

富含 11S 大豆分离蛋白中试规模提取及其 在冰淇淋和面制品中的应用^{*}

郭顺堂 韩雅君 韦艳姿

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘要 11S 球蛋白是大豆蛋白中的主要成分, 具有优良的加工特性。本文报道了中试水平上提取富含 11S 组分大豆分离蛋白技术, 及其添加到冰淇淋和面粉中对产品特性的影响。试验结果表明, 中试生产所得到的富含 11S 组分分离蛋白中, 11S 组分的含量达 81.3% (占总蛋白含量)。添加 6% 左右的富含 11S 组分大豆分离蛋白代替冰淇淋原料中的脱脂奶粉可提高冰淇淋的膨胀率, 并具有良好的风味; 在中等筋度的小麦粉中添加 3% 的富含 11S 组分分离蛋白, 可提高面团吸水率、面团形成时间和面团稳定性, 粉质评价值得到提高。

关键词 富含 11S 组分大豆分离蛋白; 中试; 膨胀率; 粉质特性

中图分类号 S 565.101 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2006)02-0097-05

大豆分离蛋白(Soybean protein isolate)是以脱脂豆粕为原料经现代加工工艺制得的蛋白含量在 90% 以上的新兴大豆蛋白制品, 具有多种优良的加工特性, 如凝胶性、乳化性、起泡性、持水性、持油性和粘弹性等, 广泛应用于肉制品、乳制品、冷饮、焙烤制品和保健食品等行业, 可改善食品的品质, 提高产品质量^[1]。

目前, 我国的大豆分离蛋白产品主要是应用于肉制品的凝胶型, 缺少应用于乳制品、面制品的乳化、分散等类型。从蛋白质的成分来看, 大豆蛋白主要由 11S (大豆球蛋白) 和 7S (β -伴大豆球蛋白) 构成。其中, 11S 含量可达大豆总蛋白含量的 43%, 且具有较高半胱氨酸含量, 因而在功能特性上不同于 7S 组分, 如具有优良的凝胶性、起泡性和泡沫稳定性^[2]。目前工业上生产的大豆分离蛋白是 11S 和 7S 球蛋白的混合物, 11S 和 7S 各自的功能特性得不到充分利用, 功能性质不突出, 并且当原料中 11S 和 7S 球蛋白的比例发生变化时, 产品的性能就会出现不稳定, 制约了大豆分离蛋白在食品加工中的广泛应用^[3,4]。因此, 利用大豆蛋白组成特性开发富含 11S 或富含 7S 的用于乳制品、面制品的专用功能

性大豆分离蛋白, 对丰富我国分离蛋白产品品种, 扩大分离蛋白的应用范围, 增强我国分离蛋白的竞争实力具有重要意义。

实验室研究的大豆分离蛋白组分分离提取技术已经完成^[5], 并通过了教育部组织的专家鉴定。本文研究了该技术的中试规模生产, 以及产品在冰淇淋和面粉中添加后的应用效果, 考察了冰淇淋的膨胀率和风味, 以及面团粉质特性, 为该种蛋白制品的应用提供一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

小麦粉为中等筋度的 9023 号小麦粉, 由中国农业科学院提供。鲜牛奶、脱脂奶粉、白砂糖、鲜奶油、糊精、单甘酯、瓜尔豆胶等添加剂均为食品级。

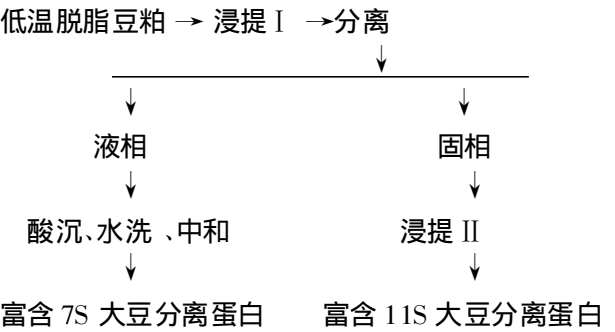
1.2 富含 11S 和富含 7S 大豆分离蛋白的中试生产

根据本研究室已研究成型的工艺, 在企业生产车间里, 以 200kg/次的规模投料, 生产出富含 11S、富含 7S 大豆分离蛋白。

* 收稿日期: 2005-10-24

基金项目: 国家“十五”攻关计划项目“大豆深加工关键技术及设备研究与开发”子课题(2001BA501A02)

