

無錫輕工業學院

碩士研究生學位論文

題目：从蚕豆加工代乳粉

新工艺的探讨

研 究 生：蒋 文 杰
杨 荣 珍

指导教师：王 璋 (付导师)

一九八八年四月廿日

无锡轻工业学院研究生论文纸

提 要

本课题探讨了从蚕豆加工代乳粉的新工艺。

分别研究了蛋白酶、 α -淀粉酶对蚕豆蛋白质、淀粉的水解动力学，结果表明：蚕豆蛋白质水解的最适条件为 $\text{pH}=7.0$ ，温度 $T=50^{\circ}\text{C}$ 和加酶量 $[E]=150\text{U/g}$ 豆粉；蚕豆淀粉水解的最适条件为 $\text{pH}=7.0$ 和温度 $T=60^{\circ}\text{C}$ 。在蚕豆粉的水解增溶过程中，蛋白酶、淀粉酶必须按一定的次序加入；先加淀粉酶，后加蛋白酶能产生较好的增溶效果。对于蚕豆淀粉的水解，应采用两段液比工艺。

浓度为 $25\sim 30\%$ 的蚕豆粉浆，按上述条件分别用 α -淀粉酶和蛋白酶处理后，再经喷雾干燥，得到一个具有良好特性的代乳粉：淡黄色泽、可接受的风味和冲调液的高分散性、稳定性。代乳粉中蛋白质的溶解度达 90% 。

最终成品粉含有 30% 左右的蛋白质和 45% 左右的淀粉，用扫描电镜观察其超微结构，结果表明：最终成品粉与原料粉在表面结构上存在着显著差异。

本课题对成品粉的营养强化及风味改进作了初步研究。

关键词：蚕豆、蛋白酶、淀粉

无锡轻工业学院研究生论文纸

ABSTRACT

This paper studied the new technology of making a milk powder substitute from broad bean .

The hydrolysis kinetics of protein and starch in broad bean by using proteinase and α -amylase respectively has been investigated . The results showed that pH 7.0 , temperature 50°C and about 150 units of enzyme per gram powder were the optimal conditions for the protein hydrolysis and that pH 7.0 and temperature 60°C were the optimal conditions for the starch hydrolysis . The proteinase and the α -amylase should be added to the broad bean powder paste in a certain sequence . Using α -amylase first and then proteinase showed to be much more effective than using the same enzymes in a reverse sequence . The operational conditions for two-step liquefaction of the legume starch by using α -amylase also has been optimized .

A 25-30% broad bean paste has been treated by using α -amylase and proteinase consecutively following the conditions described as before . A milk powder substitute obtained from the broad bean hydrolysate after spread-drying demonstrated some desirable characteristics , such as fine dispersibility and stability , yellowish colour , acceptable flavor and high solubility of protein (90%) . The product consisted of 30% proteins and 45%

无锡轻工业学院研究生论文纸

carbohydrates . The study on ultramicroscopic structure by using SEM indicated the significant difference on the surface between the final product and the raw material .

A primary research on nutrition enrichment and flavor improvement also has been done .

key word: Broad Bean . Vicia faba .
Legume . protein . starch .

无锡轻工业学院研究生论文纸

目 录

摘要. ABSTRACT

一. 绪论	1
二. 实验材料、方法及内容	10
1. 实验材料	10
2. 分析方法、实验用主要仪器、设备	10
3. 实验内容	11
3.1 1398中性蛋白酶对蚕豆蛋白质水解动力学的研究	11
3.1.1 最适温度的确定	13
3.1.2 最适pH的确定	13
3.1.3 最适底物浓度的确定	14
3.2 液化型淀粉酶最适作用条件的确定	14
3.2.1 液化温度的确定	14
3.2.2 液化酶与底物浓度的最佳比例	14
3.2.3 添加CaCl ₂ 对于液化酶耐热性的影响	15
3.3 体系颜色(褐变反应)随蛋白酶作用时间的变化	15
3.4 蛋白质的水解度、酶用量的确定以及水解速率	15
3.5 溶出分析——蛋白质和淀粉的增溶	16
3.5.1 先加蛋白酶、后加液化酶	16
3.5.2 先加液化酶、后加蛋白酶	17
3.5.3 蛋白酶和液化酶的协同作用	17

