第12卷 无锡轻工业学院学报 Vol. 12
第3期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1993 No. 3

大豆多糖的制备及其功能性

杨锦健 高国友

（食品科学与工程系）

摘要 本研究利用析因分析，探讨了从豆渣中制取大豆多糖的最适工艺条件，比较了大豆多糖在多种加工条件下的持水性变化，并应用于鱼圆加工，改善了鱼圆的保水性和质构。结果表明，在pH＝9，温度30～50℃，处理时间20～30min，液固比4.5：1时，可将豆渣中的蛋白质去除60%以上。食盐和蔗糖的存在，pH的变化和加热对多糖持水性的影响有限，该大豆多糖可用于多种食品。

关键词 析因分析；多糖；持水性

0 前 言

大豆中含有45%的蛋白质，17%的油脂，25%的碳水化合物[1]。除提取食用油和制造浓缩和分离蛋白质外，相当一部分用于做豆制品[2]，但鉴于磨浆过程中形成的豆腥味在豆渣中较重[3]，加上大豆皮中粗纤维的口感很差，限制了豆渣在食品中的应用。这样，富含碳水化合物的豆渣大部分被用作饲料，经济利用价值不高，也未能最大限度地充分利用我国现有粮食资源。事实上，大豆中的碳水化合物有很高的利用价值，尤其是豆渣中的以纤维素和半纤维素为主要成分的不溶性多糖既具有许多食品加工中所期望的持水性，又是很好的膳食纤维来源[4]。膳食纤维能降低肠压和pH，预防肠道憩室症，便秘和肠癌，国外的食品制造和销售商纷纷利用膳食纤维含量大做广告，以获得可观的经济利润。不溶性大豆多糖可以从制造浓缩和分离蛋白的副产品中获得，它可以吸收自身重量七倍左右的水，又含有丰富的铁，有文献报道其可作为谷物食品的铁强化剂[5]。将不同来源的多糖作为膳食纤维及其对谷物食品质量的影响，已做过许多研究[6~8]，但从中国传统豆制品的副产品——豆渣中提取大豆多糖并测试功能特性还未见报道，可能是由于豆腥味的存在，难以形成规模效益，使应用受到了限制。

本研究旨在：(1)用析因分析方法确定和优化大豆多糖制备的工艺条件；(2)测定大豆多糖产品的功能特性；(3)观察鱼圆中加入大豆多糖产品后的保水性和质构变化。

收稿日期：1992-12-31

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

1 材料与方法

1.1 材料

豆渣 实验室中用大豆自行制备。

鲢鱼 从当地农贸市场采购。

1.2 实验方法

1.2.1 大豆多糖的制备 参照大豆分离蛋白和大豆浓缩蛋白的制备[9]，在碱性条件下去除豆渣中残留的蛋白质，用醇洗去除豆腥味，过程如下：

豆渣→加水，调pH，保温→离心分离→醇洗→干燥→粉碎，过筛→成品

1.2.2 加工条件对多糖制品吸水性的影响 将大豆多糖配成5%的分散液，分别在pH值为2～10，加热温度为30～100℃，时间为15～60min；食盐浓度为1%～20%；蔗糖浓度为1%～50%的条件下测定大豆多糖的持水性。

1.3 分析方法

蛋白质 凯式定氮法[10]。

脂肪 索式抽提法[10]。

总糖 直接滴定法[11]。

水分 常压烘干法[10]。

多糖的持水性[12] 多糖样品1g，置入已知重量的离心管中，加入去离子水20ml，充分混合，保温30min，离心分离(3000r/min，10min)，倾去上清液，离心杯，倒置5min，吸干杯壁上的残存水，称重。

多糖的持油性 同持水性法相同，只是改加20ml的精炼大豆油，离心分离时间为15min.

多糖的粘度 Haake粘度计，12.5%的多糖浆料，实验条件为一号转子，转速为64r/min.

