

# 瞬时高压作用对膳食纤维可溶性的影响

刘成梅, 刘 伟, 万 婕, 阮榕生, 梁汉萦

(南昌大学食品科学教育部重点实验室 南昌大学中德食品工程中心, 江西 南昌 330047)

**摘 要:** 采用以微射流均质机为物质基础的瞬时高压作用, 对豆渣的膳食纤维进行物理机械处理, 获取了瞬时高压作用处理前后膳食纤维可溶性受到的影响。物料经 40MPa 高压均质处理和经 100MPa 和 120MPa 微射流均质处理后时, 其可溶性膳食纤维的含量分别为 7.08%、17.51%、24.76%; 总膳食纤维含量分别为 63.87%、72.19%、69.78%; 可溶性膳食纤维(SDF)含量与总膳食纤维(TDF)含量比值分别为 0.1109、0.2424、0.3548; 由此可见, 经瞬时高压处理后, 样品的膳食纤维总含量和可溶性的含量均有所增加。

**关键词:** 豆渣; 膳食纤维; 改性; 瞬时高压作用

## Influence of Instantaneous High Pressure Treatment on the Solubility of Dietary Fiber

LIU Cheng-mei, LIU Wei, WAN Jie, RUAN Roger, LIANG Han-ying

(The Key Laboratory of Food Science of MOE, Sino-German Food Engineering Center, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

**Abstract:** Utilizing the Microfluidizer machinery as the carrier of Instantaneous High Pressure treatment to deal with dietary fiber from bean dregs, and through the physic-mechanic treatment of the dietary fiber, the effect of Instantaneous High Pressure treatment on the solubility of dietary fiber before and after the process has been studied. Under the operation pressure of 40MPa 100MPa and 120MPa, the soluble dietary fiber content of the material was 7.08% 17.51% and 24.76% respectively while the total dietary fiber content was 63.87% 72.19% and 69.78% with the SDF/TDF settled at 0.1109 0.2424 and 0.3548

收稿日期: 2005-07-05

基金项目: 江西省国家部委重点实验室专项基金(赣教字[2005]09); 江西省自然科学基金(0430031)

作者简介: 刘成梅(1963-), 教授, 主要从事食品科学与工程的研究。

- coding for structural proteins of the plant cell wall[J]. New Phytol, 1993, 125: 259-282.
- [3] Liyma K, Lam T B T, Stone B A. Covalent cross-links in the cell wall[J]. Plant Physiol, 1994, 104: 315-320.
- [4] Hagerman A E, Butler L G. The specificity of proanthocyanidin-protein interaction[J]. J Biol Chem, 1981, 256: 4494-4497.
- [5] Van Buren J P. Avoiding haze in clarified apple juice. Special Report 67, Juice technology workshop[J]. Geneva and New York: New York State Agricultural Experiment Station, 1984. 18-24.
- [6] Siebert K J, Penelope Y L. Haze-active protein and polyphenolics in apple juice assessed by turbidity[J]. J of Food Science, 1997, 62: 79-84.
- [7] Siebert K J, Carrasco A Lynn, P Y. Formation of protein - polyphenol haze in beverages[J]. J Agric Food Chem, 1996, 44: 1997-2005.
- [8] Johnson G, Donnelly B J, Johnson D K. The chemical nature and precursors of clarified apple juice sediment[J]. J of Food Science, 1968, 33: 254-257.
- [9] Li-Chen Wu, Siebert K J. Characterization of haze-active proteins in apple juice[J]. J Agric Food Chem, 2002, 50: 3828-3834.
- [10] 石碧, 狄莹. 植物多酚[M]. 科学出版社, 2000.
- [11] Lea A G H, Timberlake C F. The phenolics of ciders. 1. Procyanidins[J]. J Sci Food Agric, 1974, 25: 1537-1545.
- [12] OH D H, Song K J, Shin Y U, et al. Isolation of a cDNA encoding a 31-kDa, pathogenesis-related 5/thaumatin-like (PR5/TL) protein abundantly expressed in apple fruit (Nalus domestica cv. Fuji)[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2000, 64: 355-362.

correspondingly. Concluded from hereinafore, the content of the total dietary fiber and soluble dietary fiber will be both increased after the process of Instantaneous High Pressure treatment.

