

丝 蛋 白 肽 乳 粉 的 研 究 初 探

罗富英

(湛江师范学院自然科学与技术研究中心, 广东湛江 524048)

摘 要:混合酶水解丝蛋白,采用双效浓缩工艺,一效分离器真空度为 $-0.06\sim-0.07\text{MPa}$,蒸发温度为 $65\sim70^{\circ}\text{C}$;二效分离器真空度为 $-0.088\sim-0.094\text{MPa}$,蒸发温度为 $45\sim52^{\circ}\text{C}$,出料浓度为 21°Be 。最后经过喷雾干燥,制得成品,其风味良好,总蛋白质含量为 36.20% ,肽含量为 3.10% ,达到了产品的预期要求。

关键词:丝蛋白,丝肽,乳粉,酶解,水解度

Research on silk protein peptide milk powder

LUO Fu-ying

(Institute Center of Natural Science and Applied Technology, Zhanjiang Normal University, Zhanjiang 524048, China)

Abstract: After hydrolyzed by prozyme, the hydrolyzate was concentrated by double concentrator, the conditions for the first concentrator were as follows: vacuum degree $-0.06\sim-0.07\text{MPa}$, evaporation temperature $65\sim70^{\circ}\text{C}$; and the conditions for the second concentrator were as follows: vacuum degree $-0.088\sim-0.094\text{MPa}$, evaporation temperature $45\sim52^{\circ}\text{C}$, then the concentrated milk was spray dried at the concentration of 21°Be . The protein and peptide in the end product were 36.20% and 3.10% respectively, and it had a good flavor, all met the required standards of the product specification.

Key words: silk protein; silk peptide; milk powder; enzyme hydrolysis; degree of hydrolysis

中图分类号: TS252.51

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2008)06-0203-03

两千多年前,人类对蚕蛹的营养保健价值就已有较深的认识。《本草纲目》就有用蚕蛹治疗小儿营养不良的记载。随着科技发展和对蚕丝结构的深入研究,利用蚕丝优良的生物相容性,促使对它的研究与应用领域延伸到生物制药、生物新材料、生物医学、化妆用品、食品、保健品等方面。在快速消费品领域中,乳制品的主要品种有液态奶、酸奶、奶酪和奶粉。从消费结构看,鲜乳品和酸奶均有小幅增长。人均全年消费鲜乳品 18.79kg ,酸奶 2.90kg ,人均全年消费奶粉 0.51kg 。从营养素的角度看,“高蛋白、高纤维、低糖、低脂肪”是营养学提倡的膳食结构。从市场的角度说,消费者虽然都知道科学膳食的好处,但市场上却买不到相应的高蛋白产品。高蛋白乳制品是补充各种营养素的最佳载体,普通奶粉的蛋白质含量约 20% 。限于溶解度等指标的严格制约,“丝蛋白肽乳粉”的丝蛋白质含量设定为 30% ,其中丝肽含量 3% 以上。因此,丝蛋白肽乳粉的研制成功,将为消费者提供可快速吸收、快速补充蛋白质的高蛋

白营养食品。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

混合酶 自配(protamex 复合蛋白酶: Flavourzyme:木瓜蛋白酶: Alcalase 碱性蛋白酶: 复合胰蛋白酶配比 $1:1:1:1:1$);酶水解丝蛋白、丝素肽 自备;脱脂乳粉 新西兰进口自购。

均质机 上海申鹿牌;喷雾干燥器 QZR-5 型 无锡市林洲喷雾干燥器厂;粉末活性炭 北京大力精细化工厂;大孔吸附树脂 HZ-801、HZ-802、HZ-803、HZ-00X 上海华震科技贸易公司;超滤膜 磺化聚砜膜;电泳仪 北京市六一仪器厂;高效液相色谱仪 东西电子。

1.2 实验方法

1.2.1 蚕丝蛋白、丝素肽的酶解制备 准确称取蚕丝蛋白加入酶反应斧中,加适量去离子水,浸 30min ,将溶液的 pH (用 2mol/L NaOH 或 HCl 调节)和温度调至对应的实验研究的条件,并采用 pH-stat 法控制反应体系的 pH 稳定在设定 pH 的 ± 0.03 之间变化,反应结束后,沸水浴灭酶 10min ,冷却后将酶解液的 pH 调至 7.0 ,离心 20min 取上清液,即得蚕丝酶解液备用。SDS-PAGE 测定酶解过程中丝蛋白质、丝素肽的动态变化;灭酶喷雾干燥。