鱼圆硬度 将鲢鱼剔骨，所得的净鱼肉做成的鱼圆切成直径2cm，高1cm的圆柱体，用LLOYD材料试验机，在冲头直径3cm，压缩距离4mm时，测定应力值。

1.4 实验设计方法和数据处理

采用2^3全析因分析[13]，三因素分别为温度，时间，液固比，利用最陡梯度法优化工艺条件。最陡梯度法是一种简单而经济的优化方法，其基本思想是当试验起始点离最佳点较远时，可以假定在试验起始点周围较小的范围内，响应值同各变量之间为线性关系，即$Y = B_0 + \sum_{i=1}^{k} B_i X_i$最陡梯度法便是连续地沿着最陡梯度方向(由$B_i$决定)逐步向最佳响应值靠近，下一轮实验点是根据上一轮实验点的结果而决定的，实验直到响应值下降(如果是求最大值的话)或不变时停止。数据处理程序是用basic语言自行编程并在IBM-PC/XT计算机上完成的。

2 结果与讨论

2.1 去除豆渣中残余蛋白质工艺条件的析因分析及优化

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

2.1.1 析因分析实验 大豆在磨浆过程中,90%的蛋白质转移到液相中,豆渣中只剩10%左右,但仍占豆渣干基重量的28%,为得到比较纯净的多糖产品,同时使该部分蛋白质得到更好的应用,需将残留的蛋白质去除。萃取曲线表明:大豆蛋白在pH为9以上时的溶出率最大[1],本实验将pH固定在9的条件下,用析因分析方法观察萃取温度在30～70℃,时间在20～40min,液固比在2～4范围内,蛋白质的去除百分率因素水平如表1,实验结果如表2,数据处理结果如表3.

表1 因素水平表

代码	−1	+1
温度(C)	30	70
时间(min)	20	40
液固比(L/S)	2	4

表2 析因分析实验结果

实验次序	实验编号	萃取条件			蛋白质去除率(%)	
		温度	时间	液固比	Y	$Y^{(1)}$
5	1	70	40	4	55.30	57.54
2	2	70	40	2	43.91	44.23
8	3	70	20	4	59.93	57.10
6	4	70	20	2	43.57	43.79
3	5	30	40	4	57.32	58.48
1	6	30	20	2	48.94	45.17
7	7	30	20	4	58.66	58.04
4	8	30	40	2	41.56	44.74

$Y^{(1)}=B_0+B_1X_1+B_2X_2+B_3X_3$,$Y^{(1)}$:$Y$ 的计算值

表3 析因分析数据处理结果

系数 B	B 值	t 值
B_0	51.14	46.23(1)
B_1	-0.471	-0.425
B_2	0.218	0.1977
B_3	6.653	6.014(2)

注:(1)$\alpha=0.01$ 时,$t_\alpha=9.2$

(2)$\alpha=0.05$ 时,$t_\alpha=5.4$(df=2)

T检验表明,pH为9时,温度,时间和液固比三因素中,液固比的影响最大。从 B 值得知,温度的增加,会使蛋白质的溶出率有下降的趋势,而时间的延长,会有助于蛋白质的去除,这同以前的研究结果一致[1],但在该温度和时间的范围内,两者对蛋白质的去除率几乎没有影响。考虑到生产中需要尽可能避免较高的温度和时间,以降低成本。因此,不再增加温度和延长时间,鉴于液固比的影响最大,所以有必要做进一步的实验,来确定液固比的最佳值。

2.1.2 优化工艺条件的确定 在析因实验的基础上,维持温度45℃,时间30min,只继续增加液固比,观察蛋白质的去除率变化,结果如图1.

