

碱解醇沉法从酸枣果肉中提取水溶性膳食纤维的工艺研究

张严磊¹, 冯亮¹, 刘妍如¹, 宋忠兴¹, 唐志书¹, 王梅²

(1. 陕西中医药大学, 陕西省中药资源产业化协同创新中心, 陕西省中药基础与新药研究重点实验室, 陕西 咸阳 712083; 2. 陕西中医药大学附属医院, 陕西 咸阳 712083)

摘要:以酸枣果肉为原料, 采用碱解醇沉法从中提取水溶性膳食纤维(SDF); 在单因素试验基础上, 采用正交实验研究 A(NaOH 浓度)、B(料液比)、C(碱解温度)、D(碱解时间)对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响。结果表明: 4 个因素对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响大小为 A>C>B>D; 优化选择出酸枣果肉水溶性膳食纤维最佳提取工艺为碱解温度 90℃, 料液比 1:8 g/mL, NaOH 浓度 8%, 碱解时间 60 min, 在此条件下水溶性膳食纤维的得率可达 40.42%。

关键词:酸枣果肉; 水溶性膳食纤维; 碱解醇沉

中图分类号:TS 201.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)22-0134-03

膳食纤维是不能被人体消化的多糖类碳水化合物和木质素的总称, 根据水溶性的不同, 膳食纤维分为不溶性膳食纤维(IDF)和可溶性膳食纤维(SDF)2 类^[1]。膳食纤维具有多种功能, 如降血糖、控制体重、调节肠道菌群等^[2], 因此是目前食品行业研究的热点之一。从农产品及水果中提取膳食纤维是膳食纤维来源的主要渠道, 膳食纤维的提取方法有多种, 如机械法^[3-4]、碱法^[5]、酶法^[6-7]等。

酸枣(*Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* (Bunge) Hu ex H. F. Chow)为鼠李科早熟植物, 广泛分布于我国各地。成熟的酸枣去除果肉后的果仁-酸枣仁是我国传统名贵中药材, 含有黄酮、皂苷、生物碱等多种活性成分, 具有镇静催眠的功效^[8]。目前, 酸枣的利用也以酸枣仁为主, 酸枣果肉除少量用于食品行业, 大多数被当作废料而丢弃。事实上, 酸枣果肉也被证明富含多种活性成分, 具有较高的营养价值^[9]。如酸枣多糖被证明具有增强免疫力的功能^[10], 且对小鼠急性 CCl₄ 性肝损伤具有明显的治疗作用^[11], 因此对酸枣果肉进行开发和利用是提高酸枣资源利用率、增加酸枣产业经济附加值的一条有效途径。

酸枣果肉富含纤维, 而从酸枣中提取膳食纤维的研究鲜有报道。因此, 该研究利用碱解醇沉法, 从酸枣果肉中提取水溶性膳食纤维, 通过单因素试验和正交实验优化提取工艺, 以期对酸枣资源的综合利用和开发提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料: 新鲜酸枣采自陕西省澄城县, 去核, 果肉干燥后粉碎过筛, 分别用石油醚、乙醇和水来除脂、提取色素、多糖, 剩余残果肉干燥后粉碎过筛备用; 氢氧化钠、盐酸、95%乙醇、无水乙醇、纯净水等试剂及溶剂均为分析纯。

供试仪器: HH-4 型电热恒温水浴锅(北京科伟永兴仪器有限公司); SHB-III 循环水式多用真空泵(郑州长城科工贸有限公司); 101-1 电热鼓风干燥箱(北京科伟永兴仪器有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 酸枣果肉水溶性膳食纤维的提取步骤 酸枣果肉、烘干、粉碎、过筛, 加入 NaOH 溶液(一定体积与浓度、水浴温度及水浴时间)、抽滤、调节 pH 值为 4.5、抽滤、滤液调节 pH 为中性、浓缩为滤液体积的 1/5、加入 4 倍量 95%乙醇、静置、过滤、干燥、称重。水溶性膳食纤维得率(%)=水溶性膳食纤维的质量(g)/酸枣果肉样品质量(g)×100。

1.2.2 单因素试验 氢氧化钠浓度对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响: 每份酸枣果肉粉分别加入浓度为 3%、4%、5%、6%、7%、8% 的 NaOH 溶液, 料液比

第一作者简介:张严磊(1984-), 男, 博士, 讲师, 现主要从事中药资源产业化开发与利用等研究工作。E-mail: nwuzyl@163.com.

