的影响 四组面包的感官评分结果见表 17。从表 17 可知,添加 5%水解物

表 17 面包感官评分结果

样品号	1*		2*		3*		4*	
名称	得分	σ_{n-1}	得分	σ_{n-1}	得分	σ_{n-1}	得分	σ_{n-1}
色 泽	3.09	0.7006	3.09	0.6640	4.07	0.6389	4.82	0.4045
口 感	3.61	0.8090	3.91	0.5394	4.14	0.6742	4.36	0.6742
气 味	3.68	0.5600	3.64	0.6360	3.91	0.7006	3.86	0.7775
柔软度	3.64	0.8090	3.82	0.7508	4.18	0.7508	4.08	0.8312
内部组织	3.89	0.6715	3.53	0.6467	3.94	0.8274	3.94	0.8274

后,除色泽下降外,其它各项指标接近于对照试验。颜色下降的主要原因可能是焙烤过程中羰氨反应的产生,使颜色变差,影响了其色泽。在感官评价过程中,无一评定人员发觉有腥味及其它不良口感。

4)对内部组织结构的影响 四组面包内部组织结构切片情况见图 6。从图 6 可看出,单纯添加 SSL 的面包(3*)内部组织结构为最佳,两组添加改性蛋白质的面包(1*、2*)其次,而对照组(4*)最差,由此证明:添加改性蛋白质不会影响面包的内部组织结构。

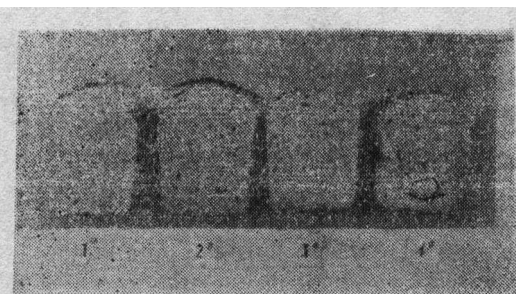


图 6 面包内部组织结构切片图

5)对老化速率的影响 目前,国内外文献指出广泛应用的估价面包老化的方法为感官试验和面包心的硬度。为此,我们也测定了面包在贮藏过程中面包心的硬度变化情况,结果见图 7。从图 7 可看出,添加改性蛋白质所制成的面包,特别是放置两天以后与对照组面包相比较其面包心硬度下降,柔软度增高。可能是由于蛋白质质量增加后,蛋白质网状结构加强,减缓了水分挥发。同时,由于蛋白质和淀粉在氢键等的作用

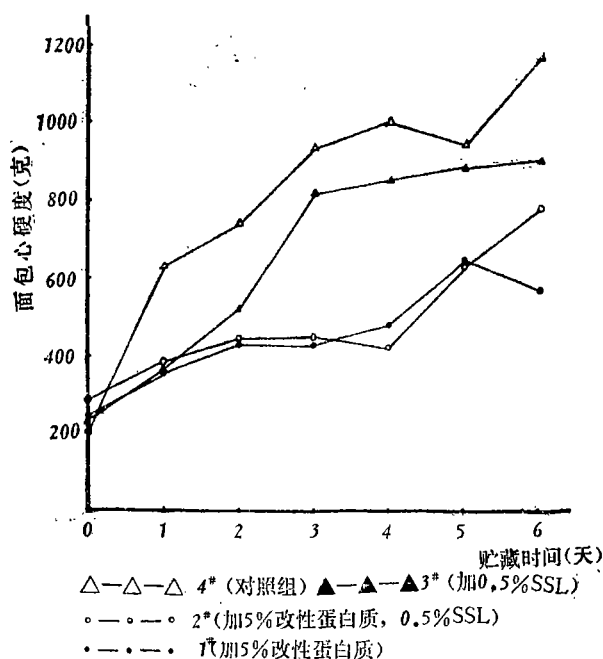


图7 面包贮藏时间与面包心硬度的关系

下,形成包络体减缓了淀粉结晶的收缩速度而起到一定的抗老化作用。上海食品工业研究所(1979)^[28]曾将SSL添加于面包中,可延缓面包老化,本实验证实了这一点。而添加改性蛋白质后,从硬度这一指标来判断,抗老化的效果较SSL明显。

本实验曾得到了食品教研室各位老师,江苏省微生物研究所,无锡市卫生防疫站以及本院化工系吴保承,蒋进萍老师的帮助,在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 《中国经济年鉴》编辑委员会,《中国经济年鉴》,V 6—7,经济管理出版社,(1983)
- [2] 龚新忠,“食品科学”,1980(7),62—63,(1980)
- [3] 甄守训、杨金中,“食品科学”,1983(7),3—4,(1983)
- [4] 张美琴,“食品科学”,1981(7),31—34,(1981)
- [5] 张梅棣,“食品科学”,1983(7),5,(1983)
- [6] Bourgeois. C, “Viandes et Produits Carnes”, 3(6),13—16,(1982)
- [7] Quaglia. G.B, Massacci. A, “J. Sci. Food Agric.”, 33, 634—638,(1981)
- [8] Buckley. K, Vernon. A, Tohnlowe. P, GB Patent 1562618, (1976)
- [9] Lipets. Yu. V, “Pishchevaya Promyshlennost”, No(3),28—30,(1981)
- [10] Lasbats. J, Fr Patent 2452255, (1980)
- [11] Zayas. Y, Zyrina. L, Sokolov. A, “Myasnaya Industriya SSSR”, No1, 20, (1975)
- [12] Pedersen. J. W, Lausen. T, US Patent 4219577, (1980)
- [13] Nntridan Engineering. A/S, GB Patent 2018122A, (1979)