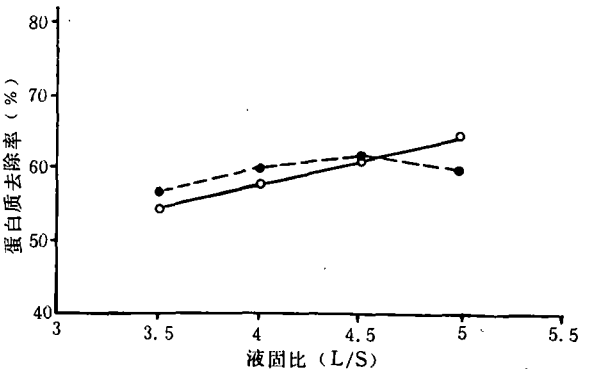


图1 液固比与蛋白质的去除率

—○—计算值 —●—实验值

增加液固比,蛋白质的去除率会增加,显然,水的增多,会有助于蛋白质在水中的溶解。但随渣中蛋白质的减少,浓度梯度会不断降低,萃取效率下降。从图中可以明显看出,一方面,当液固比超过4.5以后,蛋白质萃取60%以后,实际的去除率曲线出现了拐点,这表明,溶解速度发生了变化,另一方面,由析因分析得到的计算值已不能客观反映液固比和蛋白质的去除率之间的关系,需要建立新的关系式,同样,再增加液固比会加重萃取液的后处理负担。因此,确定碱性条件下萃取的最适条件

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

为;pH=9,温度30～40℃,时间10～20min,固液比在4.5左右,蛋白质的去除率约为60%.

经醇洗,干燥,过筛后的多糖产品呈白色,无味,粉末状,得率为湿豆渣的10%,成分如表4.功能性质如表5.

表4 多糖产品成分表

成分	水分	蛋白质	脂肪	总糖
含量(%)	8.1	12.8	9.5	>42

表5 多糖产品功能性质表

持水性	溶解度	吸油率	粘度
6.2gH_2O/g*	1.3g/100gH_2O*	3.28油/g	295cp**

*温度=30℃,pH=7. **剪切速率为85.488S^{-1}

2.2 加工条件对多糖持水性的影响

2.2.1 *食盐的影响* 食盐对多糖的影响因多糖的来源而异,主要是离子的存在影响多糖大分子结构的扩展和水化电解层。本研究显示;随着食盐浓度的增加,大豆多糖持水性呈下降的趋势。见图2,不过影响不大,从0%到10%的浓度范围内,持水性下降不到10%,更高的盐浓度在食品体系中不多见,除非是为了保藏的需要。即便如此,持水率还在5.5gH_2O/g以上,盐不会显著地影响多糖的持水性。同McConnell的结论相符[14]。

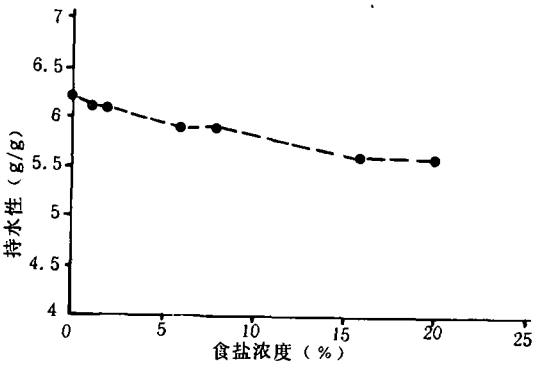


图2 食盐浓度同持水性

2.2.2 *蔗糖的影响* 大豆多糖的持水性随着蔗糖浓度的增加有所下降,见图3.在蔗糖浓度为25%之前,下降速度还比较慢,以后下降就快得多。多糖的大分子结构同小分子的蔗糖相比,在与水分子的竞争中处于不利的地位,总体而言,持水性的下降有限。