责任作者:王梅(1971-), 女, 硕士, 主任药师, 现主要从事中药加工与利用等研究工作。

基金项目:陕西省科技统筹创新工程计划资助项目(2011KTCL03-05); 陕西省教育厅产业化中试资助项目(2010JC05)。

收稿日期:2015-05-21

1:6 g/mL, 碱解温度 50℃, 碱解时间 50 min。料液比对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响: 每份酸枣果肉粉分别加入料液比为 1:5、1:6、1:7、1:8、1:9 g/mL 的 NaOH 溶液, NaOH 浓度 7%, 碱解温度 50℃, 碱解时间 50 min。碱解温度对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响: 每份酸枣果肉粉分别置于温度为 50、60、70、80、90、100℃ 的水浴中, 料液比 1:6 g/mL, NaOH 浓度 8%, 碱解时间 50 min。碱解时间对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响: 每份酸枣果肉分别提取 30、40、50、60、70 min, 料液比 1:6 g/mL, 碱解温度 50℃, NaOH 浓度 5%。

1.2.3 正交实验设计 根据单因素试验结果设计 4 因素 3 水平正交实验, 正交实验因素及水平见表 1。

表 1 正交实验因素及水平

Table 1 Factors-levels of orthogonal experiments

水平 Level	因素 Factor			
	A NaOH 浓度 NaOH concentration /%	B 料液比 Solid-liquid ratio /(g·mL ⁻¹)	C 温度 Temperature /℃	D 时间 Time /min
1	6	1:6	80	60
2	7	1:7	90	70
3	8	1:8	100	80

2 结果与分析

2.1 氢氧化钠浓度对得率的影响

由图 1 可知, 酸枣果肉水溶性膳食纤维的得率随着 NaOH 浓度的增加而增加, 当 NaOH 浓度大于 7% 后得率达到最大且趋于稳定, 因此选择 NaOH 浓度 7% 为试验浓度。

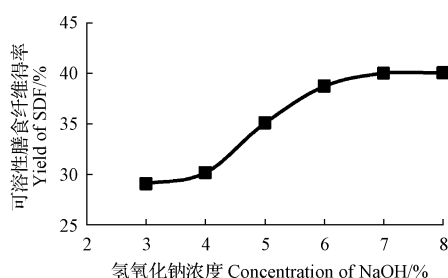


图 1 氢氧化钠浓度对得率的影响

Fig. 1 Effect of sodium hydroxide concentration on the yield

2.2 料液比对得率的影响

如图 2 所示, 酸枣果肉水溶性膳食纤维的得率随着料液比的增大而增大, 料液比为 1:5~1:6 g/mL 的区间内增幅最大, 料液比大于 1:6 g/mL 后得率趋于稳定, 因此选择 1:6 g/mL 为试验料液比。

2.3 碱解温度对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响

由图 3 可知, 酸枣果肉水溶性膳食纤维的得率随着温度的升高而一直呈上升趋势, 温度达到 90℃ 时得率最大且温度继续升高得率变化不明显, 因此选择 90℃ 为最佳试验温度。