Key words: bean dregs; dietary fiber; quality modification; Instantaneous High Pressure

中图分类号: TS201.23

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2005)08-0110-04

膳食纤维(DF)的改性是DF研究趋势的重点之一。由于可溶性膳食纤维(SDF)和不溶性膳食纤维(IDF)不同的生理功能, SDF能更多地发挥其代谢作用, 而许多DF中SDF所占比例很少<sup>[1]</sup>, 国内外对DF的改性作了一些工作, 但报道不多, 主要的方法是化学处理法和机械降解处理法<sup>[2~3]</sup>, 或应用两种手段同时处理以获得较高含量的SDF<sup>[4]</sup>, M.wennberg等<sup>[5]</sup>研究了应用超高压技术(HHP)对大白菜纤维可溶性影响。本文采用以微射流均质机为物质基础的瞬时高压作用, 属于机械降解处理法, 其作用机制主要表现为流体高速撞击作用、高剪切作用、空穴作用、涡旋作用等各种效应, 这些作用机制对膳食纤维一系列综合的物理机械处理, 液态膳食纤维物料在微射流均质机的Interactive chamber受到强烈的机械作用后, 纤维类大分子糖苷键可能断裂, 小部分转化为可溶性纤维, 从而达到改性目的, 本文正是通过瞬时高压作用对膳食纤维的处理, 以验证这种机械作用能否作为膳食纤维改性手段的可能性, 从而为高活性膳食纤维的制备提供可选择的一种加工工艺, 为功能性膳食纤维的开发提供理论基础。

DF的分析鉴定目前主要有<sup>[6]</sup>洗涤法、酶—重量法和酶—化学法等, 其中酸性洗涤纤维法(ADF)和中性洗涤纤维法(NDF)<sup>[7]</sup>、AOAC法、Englust法、Uppsala法等是较为常见的分析鉴定法, 这些方法各有不同的优劣之处<sup>[8]</sup>。本文采用酶—重量法测定固态豆渣中可溶性膳食纤维的含量及根据中性洗涤法和酶—重量法测定固态豆渣中不溶性膳食纤维的含量; 采用酶—重量法测定瞬时高压作用处理前后液态豆渣中可溶性及不溶性膳食纤维的含量, 从而比较其中可溶性膳食纤维含量的变化。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

材料 豆渣, 购于南昌大学学生食堂。

试剂: 盐酸、蒸馏水、氢氧化钠、木瓜蛋白酶(沃凯)、碘、碘化钾、X-淀粉酶、木瓜蛋白酶、乙醇、丙酮、硫酸铜、硫酸钾、浓硫酸、0.1%甲基红、0.1%溴甲酚绿乙醇等(药品均为分析纯)

### 1.2 设备与仪器

GYS-200 高压均质机、水浴锅、真空泵、电子天平、烘箱、NCJJ-0.2/150 超高压均质机、Microfluidizer processor M-700 微射流均质机、FJ-200 高速分散均质机等。

## 1.3 方法

### 1.3.1 豆渣膳食纤维的制备

豆渣中蛋白质含量比较高, 所以采用酶法和化学法相结合的方式提取膳食纤维。

取上清液, 无水乙醇沉淀得可溶性膳食纤维

原料→预处理→碱液处理→离心→取滤渣, 漂洗至中性→蛋白酶水解→离心, 去除水分→清水洗涤滤渣→分别取取样A和B, 样A→IDF测定, SDF测定; 样B保存→瞬时高压处理→干燥→脱色→产品→IDF测定, SDF测定。

操作要点:

原料预处理: 将豆渣低温冻结24h, 高温水蒸气解冻, 其后水洗匀浆、过滤、离心(豆渣脱脂率达到66.67%)。

脱腥, 碱液处理, 离心: 按原物料重量的5.5%(W/W)加入5% NaOH溶液或调pH为12, 80℃恒温1h。在碱液提取后7000r/min离心, 用HCl调pH值。

酶解: 条件为胰蛋白酶加入3%(W/W), 40~45℃保温3h; 木瓜蛋白酶(酶活60~70万IU/g) 60℃ 30min, 加入量根据物料质量定。

脱色: 称取一定量的膳食纤维, 按固液(水溶液)比20:1进行脱色试验。豆渣膳食纤维的最佳脱色条件为脱色温度55℃, 溶液中H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>用量为5%, GC<sub>3</sub>用量1.5%, 脱色时间为4.5h, pH10。GC<sub>3</sub>组成为: 三聚磷酸钠与磷酸氢二钠等量混合。用蒸馏水配制成10%(W/V)的溶液。

### 1.3.2 膳食纤维的瞬时高压作用处理

制备的膳食纤维→胶体磨→高压均质机→纳米级超高压均质机→Microfluidizer

操作要点: 高压均质机: 压力稳定在40MPa左右; 纳米级超高压均质机: 调节压力稳定在93MPa左右; Microfluidizer: 处理压力为100、120MPa。

### 1.3.3 成分分析方案

双份干燥样品(脂肪含量>10%, 需抽提), 用TermamyI(热稳定的α淀粉酶)和蛋白酶进行酶法消化, 以除去蛋白质和淀粉, 滤液中加入乙醇沉淀可溶性膳食纤维, 用78%乙醇, 95%乙醇和丙酮洗涤、干燥、称重, 双份样品之一用来分析蛋白质, 另一份在525℃灼烧并测定灰分; 过滤残留物, 获不溶性膳食纤维, 用78%乙醇, 95%乙醇和丙酮洗涤、干燥、称重, 双份样品之一用来分析蛋白质, 另一份在525℃灼烧并测定灰