作者简介: 郭顺堂(1962-), 男, 博士, 教授, 博导, 主要从事蛋白质加工利用研究。电话: 010-62737634, 62737581; E-mail: shuntang@cau.edu.cn



1.3 冰淇淋的制备

冰淇淋的工艺流程如下^[6,7]：
混合配料→杀菌→冷却→老化→凝冻→灌装→硬化→成品

在冰淇淋配料制作时，分别以 0%、2%、4%、6% (占总原料) 的富含 7S 分离蛋白和富含 11S 分离蛋白替代其中的脱脂奶粉。

1.4 冰淇淋膨胀率的计算^[8]

用天平称出一个空纸杯的重量 W_1 ，将预混好的物料液倒满一只空的冰淇淋纸杯，并称重记为 W_2 。将凝冻好的冰淇淋装满相同的空纸杯，装填时不能有空隙，装满后使冰淇淋的表面与纸杯的边缘相平行，称重记为 W_3 。冰淇淋的膨胀率用同体积混合料的重量与冰淇淋重量的差，与同体积冰淇淋重量的百分率表示。则膨胀率表示为：

膨胀率(%) = $(W_2 - W_3) / (W_3 - W_1) \times 100\%$

1.5 冰淇淋的感官评价

请冰淇淋开发专业人员(北京爱来发喜乳品公司)，根据冰淇淋制作的技术要求对冰淇淋的色泽、滋味、气味和组织状态作了评价。要求产品色泽均匀，具有产品应有的色泽，形态完整，无形变、无软塌、无收缩等，口感细腻滑润，无凝粒和明显粗糙的冰晶，滋味和顺，香气纯正。

1.6 面粉性质的测定(AACC, 1985)

参照 AACC54-21 恒定面粉重量法，用 BRABENDER 公司产粉质仪和 T150 型电子恒温器进行测定。准备 3 份 9023 小麦粉，一份作为对照，另外两份分别添加 3% 的富含 7S 分离蛋白和富含 11S 分离蛋白。

2 结果与分析

2.1 中试产品纯度分析

蛋白质组分构成是决定富含 11S 和富含 7S 分离蛋白功能特性的主要指标，因此，也是中试实验成功与否的关键。应用 SDS-PAGE 电泳对中试产品进行组分分析，结果如图 1 所示。根据光密度扫描软件分析，富含 11S 分离蛋白的 11S 组分含量可达 81.3%，而富含 7S 分离蛋白的 7S 组分含量也可达到 66.8%，基本达到了实验室研究的水平^[9]。

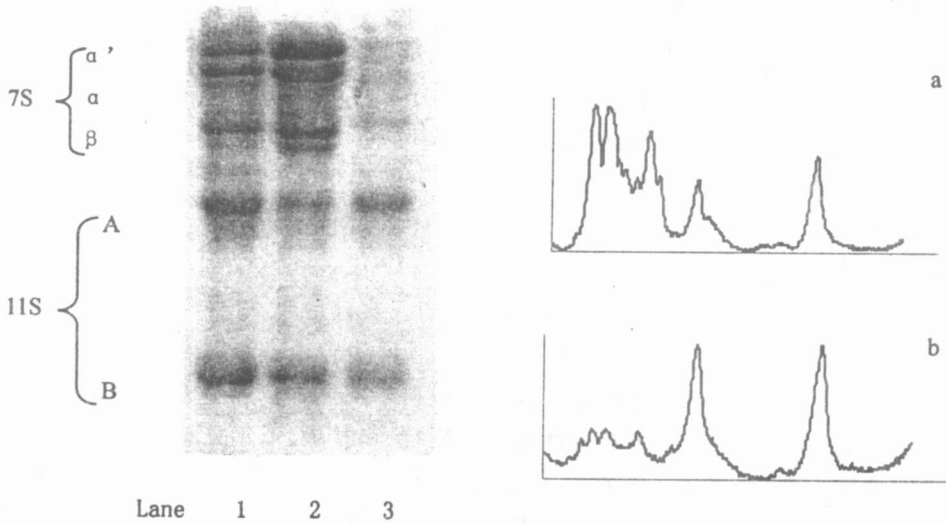


图 1 中试产品 SDS-PAGE 电泳图以及光密度扫描分析图谱

Lane 1, 2, 3 分别为普通大豆分离蛋白、富含 7S 大豆分离蛋白、富含 11S 大豆分离蛋白

a, b 分别为富含 7S、富含 11S 大豆分离蛋白的光密度分析图谱

Fig. 1 SDS-PAGE pattern and densitometric scanning pattern of pilot plant production