1.2.2 丝蛋白肽乳粉生产工艺流程 全脂乳粉、丝素蛋白 $\rightarrow$ 加水还原 $\rightarrow$ 过胶体磨 $\rightarrow$ 控制酶解 $\rightarrow$ 杀菌灭酶 $\rightarrow$ 配料

收稿日期:2007-11-05

作者简介:罗富英(1961-),女,大学,教师,从事动植物天然物质分离纯化与应用及食品加工方面研究。

基金项目:2004 广东省科技攻关项目(2004B26001169);2005 湛江市科技攻关项目(湛科[2005]41号);2007 湛江市科技攻关项目(湛科[2007]92号);2007 湛江师范学院自然科学基金(10722)。

(丝素肽、甜味剂和营养素)→均质→浓缩→喷雾干燥→成品

1.2.3 丝蛋白肽乳粉的配方 见表 1。

表 1 丝蛋白肽乳粉的配方(%,干基)

原料	用量(kg)	备注
脱脂奶粉	77	蛋白含量>24%
丝素分离蛋白	18	蛋白含量>90%
丝素肽	3	
蔗糖	1	
营养素	1	

1.2.4 丝蛋白肽乳粉的风味 丝蛋白肽乳粉由于酶解反应受多方面因素的影响,对混合酶而言,其最适温度为 50℃。pH 的选择既要考虑到酶的稳定性,又要考虑到蛋白含量、肽含量、风味控制,以及尽可能降低成本丝蛋白的特殊性,和维持奶粉原有 pH(质量体积浓度 12% 的奶粉溶液 pH 为 6.4)。丝蛋白肽乳粉风味与时间和酶溶蛋白的关系见表 2。

表 2 丝蛋白肽乳粉时间、风味、酶溶蛋白含量的关系

时间(min)	0	15	30	45	60	90	120
酶溶蛋白(%)	2.5	6.7	11.5	13.0	14.3	17.0	19.9
风味	-	-	-	+ -	+	+	++

注:分为无(-)、轻微(+ -)、中等(+)、强(++)4个等级。

1.2.5 丝蛋白肽乳粉的均质与浓缩 丝蛋白肽乳粉料液通过均质机进行均质,均质操作的条件为:70℃,25MPa。浓缩采用双效浓缩工艺,一效分离器真空度为-0.06~-0.07MPa,蒸发温度为 65~70℃;二效分离器真空度为-0.088~-0.094MPa,蒸发温度为 45~52℃,出料浓度为 21°Be^[4]。

1.2.6 丝蛋白肽乳粉的喷雾干燥 丝蛋白肽乳粉浓缩后的料液,经过滤器过滤后,用高压泵打入干燥塔喷雾干燥,细粉按要求在塔顶附聚^[4]。操作条件为:进风温度 165~180℃,排风温度 70~90℃,高压泵压力 8.0~25.0MPa,塔内负压 100~200Pa,从干燥塔出来的丝蛋白肽乳粉经流化床二次干燥。流化床第一道进风温度控制在 60~75℃,第二道进风温度控制在 50~60℃,第三道出口丝蛋白肽乳粉温度控制在 20~35℃左右。然后经凉粉、过筛、包装,即为成品。

1.2.7 丝蛋白肽乳粉产品的指标分析 丝蛋白肽乳粉成品的检验结果见表 3。由表 3 的检验结果可知,所制得的产品已达预期要求。

表 3 丝蛋白肽乳粉成品检验结果

项目	质量指标	检验结果
滋味、气味	具有本产品应有的滋味和气味	符合要求
组织形态	干燥、洁净、均匀的粉末状物质,无结块	符合要求
色泽	呈均匀一致的乳黄色	符合要求
冲调性	经搅拌后可迅速溶解于水中,不结块	符合要求
总蛋白质(%)	≥35	36.20
肽(%)	≥3	3.10

2 结果与讨论

与普通乳粉相比,丝蛋白肽乳粉的突出特征是:蛋白含量>30%,肽含量≥3.10%,风味好、成本低。产品中的丝素肽含量可以根据市场需要而定。可通过外加肽的方式来解决。蛋白质含量可通过添加或