表1 豆渣膳食纤维各种处理条件下的成分的测定结果

Table 1 Fiber content in soybean dregs dietary fiber, exposed to different drying and crush methods

样品处理方法	IDF 质量	SDF 质量	硫酸体积 $V_L$ (ml)		Pro质量(g)		IDF 质量	SDF 质量	灰分含量(g)	
	M(g)	M(g)	IDF	SDF	IDF	SDF	M(g)	M(g)	IDF	SDF
烘干 40 目	0.3740	0.0867	0.22	0.16	0.0045	0.0009	0.4031	0.1384	0.0519	0.0883
烘干 100 目	0.5678	0.2585	0.34	0.20	0.0088	0.0029	0.5731	0.3689	0.0452	0.3389
喷干 40 目	0.3159	0.1410	0.22	0.18	0.0065	0.0008	0.3484	0.1522	0.0131	0.1269
喷干 100 目	0.2932	0.1268	0.23	0.16	0.0068	0.0020	0.3101	0.1315	0.0315	0.1092
高压均质机(40MPa)	1.1421	0.2470	0.74	0.41	0.0273	0.0221	1.1421	0.2470	0.0431	0.0913
Microfluidizer(100MPa)	1.2650	0.3091	0.92	0.17	0.0400	0.0012	1.2650	0.3091	0.2949	0.0109
Microfluidizer(120MPa)	0.4634	0.2470	0.56	0.26	0.0305	0.0088	0.4634	0.2470	0.9960	0.0109

表2 不同干燥条件下不同细度的样品成分测定

Table 2 Soluble and insoluble dietary fiber fraction(% dry weight) in soybean dietary fiber

序号	样品处理方法	M(g)	R(g)	Pro(g)	Ash(g)	IDF(%)	SDF(%)	TDF(%)	SDF/TDF
1	烘干 40 目	1.0007	0.38855	0.0045	0.0519	33.20	2.33	35.53	0.0656
2	烘干 100 目	1.0004	0.57045	0.0088	0.0452	51.62	2.19	53.81	0.0407
3	喷干 40 目	1.0007	0.33215	0.0065	0.0131	31.23	1.89	33.12	0.0570
4	喷干 100 目	1.00025	0.30165	0.0068	0.0315	26.33	1.79	28.12	0.0637

其中:  $M = M_1 + M_2 / 2$  为样品重量平均值(g);  $R = R_1 + R_2 / 2$  为双份样品残留物重量平均值(g)。

表3 瞬时高压处理前后液态样品的成分含量比较

Table 3 Dietary fiber content comparison of the sample before and after IHP treatment

序号	样品处理方法	压力(MPa)	M(g)	Pro		Ash		IDF(%)	SDF(%)	TDF(%)	SDF/TDF
				IDF	SDF	IDF	SDF				
1	高压均质机	40	1.887	0.0273	0.0221	0.0431	0.0913	56.79	7.08	63.87	0.1109
2	Microfluidizer	100	1.6960	0.040	0.0012	0.2949	0.0109	54.68	17.51	72.19	0.2424
3		120	0.9180	0.0305	0.0088	0.9960	0.0110	45.02	24.76	69.78	0.3548

分, 不(可)溶性膳食纤维 = 残留物重 - (蛋白质 + 灰分)重。  
液态样品先测定其水分含量(据GB/T 5009.3-2003), 按照其固形物含量将对应试剂转化成固态样品的用量; 蛋白质根据 GB/T5009.5-2003 方法测定。

### 1.3.4 计算

膳食纤维(DF, g/100g)中 IDF、SDF 测定:  $DF = \{[(R_1 + R_2) / 2] - P - A\} / [(M_1 + M_2) / 2] \times 100$

式中:  $R_1$  和  $R_2$  = 双份样品残留物重量(g);

$P$  和  $A$  分别为蛋白质和灰分的重量(g);

$M_1$  和  $M_2$  = 样品重量(g)。

## 2 结果与讨论

### 2.1 各种处理条件下的成分的测定

豆渣经不同处理条件下的膳食纤维、蛋白质及灰分的测定结果见表1、表2。

从表中得知: 烘干干燥方法处理的样品, 过筛目数越高, 其不溶性膳食纤维含量越高; 反之, 喷雾干燥方法处理的样品, 过筛目数越高, 其不溶性膳食纤维含量越低。膳食纤维总量的变化趋势亦如此。样品中膳食纤维的含量受到干燥方法的影响, 过相同目数筛的样品经烘干处理比喷雾干燥处理后的可溶性、不溶性