- [14] Wismer-Pedersen. J, "Food Tech.", 33(8), 76—80, (1979)
- [15] Hald-Christensen. V, Adler-Nissen. J. L, Olsen.H.S, US Patent 4262022, (1981)
- [16] Eckmayer. Z, Berg. A, Monsheimer. R, Pflerer. E, US Patent 4220723, (1978)
- [17] Societe Industrielle De Recuperation De Dechets Animaux, GB Patent 1556439, (1979)
- [18] Anon, "Research Disclosuse", No208, 322—323, (1981)
- [19] Fretheim.K, "Proceeding of the Europeon Meeting of Meat Research Workers", No25, 10.8, 829—934, (1979)
- [20] Adler-Nissen. J, Sejr-Olsen. H, "ACS Symp ser", 92, 125—146, (1979)
- [21] 无锡轻工业学院, "发酵专业生化实验讲义", (1982)
- [22] 上海商品检验局, "食品化学分析", 上海科学技术出版社, (1979)
- [23] 张龙翔、张庭芳、李令媛, 生化实验方法和技术, 人民教育出版社, (1981)
- [24] Lin.S.H. C, Lawhon. J.T, Cates. C.M, Mattil. K. F, "J. Food Sci.", 39(1), 178—182, (1974)
- [25] Yoshio.S, Shimizu.M, GB Patent, 200956A, (1978)
- [26] 中华人民共和国商业部, 面包质量标准, LS78—79—82, (1982)
- [27] 藤山渝吉, "面包制作的理论与技术", 何云章译, (1983)
- [28] 上海食品工业研究所, 乳化—络合剂 SSL、CSL 试制研究签定书, (1982)

85008

关于方程 $x^3 \pm 3 = 2^a$ 《无锡轻工业学院学报》1985年,第4卷,第2期
关键词 同余式, 整数解。

摘要 本文解决了一类丢番图方程的求解问题, 改进了 Rabinowitz 的研究结果。

作者: 李晓莲

85010

通常分布月桂醇聚氧乙烯醚混合溶液的表面性质 《无锡轻工业学院学报》1985年,第4卷,第2期。

关键词 十二醇聚乙二醇醚, 表面活性剂的界面性质, 聚氧基链长分布。

摘要 本文研究了在一定HLB条件下, 通常分布月桂醇聚氧乙烯醚(3~15)的二元及三元混合物溶液的表面活性和表面吸附, 考察了不同组合对混合溶液的润湿、泡沫、乳化、增溶及去污等性能的影响。应用 Gibbs 方程计算表面活性剂混合溶液表面吸附量。结果表明不同乙氧基数分布的月桂醇聚氧乙烯醚混合溶液的性质同单独成分比较接近, 适度混合能提高表面层分子排列的紧密度, 促进混合胶束的形成。中等乙氧基链 AE 再混配以长、短乙氧基链、其组合分布宽而均匀, 可获得较好的乳化和洗涤性。

作者: 夏纪鼎, 周合云, 袁自刚

85009

猪血红蛋白的酶法改性, 性能鉴定及其应用 《无锡轻工业学院学报》, 1985年, 第4卷, 第2期。

关键词 猪血、血球、蛋白质、改性、酶。

摘要 2709 碱性蛋白酶酶用硫酸铵分步盐析, 再经超滤、凝胶过滤色谱柱脱盐浓缩后, 冷冻干燥制成精制酶。将从猪血中离心分离得到的血球溶血, 按照不同水解度(DH)(12%、14%、16%、和18%)进行酶法水解。由脱色后的蛋白质水解物和先前分离得到的血清混合后, 经喷雾干燥制成改性蛋白粉。分别测定了不同水解度改性蛋白质的含氮化合物、脂肪、糖、水分、氨基酸和微量元素。用凝胶过滤色谱测定了多肽分子量分布并测定了改性蛋白质的功能性质, 例如: 乳化能力、起泡能力、溶解度、白度等; 探讨了 DH 与它们的关系。最后, 就添加改性蛋白质对面包质量的影响作了研究。