减少丝蛋白含量来实现。原料可选择直接混合酶解丝蛋白、丝素肽。肽具有多种生物活性,包括抗菌、抗高血压、抗癌、镇静和增进新陈代谢的同化作用等,蛋白含量、肽含量、风味控制,以及尽可能降低成本是本文的基本条件。

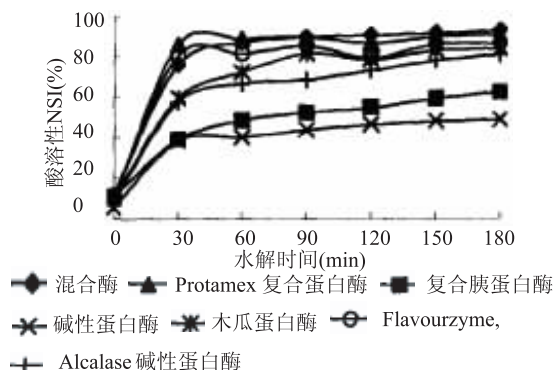


图 1 各种酶解丝蛋白水解时间-酸溶性 NSI 图

从图 1 可见,不同的酶在酸性条件对丝蛋白都有不同程度的水解作用,以 Protamex 为佳。混合酶以丝乳蛋白为底物时,相同条件下,其水解液的酸溶性 NSI 值最高,肽含量相对也较高。与其它酶相比较,木瓜蛋白酶作用于丝乳蛋白得到的水解液的苦味程度较轻微,而其它酶得到的水解液苦味程度较强且有异味;混合酶的丝乳粉水解液苦味程度轻微,而水解液中的肽含量和 NSI 值比木瓜蛋白酶要高。还原处理脱脂乳粉和丝蛋白,对酶解速度和酶解液风味没有明显的影响。

从水解度和风味两方面考虑,酶解的目的是使大分子的丝蛋白降解到合适的程度,以增加热稳定性,防止过敏、在胃中结凝块等^[1-3]。因此,在不影响风味的前提下,水解丝乳蛋白酶的选择,首先要考虑风味因素,其次是混合酶的最适 pH 范围及最佳温度。混合酶水解丝乳蛋白,通过正交实验选择其反应条件为脱脂奶粉丝蛋白液浓度 12%,酶:丝乳蛋白液=1:100,pH 6.4(为配料的原有 pH),T 50℃,t 30min。在此条件下,酶解液中酸溶蛋白含量为 11.5%,且无明显苦味,肽的百分含量为 3.10%左右。

丝乳蛋白经过酶解离心(3000r/min,10min)除去沉淀物后,可溶解部分既有大分子量的蛋白,也有较小分子量的肽类和游离氨基酸。图 2 是混合酶水解丝蛋白过程中,用 SDS-PAGE 测定分子量,所得到的丝蛋白分子量变化图。

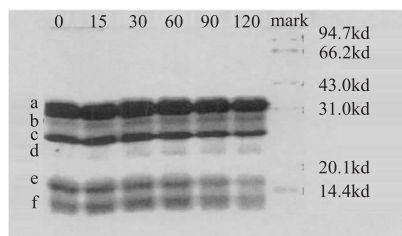


图 2 酶解丝蛋白的水解时间(min)分子量动态变化

从图 2 可以看出,随着反应时间的延长,条带 a 和 c 变化不明显,条带 b 和 d 逐渐增加,而条带 e 和 f (下转第 207 页)

表5 复原率回归模型方差分析

方差来源	自由度	估计值	标准误差	t	Pr > t	贡献率(%)
Intercept	1	73.78111	0.31904	231.26	<0.0001	—
A	1	-1.61500	0.03582	-45.09	<0.0001	74.00
B	1	-1.99167	0.25074	-7.94	0.0042	7.59
C	1	-2.24333	0.25074	-8.95	0.0029	11.96
B ²	1	0.36833	0.06204	5.94	0.0096	1.25
C ²	1	0.72333	0.06204	11.66	0.0014	4.91

2.4.2 回归模型检验 对复原率回归方程进行显著性检验。由表5可知, $F = 548.55$, $p < 0.001$, 复原率回归模型极显著。这表明在 $\alpha = 0.001$ 水平, 复原率与全体自变量之间的关系显著。另外, 回归方程具有很高的决定系数 ($R^2 = 0.9989$) 和校正决定系数 ($R^2 = 0.9971$), 表明了复原率回归方程与实验结果具有很高的拟合度。将各项对复原率波动的贡献率进行分析, 其大小顺序为 $A > C > B > C^2 > B^2$, 其中误差项仅占 0.29%。