无锡轻工业学院研究生论文纸

3.6 豌豆粉糊化曲线的测定	18
3.7 工艺条件的确定——淀粉水解增粘的正交试验	18
3.8 用二段液化处理降低糊精的聚合度	19
3.9 豌豆粉水解液的喷雾干燥	20
3.10 成品粉理化指标的分析及一般成份的测定	22
3.10.1 水解前后蛋白质的分子量分布	22
3.10.2 豌豆粉与成品粉粒子大小比较及表面 微细结构的观察对照	23
3.10.3 一般成份的测定	24
3.10.4 代乳粉的配制及感官指标的评析	24
三. 结果与讨论	25
1. 蛋白酶作用的动力学研究	25
1.1 温度对酶水解速率的影响	25
1.2 pH对酶水解速率的影响	26
1.3 底物浓度对酶促反应速率的影响	27
1.4 蛋白质水解动力学方程的推导以及米氏常数的求取	28
2. 液化型淀粉酶作用条件的确定	29
2.1 液化型淀粉酶作用温度对水解速率的影响	29
2.2 液化酶与底物浓度之比对于淀粉液化作用的影响	31
2.3 CaCl_2 对于液化酶耐热性的影响	32
3. 蛋白酶的水解时间与羧基反应	33

无锡轻工业学院研究生论文纸

4. 水解时间、水解度及蛋白水解率的关系	34
5. 溶出分析结果讨论	36
5.1 先加蛋白酶、后加液化酶对于增溶效果的影响	36
5.2 先加液化酶、后加蛋白酶对于增溶效果的影响	38
5.3 蛋白酶和液化酶的协同作用对于增溶的影响	40
6. 胚豆粕糊化温度的测定结果	42
7. 正交试验结果讨论,二段液化对于降低糊精聚合度的影响	43
8. 蚕豆蛋白水解前后的分子量分布及原料粉、成品粉颗粒大小的结果比较	47
9. 代乳粉的配制及感官指标的评价,一般成分的测定	51
四. 结论	55
五. 今后工作的设想	57
六. 致谢	58
七. 参考文献	59

无锡轻工业学院研究生论文纸

一. 绪论

在人类每天的食物构成中,蛋白质是不可缺少的营养要素,随着世界范围人口的急增,对蛋白质的需求也越来越大,并且,根据经济预测的数据表明:这种供需矛盾还将进一步激化。WHO组织指出,目前有40%的地区缺乏蛋白质。

全世界蛋白质产量的80%为植物蛋白,其总量是禽肉、鱼肉、乳制品等动物性蛋白总量的4倍。^[1]根据收入水平的高低,各国在食物蛋白质来源方面有很大的不同,发达国家的居民食物中,约有60%的蛋白质来源于动物,而在发展中国家,摄入蛋白主要来源于谷类,约占60%,其它的动物蛋白、豆类蛋白各占20%左右。^[2]值得注意的是,除了动物蛋白的价格远比植物蛋白昂贵外,过多地摄入动物蛋白,还会产生一系列令人担忧的后果——即由于其中的高胆固醇含量使得人体过于肥胖、高血压、心血管病的发病率普遍增高。^[3]因此,西方各发达国家转而提倡多消费植物性蛋白。至于发展中国家,生活水平尚处于温饱,短期内又不可能改变这种现状,更热衷于开发价格低廉、来源丰富的植物蛋白。于是出现了世界范围的“新蛋白食品”研制、开发热潮。五十年代开始的这项工作,到了六十年

无锡轻工业学院研究生论文纸

代,已列入联合国等机构各种大型的有关粮食资源会议的议题,七十年代,可以说是“新蛋白食品”的实用阶段。与其说这是资源的开发、利用问题,倒不如说是因为这类食品在价格、适口性、营养价值等方面能充分满足消费者的需要。当前,国外食品工业的发展趋势,则注重于: (1) 提高食品的深度加工; (2) 新产品、新工艺、新技术的开发、研制; (3) 充分利用农村产品资源等。