Lane 1, 2, 3 is common SPI, 7S-Rich SPI and 11S-Rich SPI, respectively

a, b is densitometric scanning pattern of 7S-Rich SPI and 11S-Rich SPI, respectively

2.2 富含 11S 分离蛋白对冰淇淋膨胀率、感官品质的影响

膨胀率是评价冰淇淋质量标准中的一个重要指标。适度的膨胀率是冰淇淋区别于其它冷饮食品的组织形态的重要特征,也是冰淇淋具有良好品质的重要标志。膨胀率低的产品,组织粗糙,风味过浓,适口性差,吃起来无异于冰棒、雪糕,而且有重量不足的感觉。膨胀率过高,组织呈海绵状,空气含量多,气泡大,风味淡,凉爽感差,且收缩现象严重,保

型性能差,不耐储藏和运输。在冰淇淋标准中,膨胀率要适度,一般要求在 85%~95%,不要求 100%或更高^[8]。在实际生产中影响膨胀率的因素有很多,主要有凝冻机本身的性能、均质和凝冻操作的条件、脂肪的含量及各种添加剂的选用和含量等。从图 2 可以看出,添加富含 7S 分离蛋白和 2% 富含 11S 分离蛋白的冰淇淋的膨胀率变化不显著,而且略比对照低,而添加 4%和 6%的富含 11S 分离蛋白的冰淇淋的膨胀率比对照明显增加,也比添加富含 7S 分离

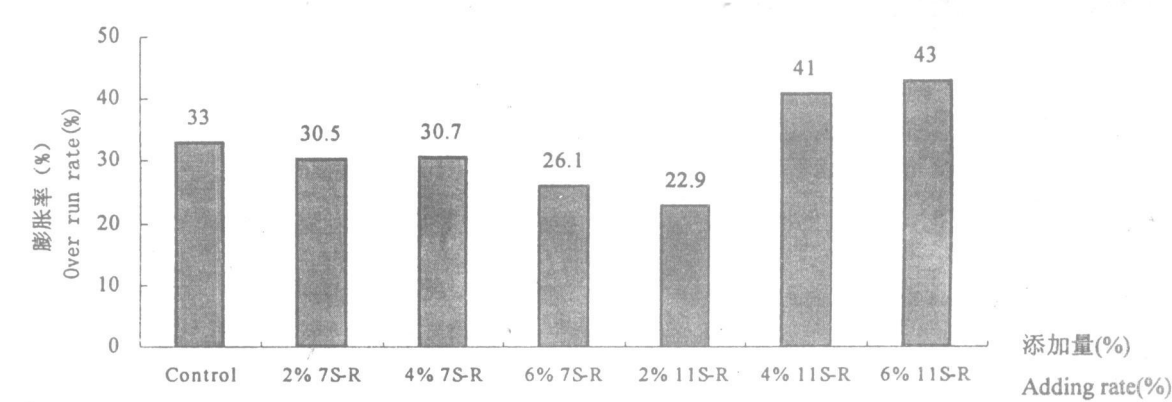


图 2 添加不同量的富含 7S 分离蛋白和富含 11S 分离蛋白的冰淇淋的膨胀率
Fig. 2 Expanding rate of ice cream with different quantity of 7S - R SPI and 11S - R SPI
蛋白样品的高。

凝冻是冰淇淋生产中最重要工序之一,是冰淇淋重量、口感和产量的决定因素。凝冻是将流体状的混合料在强制搅拌下进行冰冻,使空气以极微小的气泡状态均匀分布在全部混合料中,在体积膨胀的同时,由于冷冻而成为半固体状的过程。尽管本实验中由于使用的小型凝冻机的凝冻效果未能达到生产时的膨胀要求,但实验结果的横向比较说明添加大豆分离蛋白的各处理间有明显差异。添加 4%以上富含 11S 分离蛋白的冰淇淋的膨胀率明显