和总膳食纤维含量都要高。烘干干燥方法处理的样品, 可溶性膳食纤维占膳食纤维总量的比例随其过筛目数的增加而有所降低; 反之, 喷雾干燥方法处理的样品, 其可溶性膳食纤维占膳食纤维总量的比例随其过筛目数的增加而增加。原因在于喷雾干燥工艺中, 可能有更多水溶性非纤维类物质在干燥过程中更易形成细粉料, 而纤维类物质在干燥过程中倾向形成大颗粒。

### 2.2 瞬时高压处理前后液态样品的成分含量比较

瞬时高压处理前后液态样品的蛋白质、灰分和总纤维、不溶性和可溶性膳食纤维等成分测定如表3。从表中看出, 液态物料通过瞬时高压作用后, 其不溶性膳食纤维含量有所减少, 其所受压力越大, 不溶性成分减少越多; 反之, 可溶性膳食纤维含量有所增加。其所受压力越大, 可溶性成分增加越多。物料在100MPa时可溶性膳食纤维含量比40MPa压力时增加了10.42%, 而在120MPa时可溶性膳食纤维含量仅比100MPa压力时增加了7.25%。由此可以推断可溶性膳食纤维含量是随瞬时高压的压力增加而增加的, 但其增加幅度有所降低。

## 3 结论

### 3.1 样品中膳食纤维的TDF、IDF和SDF含量受到干

# 聚酰胺柱层析提纯原花青素及其产物 清除 $\cdot\text{OH}$ 自由基能力的研究

吴朝霞<sup>1</sup>, 孟宪军<sup>1,\*</sup>, 吴朝晖<sup>2</sup>

(1. 沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110161;

2. 辽宁省农业科学院天然色素中心, 辽宁 沈阳 110161)

**摘 要:** 研究了聚酰胺柱层析技术吸附分离葡萄籽原花青素的效果, 并对比了分级洗脱产物的清除羟自由基的能力。结果表明, 聚酰胺吸附分离原花青素的适宜上样流速为 0.45 ml/min, 上样浓度为 5~8 mg/ml。用 80% 丙酮溶液洗脱时, 可获得最高的产率。在分级洗脱物中, 80% 和 40% 丙酮洗脱物的清除 $\cdot\text{OH}$ 能力最强, 其次是 60% 浓度的丙酮洗脱液, 各产物的抗氧化性均好于儿茶素。

**关键词:** 葡萄籽原花青素; 聚酰胺; 柱层析; 化学发光法;  $\cdot\text{OH}$

## Studies on Preparation and Purification of Grape Seed Extracts by Polyamide Column Chromatography and the Capacity of Eliminating $\cdot\text{OH}$

WU Zhao-xia<sup>1</sup>, MENG Xian-jun<sup>1,\*</sup>, WU Zhao-hui<sup>2</sup>

(1. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China

2. Natural Pigment Research Center, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** The effects on separation and purification grape seed extracts by polyamide column chromatography, as well as the capacity of eliminating  $\cdot\text{OH}$  of each segment were studied. The results showed that the suitable velocity of flow and the concentration of sample loading are 0.45 ml/min and 5~8 mg/ml respectively. The highest yield can be obtained when washing

收稿日期: 2005-07-14

\*通讯作者

作者简介: 吴朝霞(1971-), 女, 副教授, 在读博士, 研究方向为食品营养与卫生、功能性食品。

燥方法和不同过筛目数的影响, 这为膳食纤维的制备提供一定的参考意义。

3.2 液态物料通过瞬时高压作用后, 其不溶性膳食纤维含量有所减少, 其所受压力越大, 不溶性成分减少越多; 反之, 可溶性膳食纤维含量有所增加。其所受压力越大, 可溶性成分增加越多, 但其增加幅度有所降低。

参考文献:

- [1] Rosky L, et al. Controlling dietary fiber in food products [M]. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.
- [2] 郑建仙, 等. 蔗糖膳食纤维挤压改性的研究[J]. 食品科学, 1996, (7): 17-21.
- [3] 金茂国, 等. 挤压豆渣膳食纤维理化性质影响[J]. 粮食与饲料工业, 1996, (1): 35-38.
- [4] 钱建亚, 等. 酸碱挤压联合作用对膳食纤维组成的影响[J]. 西部粮油科技, 1997, (2): 26-29.
- [5] M Wennberg, M Nyman. On the possibility of using high pressure treatment to modify physico-chemical properties of dietary fiber in white cabbage[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2004, (5): 171-177.
- [6] 周建勇. 膳食纤维测定方法的历史及现状(1969~1999) [J]. 中国粮油学报, 2001, (6): 10-13.
- [7] Selvendran RR, et al. The Analysis of Dietary Fiber in Food [M]. Marcel Dekker Inc. New York and Basel, 1981.
- [8] 郑建仙. 膳食纤维分析方法的研究[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 1996, (12): 73-78.