我国是一个发展中国家,据统计,每人每天膳食摄取的蛋白质为60克,其中植物蛋白占了89%,从我国目前的人口和生育情况估计,在较长的一段时间内,这种膳食结构不会有很大改变,故充分利用植物蛋白资源进行深加工,就显得尤为重要。

植物蛋白,除了从粮食中摄取时,主要来源是油性种子 (oil seed or oleaginous seed) 及豆类作物。

“新蛋白食品”的开发、研制工作,起始于用大豆蛋白加工“大豆蛋白凝乳”,并于1956年首先在日本获得成功。^[1] 1963年,美国科学工作者成功地用大豆蛋白加工了具有肉制品风味、口感的仿肉食品。目前,对于豆类植物,工作做得最多、最细的,堪称大豆。

无锡轻工业学院研究生论文纸

除了直接食用外，也可用来生产纤维状蛋白、组织蛋白、人造肉、人造奶油及调制奶粉。但是，仍存在着一些很棘手的问题，特别是在乳制品中利用大豆蛋白，产生的共同缺点是难以控制风味和色泽的变化，产品缺少乳制品特有的乳香，代之而来的是令人不快的豆腥味。⁽¹⁾

油料种子诸如大豆、花生、油菜籽的研制工作已取得了一定的进展，非油性种子的开发工作才刚刚开始。目前主要的加工品种是豆科菜中的蚕豆，但尚未进入实用阶段。与大豆、花生、油菜籽等油性种子相比，蚕豆具有较少的油脂和较高的淀粉含量；与粮食作物美粒相比，则富含蛋白质而见长，是一种很有开发潜力的新资源。

蚕豆，一年生草本，直立，不分枝，花白色带红，有紫斑，荚果大而肥厚，种子呈椭圆形，略扁，其花、荚果、种壳、种子以及叶均可入药，有止血、利尿、解毒、消肿之功效。⁽⁴⁾

蚕豆，在我国已有二千年的栽培史，产量居世界之首。据联合国的统计资料表明：⁽⁵⁾ 在世界产量的480万吨中，我国的产量为294万吨，占了63%，主要产地遍及江南的四川、湖南、湖北、江苏、

无锡轻工业学院研究生论文纸

浙江、广东以及北方的青海、陕西、山东、山西、黄河流域。

蚕豆的蛋白质含量高达25~30%，主要是球蛋白、清蛋白、球蛋白和醇溶蛋白^{〔5〕}。在豆类中，仅次于大豆居第二位，显著地高于其它的植物蛋白源。而且，其氨基酸的组成也接近于人体和动物所需要的理想比例，赖氨酸含量比豆类的高达三倍^{〔6〕}。蚕豆蛋白的第一限制性氨基酸是含硫氨基酸，生理价(B.V)为58^{〔7〕〔8〕}。若因蛋氨酸和色氨酸对蛋白质进行强化，则可使其生理价提高到83^{〔8〕}。

除30%左右的蛋白质外，蚕豆中的主要成份是淀粉，含量高达45~47%，且含有多种矿物质和维生素，脂肪含量约为1~2%，作为传统食品深受我国人民的喜爱^{〔9〕}。

但是，目前蚕豆的加工、利用非常有限。在我国，已经投放市场的产品计有发芽豆、酱和酱油、蚕豆罐头等，还有用作咖啡代用品的文章报导^{〔10〕}。

蚕豆的另一大出路主要是用民间传统的酸浆法生产粉丝、粉条、粉皮等，这仅仅利用了其中的淀粉部分，而作为重要营养成分的蚕豆蛋白质，只作为收少量用作饲料，绝大部分连同酸浆水一起作为