高于其它处理。而普通分离蛋白和富含 7S 分离蛋白没有获得增加膨胀率的效果,表明富含 11S 分离蛋白可以取代部分脱脂奶粉作为增强冰淇淋膨胀率的配料。

另外,分离蛋白添加到冰淇淋中往往会导致产品的口感下降,有明显的豆腥味,使冰淇淋产品的感官质量下降。这也是分离蛋白在冰淇淋加工中难以被采用的主要原因。根据冰淇淋制作的技术要求,我们对冰淇淋的色泽、滋味、气味和组织状态作了感官评价,结果如表 1。

表 1 添加富含 11S 分离蛋白的冰淇淋的感官评价
Table 1 Sensory evaluation of ice cream added with 11S - Rich SPI

分离蛋白添加量(%) Adding rate of SPI		感官评价 Sensory evaluation	
7S - R SPI	空白 Control	组织细腻, 口感厚实, 有鲜奶的香味	
	2	组织状态粗糙, 结构紧密, 口感缺乏厚实感, 无豆腥味	
	4	组织状态均一、致密, 有胶粘感, 入口无圆滑感, 无豆腥味	
	6	组织状态均一、致密, 有胶粘感, 口感较厚实, 香料风味不突出	
11S - R SPI	2	组织状态均一, 有胶粘感, 入口有圆滑感, 无豆腥味	
	4	组织状态均一, 细腻, 有胶粘感, 口感较厚实, 无豆腥味	
	6	组织状态均一, 较松软, 入口圆滑, 口感厚实, 香料风味不突出, 无豆腥味	

从表 1 中可以看出, 添加富含 11S 分离蛋白的各组冰淇淋, 组织状态均一、细腻, 无空洞, 尤其是添加 4 %以上富含 11S 分离蛋白实验组的冰淇淋, 入口圆滑、口感厚实而且没有豆腥味, 但 6%添加量冰淇淋的香味释放不足。如果利用生产中大型凝冻机不但可以进一步提高膨胀率, 而且可以改善香味释放

状况。以上结果表明, 以 6%的富含 11S 分离蛋白代替冰淇淋原料中的脱脂奶粉, 不仅可使产品膨胀率提高, 而且具有良好的风味。富含 11S 分离蛋白可作为大豆冰淇淋的配料改善产品品质。