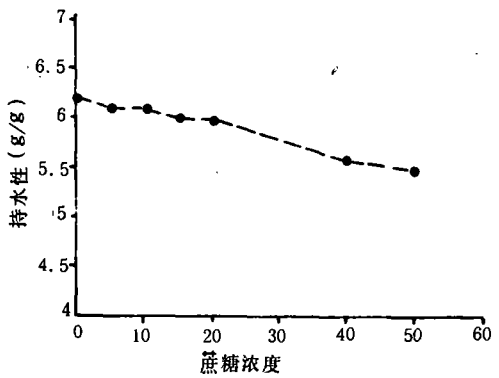


图3 蔗糖浓度与持水性

2.2.3 *pH值的影响* 若将大豆多糖作为食品添加剂,最好在较宽的pH值范围内有稳定的功能性质,即其持水性不受pH变化的影响。图4表明了pH值和大豆多糖制品持水性之间的关系。在中性时,持水性稍有下降,偏酸或偏碱性时,持水性呈上升的趋势,可能是由于H^+或OH^-离子影响了多糖分子之间的氢键作用,使定形区部分地被打开,形成不定形区,与水分子结合,使持水性有所增加[15]。Parrott[16]的研究表明不溶性多糖不会受到pH的显著影响,但本实验中用的多糖还含有12%的蛋白质,其含量和变性程度在pH的作用下会影响整体的持水性。

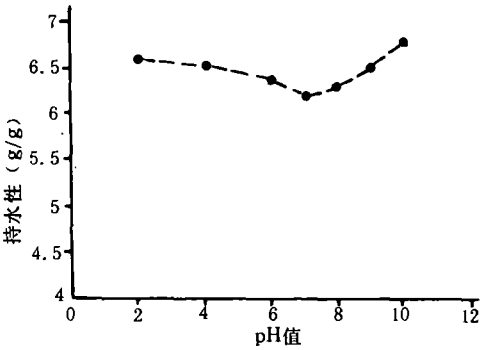


图4 pH与持水性

2.2.4 *加热的影响* 加热温度和时间对大

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

豆多糖的持水性有较大的影响。见图 5 和图 6. 加热一方面使多糖大分子高度聚合使水分子无法进入的区域被打开,从而吸附了更多的水,另一方面,分子内部,分子之间的共价键被打开,使得羟基结合更多的水分子,使多糖的持水性增加[14]。

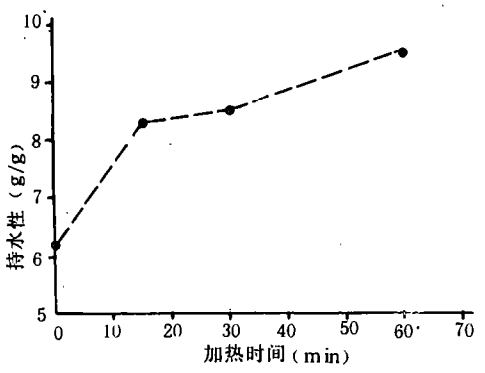


图 5 加热时间与持水性

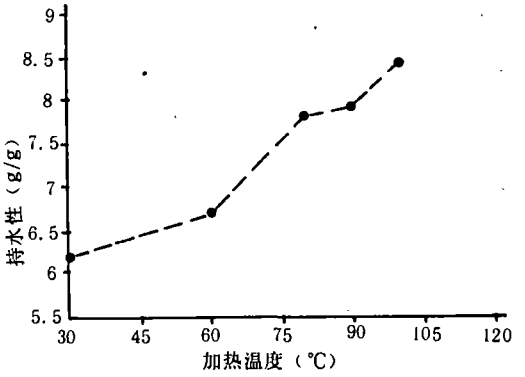
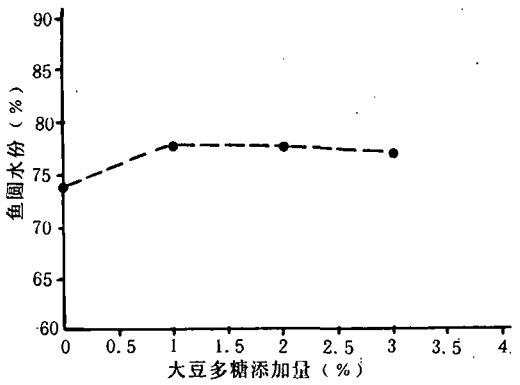


图 6 加热温度与持水性

3 鱼圆中加入大豆多糖产品后的保水性和质构变化

鱼圆添加多糖后,保水性得以提高,硬度增加。见图 7 和图 8. 添加量超过 1%时,保水性几乎没有增加。硬度增加的较快,若添加过多,则硬度过大,造成鱼圆的弹性差。经感官实验证实,添加量为 1%时,组织质构最好,而风味,外观与对照组无显著差异。