作者: 贾健, 王璋, 陈舜祖

85011

对绘制所有平面四杆机构连杆曲线有限五维图谱的建议 《无锡轻工业学院学报》1985年, 第4卷-第2期。

关键词 平面四杆机构, 五维连杆曲线图谱, 连杆圆, 族机构理论, 族机构算子, 连杆平面的分区。

摘要 本文是对“曲柄连杆机构连杆曲线图谱绘制的建议”[1]一文的扩充和引伸。通过对平面四杆机构连杆曲线图谱绘制方法的检验, 我们发现: 在绘制所有 Grashof 四杆机构连杆曲线时, 只需将每一相似四杆机构族包括在内, 那么连杆点只要在以连杆两铰链点为圆心, 以连杆长为半径所作的两个连杆圆相交所得面积的一半(左半或右半)这个边界区域内选取便足够了。对于非 Grashof 四杆机构, 则连杆点又只要在该面积的四分之一这个边界区域内选取。这是运用 Robert 族机构论所得到的进一步的结果。同时, 也得到了绘制曲柄连杆机构连杆曲线图谱的另一种方法。

作者: T.H.DAVIES*, 陈金元

85010

INTERFACIAL PROPERTIES OF THE MIXED SOLUTIONS OF POLYOXYETHYLENATED N-LAURYL ALCOHOLS WITH DIFFERENT NORMAL DISTRIBUTION IN POLYOXYETHYLENE CHAIN LENGTH « Journal of the Wuxi Institute of Light Industry », Vol.4, No.2, 1985

KEYWORDS Polyoxyethylenated n-lauryl alcohols, Interfacial property of surfactants, Distribution of polyoxyethylene chain length.

ABSTRACT At a certain HLB value the surface activity, surface adsorption, wettability, foam, emulsion, solubilization and detergency of the binary or ternary mixed solutions of lauryl polyoxyethylenated alcohols with different normal distribution were studied. By Gibbs equation the amounts of saturated surface adsorption and surface pressure were also measured. Experimental results indicate that γ_{cmc} , CMC , $\sqrt{\infty}$ of the mixed surfactant solutions are nearly the same as the solution of individual components, correspondingly. The orientation of surfactant molecules from a mixed surfactant solution with a suitable combination on the interfacial layer and the formation of mixed micelles from the bulk solution would be enhanced. The mixed lauryl polyoxyethylenated alcohols with medium polyoxyethylenated chain length accompanied with a small quantity of long and short polyoxyethylene chain length in which the distribution of components being in a wide and homogeneous state will give the product a better emulsibility and detergency.

Author: Xia Jiding Zhou Heyun Yuan Zigang

85008

ON THE EQUATION $x^3 \pm 3 = 2^x$ « Journal of the Wuxi Institute of Light Industry », Vol.4, No.2, 1985

KEYWORDS Congruence, Integer solution.

ABSTRACT The paper gave the solution of a class of Diophantine equations and improved Rabinowitz's research results.

Author: Li Xiaolian

85011

PROPOSALS FOR FINITE 5-DIMENSIONAL ATLASES FOR ALL PLANAR 4-BAR LINKAGE COUPLER CURVES « Journal of the Wuxi Institute of Light Industry », Vol.4, No.2, 1985

KEYWORDS Planar 4-bar linkage, coupler curve, Coupler circle, Cognate theory, Cognate operators, Partitioning of coupler plane.

ABSTRACT The paper seeks to extend earlier work that makes proposals for an atlas of curves traced by coupler points on crank-rocker linkages. We now examine ways of providing atlases for coupler curves of other 4-bar linkages. Provided that every family of similar movable quadrilaterals are included, it is found that, as a further consequence of Roberts' cognate theory, it is sufficient to confine attention to coupler points that lie on or within boundaries that demarcate half the area bounded by two arcs having centres at the coupler bearings. For non-Grashof linkages only one quarter of this area is needed.

This leads to an alternative way of providing an atlas of curves Traced by coupler points of crank-rocker linkages.

Author: T.H.Davies, Chen Jinyuan

85009

ENZYMATIC MODIFICATION CHARACTERIZATION AND APPLICATIONS OF PROTEIN IN PIG BLOOD « Journal of the Wuxi Institute of Light Industry », Vol.4, No.2, 1985

KEYWORDS Porcine blood, Corpuscle, Protein, Modification, Enzyme.

ABSTRACT 2709 basic protease was purified through ammonium sulphate fractionation, ultrafiltration and gel filtration and then lyophilized. Hemolysate of red cell separated from porcine blood was hydrolyzed respectively by the partially purified enzyme preparation at the hydrolytic degrees of 12%, 14%, 16% and 18%. The decoloured hydrolyzates were combined separately with blood serum, and then dried by spray drying. Total nitrogen containing substances, carbohydrates, lipids, ash, moisture, amino acids and trace elements in the modified proteins with different degrees of hydrolysis were assayed. The distribution of molecular weight of polypeptides in the modified proteins was determined by gel filtration chromatography. The functional properties of the modified protein, such as solubility emulsifying and foaming capacity and whiteness were investigated. The relationship between the functional properties of the modified protein and the degree of hydrolysis were discussed. Finally, the effect of adding modified protein to the improver of quality of bread was studied.

Author: Fei Jian Wang Zhang Chen Shunzu