2.3 富含 11S 分离蛋白对面团粉质特性的影响
小麦粉是制作面包、面条、馒头等面制品的主要

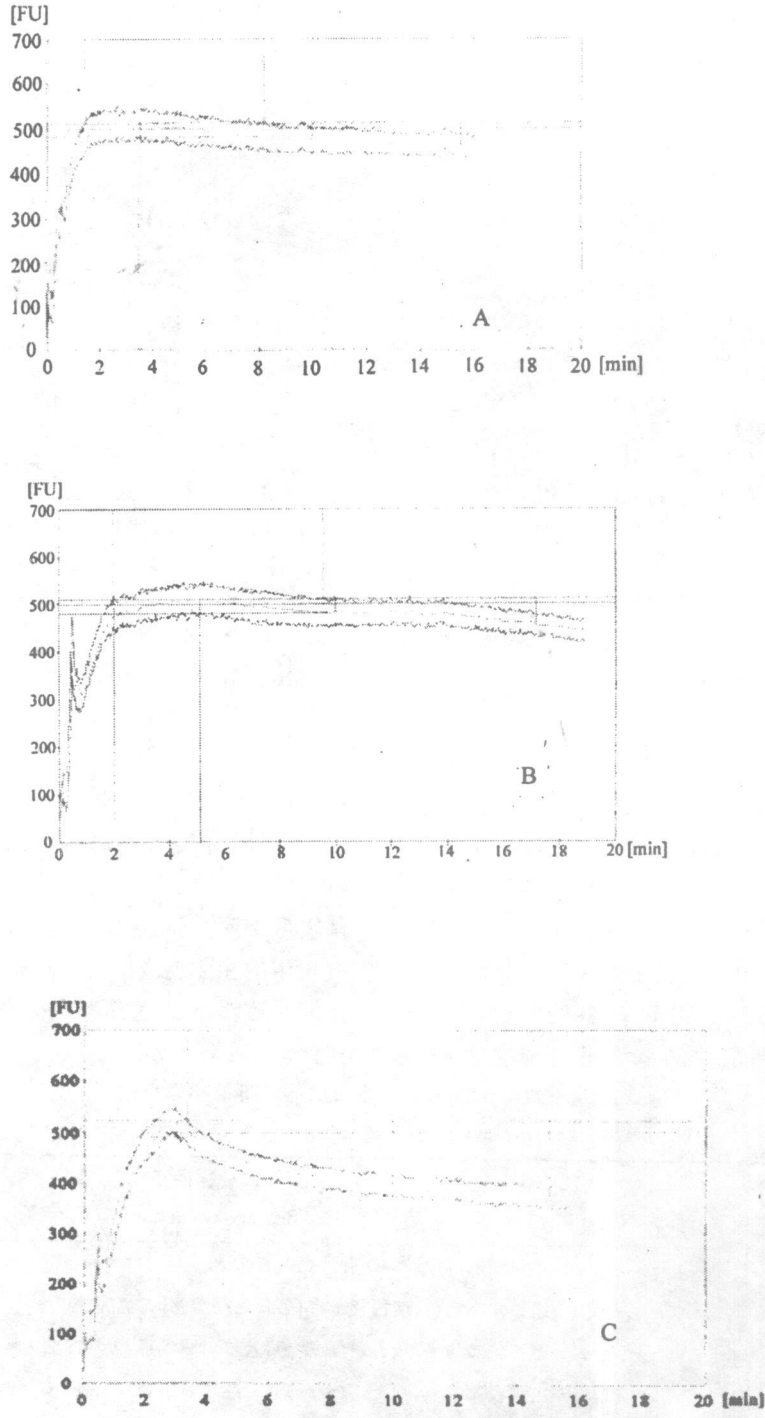


图 3 添加 3%不同分离蛋白的小麦粉的粉质曲线图
B, C 分别添加了 3%的富含 11S、富含 7S 大豆分离蛋白, A 为对照

Fig.3 Farinogram of wheat flour added with 3% SPI

B, C added with 3% 11S - R , 7S - R SPI, respectively; A is control

原料。影响面粉与面制品品质的因素中最重要的是面筋的含量与性质。面筋在形成面团的过程中, 其性质全部表现在面团性质上。一般认为吸水率高, 面团形成时间长, 稳定性好, 评价值高, 则面筋的品质就越高。通过粉质仪测定面团揉制时所受到阻力可以评价面团的物理性质。将定量的面粉加入水, 在定温下开机揉面团, 按揉团过程中动力消耗情况, 仪器自动绘制出一条特性曲线——粉质曲线。粉质曲线可以反映面团的吸水率、面团形成时间、面团稳定性、面团的弱化度, 曲线的宽度反映出面团的韧性, 即粉质曲线反映了面团的流变学特性。对于不同来源的面粉, 所得曲线不同, 所以表现出的各种特

性也不相同。

大豆蛋白除了可以增强小麦粉的营养价值外, 对小麦粉的加工品质也有重要的影响。本实验以中等筋度的 9023 号小麦粉作为对照, 研究了添加 3% 富含 11S 分离蛋白后面团的加工特性, 并以添加 3% 的富含 7S 分离蛋白的面团特性作为对比, 结果如图 3 所示。

实验样品的粉质曲线直观地反映了面团形成时间和面团稳定性等粉质特性。从图 3B 可以看出添加 3% 富含 11S 分离蛋白的小麦粉的面团形成时间和面团稳定性均明显高于对照和添加 3% 富含 7S 分离蛋白样品(图 3 A, C), 具体的粉质特性评价见表 2。

表 2 添加富含 11S 分离蛋白小麦粉面团的粉质特性

Table 2 Power character of wheat flour added with 11S – Rich SPI

项目 Item	标准样品 Control	添加 3% 富含 7S 分离蛋白 Added with 3% 7S – R SPI	添加 3% 富含 11S 分离蛋白 Added with 3% 11S – R SPI
揉面钵(g)	50	50	50
揉面速度(1/min)	63	63	63
吸水率(%)	66. 0	73. 2	71. 0
面团形成时间(min)	3. 5	3. 0	5. 2
面团稳定性(min)	6. 7	1. 0	7. 6
弱化度(开始后 10min)	39FU	126FU	28FU
弱化度(ICC 标准/开始后 12min)	51FU	151FU	55FU
粉质评价值	79	36	97