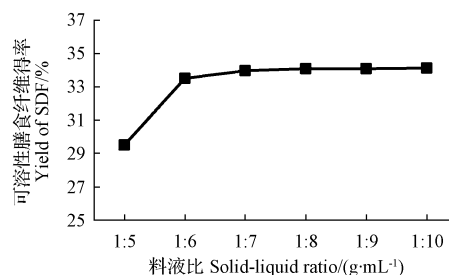


图 2 料液比对得率的影响

Fig. 2 Effect of solid-liquid ratio on the yield

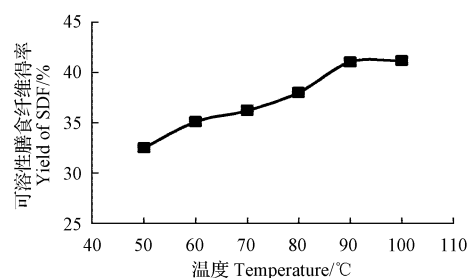


图 3 碱解温度对得率的影响

Fig. 3 Effect of extraction temperature on the yield

2.4 碱解时间对膳食纤维得率的影响

由图 4 可知, 酸枣果肉水溶性膳食纤维的得率随着时间的延长也呈增加的趋势, 时间越长得率越高, 碱解时间 70 min 得率达到最大值, 时间再延长得率将不再增加, 因此选择 70 min 为最佳碱解时间。

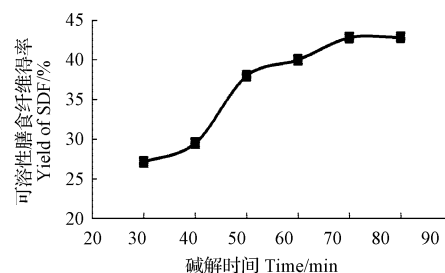


图 4 碱解时间对得率的影响

Fig. 4 Effect of extraction time on the yield

2.5 正交实验结果

由表 2 正交实验结果可知, 4 个因素对酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的影响大小为 A>C>B>D, 即 NaOH 浓度>碱解温度>料液比>碱解时间, 根据正交实验各因素的 k 值可知, 各因素在 NaOH 浓度 8%、碱解温度 100℃、料液比 1:8 g/mL、碱解时间 70 min 的提取效果最好; 由单因素试验结果, 结合能源节约及 SDF 产率的直观分析, 选择最佳提取条件为: NaOH 浓度 8%、碱解温度 90℃、料液比 1:8 g/mL、碱解时间 60 min。

2.6 最佳提取方案验证

对由正交实验, 结合单因素试验得出的最佳提取方

案:NaOH 浓度 8%、碱解温度 90℃、料液比 1:8 g/mL、碱解时间 60 min 进行稳定性验证。由表 3 稳定性试验结果可知,在最佳的提取方案条件下,酸枣可溶性膳食纤维的产率稳定。

表 2 正交实验结果

Table 2 Results of orthogonal trial

试验编号 Test number	A NaOH 浓度 NaOH concentration /%	B 料液比 Solid-liquid ratio /(g·mL ⁻¹)	C 温度 Temperature /℃	D 时间 Time /min	SDF 得率 SDF yield /%
1	1(6)	1(1:6)	1(80)	1(60)	31.06
2	1(6)	2(1:7)	2(90)	2(70)	34.00
3	1(6)	3(1:8)	3(100)	3(80)	37.19
4	2(7)	1(1:6)	2(90)	3(80)	36.51
5	2(7)	2(1:7)	3(100)	1(60)	38.07
6	2(7)	3(1:8)	1(80)	2(70)	37.47
7	3(8)	1(1:6)	3(100)	2(70)	39.77
8	3(8)	2(1:7)	1(80)	3(80)	37.48
9	3(8)	3(1:8)	2(90)	1(60)	40.52
K1	34.08	35.78	35.34	36.55	
K2	37.35	36.51	37.01	37.08	
K3	39.25	38.34	38.34	37.06	
极差 R	5.17	2.56	3.00	0.51	