无锡轻工业学院研究生论文纸

废料被排放掉，这不仅是一种巨大的浪费，且造成了环境污染，对后处理工序产生很大的压力。再就是蚕豆作为杂粮、付食品和动物饲料，被简单地消费掉了。

除了上述的传统食品外，国内对蚕豆蛋白的开发、利用方面所做的工作，尚处于实验室阶段。研制了高蛋白粉、浓缩蛋白、组织蛋白及分离蛋白。自1960年，Kunjata、Kothary 和 Kamala Sohoni^[11]首先报导了用水溶液提取、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 沉淀分离蚕豆蛋白质的研究成果以来，比利时^[12]、东德^[13]、^[14]西德^[15, 16, 17]等国的科学工作者相继发表了关于蚕豆蛋白的提取、加工、利用方面的一系列文章。加拿大第1,103,980号专利报导了分离纯化、浓缩蛋白以制取蛋白纤维的研究结果。^[18]本院粮工系八三级研究生罗子顺通过控制溶液的PH、中性盐NaCl的浓度、溶液的搅拌以及原料与抽提液的比例这几个因素的变化，运用二次抽提法，研究了蚕豆蛋白的抽提得率的影响，最后，用脱色浓缩处理得到的浓缩蛋白进行了制造蛋白纤维的尝试，取得较满意的结果。^[5]西德第200,189号专利报导了用蚕豆蛋白制取食品胶的方法摘要。^[19]

无锡轻工业学院研究生论文纸

另外, Johas^{<20>} K.D. Schwenke^{<21><22>}等人对蚕豆蛋白质的功能性质, 诸如溶介度、乳化能力、乳化稳定性、吸水吸油性以及在食品加工中作为乳化剂、起泡剂、粘合剂的应用作了较为系统的研究。

1980年, H. sejr olsen^{<23>}在一篇关于蚕豆蛋白的工业生产以及副产品——淀粉的综合利用概述中谈到, 天然状态的蛋白质不能满足现代食品工业的所有需要, 常用各种方法对其功能性质加以改进, 如通过酶水解得到的等电可溶的蛋白质水解物, 作为营养配料加到酸性食品和饮料中去, 或者将水解得到的具有一定乳化性和起泡性的蚕豆蛋白与天然态的蛋白质混合使用, 蚕豆的淀粉凝胶比玉米淀粉凝胶来得坚硬, 且组织也较牢固, 其工业应用可考虑用酶法生产甜味剂、糖浆, 满足食品工业的需要, 故蚕豆已被认为是现代食品及添加剂生产中的一种很有潜力的天然原料。

1966年, 美国第265,586号专利^{<24>}中提到, 将淀粉(可来源于谷物、玉米、蚕豆等)糖化制取糖浆、糖汁, 即利用化学和生化处理完成淀粉的液化、糖化步骤, 使巨大的淀粉分子转变成各种大小不等的糖碎片, 主要是麦芽糖和麦芽三糖, 产品可用作动物

无锡轻工业学院研究生论文纸

饲料的配料。美国第4,377,602号专利²⁵中则提到用胰凝乳蛋白酶水解豆类中的蛋白质，使之可溶，用淀粉酶水解大分子淀粉成较小的糖苷键，得到的产物是一种单糖、双糖和少量多糖的溶液，用作增甜剂可考虑添加到面包、饮料中去。

1981年的美国专利4,247,561号²⁷，公布了加工具有较好致花性的淀粉乳浊液的方法概要，所得到的液态淀粉水解产物用于喂养单胃动物，这份研究报告主要解决了两个问题：(1) 延长产品的货架寿命及所得乳浊液的稳定性；(2) 改进产品的麦芽糖值，且使产品具有较好的乳糖含量。整个加工工艺中所实施的手段是处理条件较温和的酶法水解。

另外，还有淀粉液化过程中使用真菌淀粉酶和细菌淀粉酶的结果比较等方面的文章报导。1987年第4期《上海粮油科技》²⁸中关于日本用蚕豆做健康食品的简讯中声称，成品中含有大量的VA、纤维素及其它疗效成分。对于防止便秘、降低血压、治疗肥胖病有明显效果。