从表 2 可以看出, 添加 3% 富含 11S 分离蛋白的小麦粉的吸水率高达 71. 0%, 显著高于对照的 66%。这是因为 11S 大豆蛋白可使水分在面团中均匀分布, 促进面团成熟, 从而使面团的吸水率得到提高。面团形成时间由对照的 3. 5min 提高到 5. 2min, 面团稳定时间也得到一定程度的提高, 从粉质评价值来看, 添加 3% 富含 11S 分离蛋白的小麦粉的为 97, 对照样品为 79, 添加富含 7S 分离蛋白样品仅为 36。对照中等筋度的小麦粉, 综合以上各个因素可以得出结论: 添加 3% 富含 11S 分离蛋白有助于提高面团中面筋的质量。

但是, 一般而言, 普通的大豆蛋白添加到面粉中, 会弱化面筋网络结构, 恶化面团的流变学特性。也有研究指出, 经过改性的大豆蛋白粉, 因为结构和功能发生了改变, 添加到面制品中, 应用效果良好^[9]。本实验中, 添加 3% 富含 11S 分离蛋白, 面团粉质特性得到了改善, 具体的作用机理还有待研究和发现。

3 结论

本试验在工厂实际生产条件下进行了中试规模的生产试验, 进一步完善了大豆分离蛋白组分分离工艺, 产品纯度达到了 80% 以上。

以 6% 的富含 11S 组分大豆分离蛋白代替冰淇淋原料中的脱脂奶粉, 可使冰淇淋产品膨胀率提高, 而且具有良好的口感和风味。富含 11S 分离蛋白适宜用作冰淇淋专用大豆分离蛋白。

在中等筋力的小麦粉中添加 3% 的富含 11S 组分大豆分离蛋白, 可提高面团的吸水率、面团形成时间和面团稳定性, 粉质评价值也得到提高。富含 11S 分离蛋白也可用作提高面粉筋性改质剂。

参 考 文 献

1 周玲, 彭顺清, 汪学溶, 等. 大豆分离蛋白在肉制品中的应用[J] . 肉类工业, 2004, (11): 41

- 2 Fukushima, D.. Structures of plant storage proteins and their functions[J]. Food Rev. Int., 1991a, 7(3): 353-379
- 3 周瑞宝, 周兵. 大豆 7S 和 11S 球蛋白的结构和功能特性[J]. 中国粮油学报, 1998, 13(6): 39-42
- 4 Saio, K., Kamiya, M., Watanabe, T.. Food processing characteristics of soybean 11S and 7S proteins. Part 1. Effect of difference of protein components among soybean varieties on formation of tofu-gel[J]. Agr. Biol. Chem., 1969, 33(9): 1301-1308.
- 5 韩雅君, 郭顺堂. 不同 pH 值和离子强度下大豆蛋白质抽提过程中蛋白质粒子的分布及组成[J]. 食品工业科技, 2003, 增刊: 23-27
- 6 郑广军. 大豆冰淇淋的生产技术[J]. 应用科剂, 1998, 3: 3-5
- 7 张国治, 陈洁, 等. 大豆分离蛋白冰淇淋加工中的应用[J]. 郑州粮食学院学报, 1996, 17(12): 85-88
- 8 陈运中. 冰淇淋膨胀率的测定方法[J]. 武汉食品工业学院学报, 1994, 4: 33-36
- 9 余兵, 任国谱, 曾宇. 大豆蛋白在面包中的应用研究[J]. 食品科技, 2003(4): 49-51

11S-RICH SOYBEAN PROTEIN ISOLATING PRODUCTION IN PILOT PLANT AND ITS EFFECTS ON THE OVER RUN(O_R) RATE OF ICE CREAM AND FARINACEOUS CHARACTERISTIC OF WHEAT FLOUR BY ADDING THE CONSEQUENT PRODUCT

Guo Shuntang Han Yajun Wei Yanzi

(College of Food Science and Nutrition Engineering, China Agricultural Univ., Beijing, 100083)

Abstract 11S globulin is the main component of Soybean Protein Isolate (SPI), and has well processing properties as stability of foaming capacity and gelation. This paper reports the technology of producing 11S-Rich SPI in pilot plant, and effects of consequent product on the over run (O_R) rate of ice cream and flour quality of wheat flour. Results show that the content of 11S of 11S-Rich SPI is 81.3% accounting for total protein. The O_R of ice cream increased by adding 6% 11S-Rich SPI to replace skim-milk powder, while the water absorption rate, dough development time, stability valorimetel value increased by adding 3% 11S-Rich SPI to wheat flour with moderate gluten content.

Key words 11S-rich soybean protein isolate; Pilot plant; Over run rate; Flour quality