7 多糖添加量与鱼圆保水能力

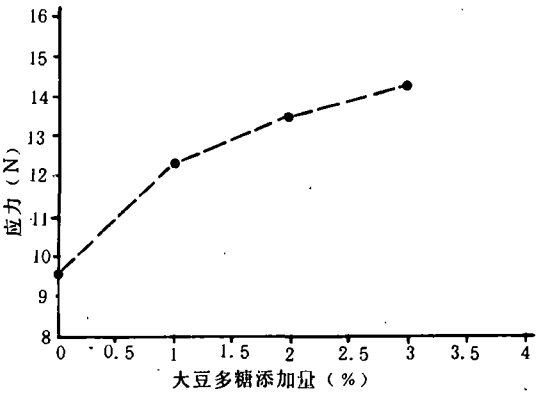


图 8 多糖添加量同鱼圆应力的关系

4 结论

大豆加工中的副产品——豆渣,可以通过碱性水溶液萃取去除蛋白质,乙醇洗涤脱豆腥味,得到白色,无味,粉末状的大豆多糖,其来源丰富,制备容易,具有在多种食品加工条件下能保持优良的持水性,可用于面制品,肉制品等中,起到增加膳食纤维含量,提高保水性,改善质构,降低成本,延长货架售命的作用。

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

参 考 文 献

1 渡边笃二. 新蛋白质食品知识. 中国食品出版社,1987

2 白至强. 大豆制品的加工. 轻工出版社,1985

3 骆承痒. 大豆与大豆制品. 轻工出版社,1983

4 中尾行宏. 矢田英雄. Utilization of Processed Soydean Polysaccharide for Cooked Food Products. Nippon Shokhin Kogyo Gakkaishi,1984;31(5):306～313

5 Johnson,C. D. ,et al. Soybean hulls as an iron source for bread enrichment, J. Food Sci,1985;50:1275～1277,1305

6 Jeltema,M. A. ,et al. Prediction of cookie quality from dietary fiber components. Cereal Chem,1983;60(3):227～230

7 Collins,J. C. et al. Peanut hull flour as dietary fiber in wheat bread. J. Food Sci,1982;47:1899～1902

8 Pomeranz,Y. et al. Fiber in breadmaking—effects on functional properties. Cereal Chem,1977;54(1):25～41

9 李华栋. 大豆浓缩蛋白质和皂甙制取的研究,无锡轻工业学院硕士论文,1989

10 无锡轻工业学院等编. 食品分析. 轻工出版社,1984

11 无锡轻工业学院等编. 酒精生产工艺分析. 轻工出版社,1984

12 中尾行宏. 矢田英雄. Functional Properties of Processed Soybean Polysaccharide. Nippon Shokhin Kogyo Gakkaihi, 1984;31(5)299～305

13 Montgomery,C. Douglas. Design &Analysis of Experiments. Johns Wiley &Sons,Inc. Now York,1984

14 Mcconnell,A. A,et al. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. J. Sci. Fd. Agric,1974;25:1457～1467

15 Balansherd,J. M. V. et al. Polysaccharides in Foods. Buterworths. London,1979

16 Parrott,M. E. et al. Functional properties. J. Food Sci,1978;43:759～763,766

The Preparation and functional properties of Soybean Polysacchrides

Yang Jinjian Gao Guoyou

(Food Science and Engineering Department)

Abstract With the factorial analysis,the processing parameters for extraction of Soybean Polysaccharides(SP) from the tofu waste solid were determined,the water holding capacities(WHC) of SP in various conditions were compared and SP was added to the fish pill to improve it's WHC and texture. The results shows that more than 60% of total residual protein in the tofu waste could be removed while pH is 9,temp. beween 30～50℃,time of 20～30min and the ratio of liquid to solid 4.5 : 1. The existence of salt and sugar,the change of pH value and the heating have slight effect on the WHC of SP. It is implied that SP could be added to many food products.

Key-Words Factorial Analysis;Polysaccharides;Water Holding Capacity

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