所做的工作是多方面的，但具体应用仍有不少困难，根据前面的叙述可以看出，研制的产品往往只利用了其中的一个主要成份如蛋白质(淀粉)，而放弃了

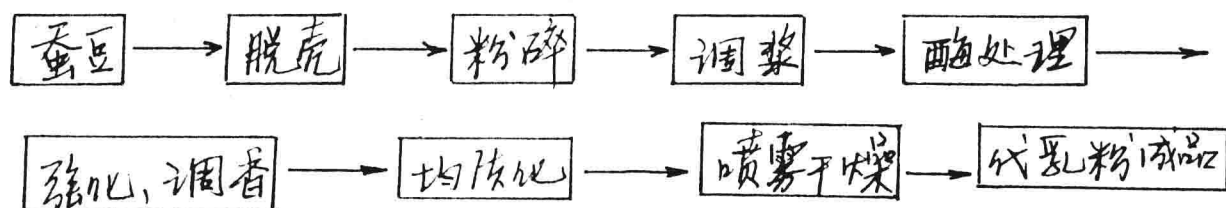
无锡轻工业学院研究生论文纸

另一成份淀粉(蛋白质),很不经济,且不利于后处理。本课题根据蚕豆中蛋白质、淀粉含量较高的组成特性,并受大豆豆浆工艺的启发,提出了酶法处理蚕豆以加工成豆浆的设想,这主要考虑到:(1)原料来源广泛,加工成代豆浆,无时产物,100%利用,不会造成环境污染;(2)营养组成较理想,蛋白质含量高达30%,且淀粉的水解产物具有一定的甜味,可节约蔗糖的用量;(3)蚕豆本身不像大豆那样有豆腥味,脂肪含量又少,加工中可省去脱腥、脱脂工艺,制成品也利于保藏,不会发生油脂的氧化酸败。

目前,蚕豆加工中主要存在的问题有以下这些,(1)从必需氨基酸的角度讲,豆类缺少平衡良好的蛋白质,主要解决办法是通过强化所缺氨基酸,以改进品质;(2)豆类本身含有低分子量的三碳糖、五碳糖,不易被人体消化吸收,这种寡糖进入肠道后,被细菌利用,产生使人有腹胀感的肠胃胀气,美国第4,376,127和第4,376,128号专利⁽²¹⁾专门报导了这种肠胃胀气的消除方法;(3)豆类中的抗营养因子如胰蛋白酶抑制剂⁽³⁰⁾⁽³¹⁾、血球凝集素和单宁⁽²⁰⁾⁽³¹⁾的存在会对人体产生副作用,已有专门的文章报导了其克服办法。

本课题对蚕豆用如下的加工工艺进行处理:

无锡轻工业学院研究生论文纸



增加蛋白质、淀粉的溶出率及分散体系的稳定性，以生产具有良好风味的代乳品，为充分利用蚕豆的有效成份、蛋白资源的开发寻求新的途径。

无锡轻工业学院研究生论文纸

二 实验材料、方法及内容

1. 实验材料.

原料蚕豆, 系江苏本地产的脱壳蚕豆 (Broad bean or *Vicia faba* L), 子叶饱满, 颜色呈淡黄色, 当年采摘, 收获, 每百粒重 30.2 克。

制粉: 将脱壳蚕豆于 45°C 烘箱中鼓风干燥 36 小时, 用上海中药机械厂生产的 SF-170-38 型高速粉碎机干法粉碎, 过 80 目筛, 置于干燥器中备用。经测定, 蚕豆的主要成份如下:

粗蛋白	32.7% (N $\times$ 6.25)
粗脂肪	1.6%
碳水化合物 (淀粉)	46.3%
粗纤维	1.5%
水份	13.2%
灰份	3.7%

2. 分析方法

2.1 用 Lowry 法测可溶性蛋白质的含量, 以牛血清蛋白作标准。^[32]

2.2 残渣、原豆粉中蛋白质含量的测定, 用凯氏定氮法 (N $\times$ 6.25)。^[33]

2.3 脂肪含量的测定, 用索氏 (soxhlet) 抽提法。^[34]