3 结论

3.1 建立了白对虾干制品复原率与转换点水分含量 (X_A)、微波时间 (X_B) 和微波功率 (X_C) 因素水平编码值之间的回归方程, 且方程均高度显著。

$$Y = 73.78 - 1.62X_A - 1.99X_B - 2.24X_C + 0.368X_B^2 + 0.723X_C^2$$

3.2 利用冷冻和微波真空联合干燥白对虾工艺的最优参数为转换点水分含量 50%、微波时间 25s、微波功率为 330W、微波真空度 0.07MPa, 此时可以获得高质量的白对虾干制品。

参考文献:

[1] 张国琛, 毛志怀. 水产品干燥技术的研究进展[J]. 农业工程学报, 2004, 20(4): 297~300.

[2] 张静, 袁惠新. 几种食品干燥技术的进展与应用[J]. 包装与食品机械, 2003, 21(1): 29~32.
[3] 张国琛, 徐振方, 潘澜澜. 微波真空干燥技术在食品工业中的应用与展望[J]. 大连水产学院学报, 2004, 4(19): 292~296.
[4] Torringa H M, Erle U, Bartels P V, et al. Microwave - vacuum drying of osmotically pre-treated fruit [A]. Drying '982 Proceedings of the 11th International Symposium (IDS '98) [C]. Greece: 1998. 922~929.
[5] Lin T M, Durance T D, Scaman C H. Physical and sensory properties of vacuum microwave dehydrated shrimp [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 1999, 8 (4): 41~53.
[6] Litvin S, Mannheim C H, Miltz J. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying[J]. Journal of Food Engineering, 1998, 36(1): 103~111.
[7] Tein M Lin, Timothy D. Durance, Christine H Scaman. Physical and sensory properties of vacuum microwave dehydrated shrimp [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 1999, 8 (4): 41~53.
[8] Yuvanaree Nam sanguan, Warunee Tie, Sakamon Devahastin, Somchart Soponronnarit. Drying kinetics and quality of shrimp undergoing different two-stage drying processes [J]. Drying Technology, 2004, 22(4): 759~778.

(上接第 204 页)

逐渐减少。对应条带的分子量分别为: a 94.7kd, b 66.2kd, c 43.0kd, d 31.0kd, e 20.1kd, f 14.4kd。

选用截留分子量为 10000 的磺化聚砜膜, 对水解液进行超滤处理, 其工作压差为 2.5MPa。选用树脂 Hz00x 对水解液进行脱苦处理的结果理想, 其中肽回收率达 90%, 处理液无明显的苦涩味, 只有轻微的腥味。

3 结论

普通奶粉的蛋白质含量为 18%~20%, 不含多肽, 由于溶解度等指标的严格限制, 本文通过实验, 首次确定了“丝蛋白肽乳粉”的蛋白质含量大于 30%, 肽含量大于 3%。

混合酶的酶解条件为: 丝蛋白乳粉浓度 12%, 酶含量: 蛋白质含量为 1:100, pH 6.4 (为配料原有 pH), 温度 50℃, 时间 30min。均质操作的条件为: 70℃, 25MPa。

浓缩采用双效浓缩工艺, 一效分离器真空度为 -0.06~-0.07MPa, 蒸发温度为 65~70℃; 二效分离器真空度为 -0.088~-0.094MPa, 蒸发温度为 45~52℃, 出料浓度为 21°Be。最终制得的产品具有产品应有的滋气味, 呈均匀一致的乳黄色粉末状, 经搅拌可迅速溶于水中, 其总蛋白质含量 36.20%, 肽含量 3.10%, 达到产品预期要求。

参考文献:

[1] 山内邦男. 人乳与牛乳化学成分比较[J]. 食品科学, 1983(8): 31~36.
[2] 冯启浩. 人乳的组成与功能浅析[J]. 中国食品添加剂, 1994(3): 41~43.
[3] Singh H, et al. Binding of zinc to bovine milk protein[J]. Dairy Re, 1987, 56: 235~238.
[4] 骆承痒. 乳与乳制品工艺学[M]. 北京: 农业出版社, 1992.