表 3 最佳提取方案验证

Table 3 Tests of the optimized conditions

试验编号 Test number	产率 Yield/%
1	40.85
2	40.07
3	40.36
平均值	40.42

3 结论与讨论

该研究通过单因素试验和正交实验得出影响酸枣果肉水溶性膳食纤维得率的因素为 A(NaOH 浓度)>C

(碱解温度)>B(料液比)>D(碱解时间)。得出的最佳提取工艺为温度 90℃,料液比为 1:8 g/mL,NaOH 浓度 8%,碱解时间 60 min,该最佳条件下酸枣果肉水溶性膳食纤维的得率可达 40.42%,工艺条件稳定。

该研究利用酸枣果肉为原料,提取可溶性膳食纤维,研究结果为酸枣资源的综合开发利用提供了新的途径。有关酸枣果肉可溶性膳食纤维的理化特性、功能作用等研究工作正在进行中。

参考文献

- [1] 吴晖,候萍,李晓凤,等.不同原料中膳食纤维的提取及其特征研究进展[J].现代食品科学,2008,24(1):91-95.
- [2] 权美云,候云云.膳食纤维的生理保健功能及其提取工艺研究进展[J].保鲜与加工,2013,33(6):134-138.
- [3] 杨远通,钟海雁,潘曼,等.超微粉碎对猕猴桃果肉膳食纤维功能性质的影响[J].食品与机械,2011,27(1):11-14.
- [4] 许晖.用挤压法提高米糠中可溶性膳食纤维含量的研究[J].食品与机械,1999(6):19-20.
- [5] 郑应华,宁正祥,许克勇.豆果肉碱溶特性的研究[J].食品工业科技,2008,29(3):117-119.
- [6] 余有贵,李忠海,张亚.酶法提取蕨根膳食纤维的工艺优化[J].食品与机械,2010,26(1):129-132.
- [7] 王文侠,张慧君,宋春丽,等.纤维素酶法制备高活性大豆膳食纤维工艺的研究[J].食品与机械,2010,26(2):118-122.
- [8] 陈雯,黄世敬.酸枣仁化学成分及药理作用研究进展[J].时珍国医国药,2011,22(7):1726-1728.
- [9] 郭盛,段金殿,赵金龙,等.酸枣果肉资源化学成分研究[J].中草药,2012,43(10):1905-1909.
- [10] 郎杰.酸枣多糖的提取及对免疫功能影响的初探[J].食品研究与开发,2013,34(4):35-36.
- [11] 张惠芳,周瑜珍,陈嘉璐,等.酸枣多糖对小鼠 CCl₄ 急性肝损伤的作用[J].现代食品科技,2014,30(9):33-37.

Extraction of Soluble Dietary Fiber From *Zizyphus jujube* by Methods of Alkali Solution and Alcohol Precipitation

ZHANG Yanlei¹, FENG Liang¹, LIU Yanru¹, SONG Zhongxing¹, TANG Zhishu¹, WANG Mei²

(1. Shaanxi Collaborative Innovation Center of Industrialization of Traditional Chinese Medicine Resources/Shaanxi Key Laboratory of New Drugs and Bioactive Constituents of Traditional Chinese Medicine/Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi 712083; 2. The Affiliated Hospital of Shaanxi University of Chinese Medicine, Xianyang, Shaanxi 712083)

Abstract: Water-Soluble Dietary Fiber (SDF) extraction process was studied combining methods of alkali solution and alcohol precipitation by using wild *Zizyphus jujube* as raw material. Based on the single factor experiment, orthogonal experiment on influence of A (NaOH concentration), B (the ratio of material to liquid), C (extraction temperature), D (extraction time) on the yield of soluble dietary fiber from the *Zizyphus jujube* was processed. The results showed that the impact of these factors on the yield of dietary fiber extracted from *Zizyphus jujube* slag was A>C>B>D; the optimum extraction process of soluble dietary fiber was temperature of 90℃, ratio of material to liquid of 1:8 g/mL, NaOH concentration of 8%, water bath time of 60 min. Under this optimized condition, yield of the soluble dietary fiber could be up to 40.42%.

Keywords: wild *Zizyphus jujube*; soluble dietary fiber; alkali solution and alcohol precipitation