

超声波辅助提取麦胚多糖工艺的优化

宋国辉^{1,2}, 黄纪念^{1,2}, 孙 强^{1,2}, 芦 鑫^{1,2}, 张丽霞^{1,2}

(1. 河南省农业科学院 农副产品加工研究所, 河南 郑州 450002;

2. 河南省农产品生物活性物质工程技术研究中心, 河南 郑州 450002)

摘要: 以麦胚为原料, 蒸馏水为提取溶剂, 采用超声波辅助提取法提取麦胚多糖, 通过单因素和正交试验研究了料液比、提取温度、提取时间、超声波功率对麦胚多糖提取率的影响。结果表明, 麦胚多糖的最佳提取工艺条件为: 料液比 1 : 13, 提取温度 65 ℃, 提取时间 40 min, 超声波功率 300 W, 在此工艺条件下麦胚多糖的提取率为 92.33%, 极显著高于同条件下非超声波辅助提取的多糖提取率(38.70%)。

关键词: 麦胚; 多糖; 超声波; 提取

中图分类号: TS210.9 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)03-0139-04

Optimization of Ultrasonic-assisted Extraction Technology of Polysaccharide from Wheat Germ

SONG Guo-hui^{1,2}, HUANG Ji-nian^{1,2}, SUN Qiang^{1,2}, LU Xin^{1,2}, ZHANG Li-xia^{1,2}

(1. Institute of Agricultural Products Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

2. Henan Engineering Research Centre of Bioactive Substances in Agricultural Products, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Polysaccharide was extracted from defatted wheat germ with water as extracting agent by ultrasonic-assisted method. The effects of solid-liquid ratio, ultrasonic extracting temperature and time, ultrasonic power on the polysaccharide extraction rate were studied, and the optimum extraction parameters were confirmed through the single factor and orthogonal experiments. The results showed that the optimum solid-liquid ratio was 1 : 13 (m/V), extraction temperature was 65 ℃, extraction time was 40 min, and ultrasonic power was 300 W. Under this optimum condition, the extraction rate of polysaccharide was 92.33%, significantly higher than that without ultrasonic (38.70%).

Key words: wheat germ; polysaccharide; ultrasonics; extraction

麦胚是小麦制粉加工的副产物, 我国每年制粉工业可产生 3~5 万 t 麦胚^[1]。麦胚是小麦籽粒的精华部分, 富含优质蛋白质、碳水化合物、脂肪、多种维生素、矿物质及微量元素等, 有“人类天然营养宝库”的美称^[2-7]。目前, 对麦胚营养价值的研究主要侧重于蛋白和油脂的提取及应用, 而对麦胚中多糖的研究却很少。多糖不仅是机体的重要组成部分, 还具有免疫调节、抗肿瘤、抗病毒、抗血栓、抗溃疡、降血脂、降血糖、延缓衰老等作用, 是国际上公认的天然优良免疫调节剂^[8]。研究表明, 麦胚多糖可明显抑制双歧杆菌增殖、细胞膜脂过氧化, 可提高小鼠

的耐高温能力^[9]。

目前, 麦胚中多糖的提取方法主要有水提法、酸提法和碱提法^[10]。其中, 酸提法和碱提法的提取率较低; 水提法易操作, 安全且效率高, 但仍存在提取温度高、耗时长等不足。超声波技术用于天然活性成分的提取具有明显的优势, 利用超声波辐射压强产生的强烈空化效应、扰动效应、高加速度、击碎和搅拌作用等多级效应, 可以增大物质分子运动频率和速度, 增加溶剂穿透力, 从而加速活性成分进入溶剂, 提高提取率, 有效缩短提取时间^[11-13]。目前, 应用超声波技术提取麦胚多糖的研究还未见报道。鉴

收稿日期: 2012-11-20

作者简介: 宋国辉(1980-), 男, 洛阳偃师人, 助理研究员, 硕士, 主要从事大宗粮油作物加工技术与功能活性物质开发研究。

E-mail: sighe@126.com

于此,采用超声波辅助提取麦胚中的多糖,并对其提取工艺进行优化,以提高麦胚多糖提取率,为麦胚资源的综合利用提供理论依据和技术支持。

1 材料和方法

1.1 材料与试剂

麦胚由郑州精深粮食工程器械有限公司生产;葡萄糖标准品由国药集团化学试剂有限公司生产;无水乙醇、石油醚、浓硫酸、苯酚、三氯乙酸和碳酸氢钠均为分析纯。

1.2 主要仪器与设备

DF-101S 集热式恒温加热磁力搅拌器(巩义市予华仪器有限责任公司),Unico UV2802 型紫外可见分光光度计(尤尼科仪器有限公司),飞鸽牌 DB-L-2 型低速大容量离心机(上海安亭科学仪器厂),RE-3000 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂),超声波萃取仪(武汉嘉鹏 超声仪器有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 标准曲线的建立 参考文献[14-15]的方法,并加以改进。配制质量浓度为 1.00 mg/mL 的葡萄糖标准液,分别吸取 0.10、0.20、0.30、0.40、0.50、0.60、0.70 mL 于 10 mL 棕色容量瓶中,加蒸馏水至 2.00 mL,再加苯酚溶液(10 g 苯酚溶于 150 g 蒸馏水中)1.00 mL,摇匀,迅速滴加浓硫酸 6.00 mL,并加蒸馏水定容至 10 mL,摇匀,静置 5 min,然后于沸水中加热 15 min,取出后冷却至室温,于 490 nm 波长下测定吸光度,以蒸馏水取代葡萄糖标准液作为空白对照。以葡萄糖质量浓度 $x(\mu\text{g/mL})$ 为横坐标,吸光度 $y(A_{490})$ 为纵坐标,制作标准曲线。

1.3.2 麦胚多糖的提取 将麦胚用 10 倍体积的石油醚回流 2 h 进行脱脂处理,抽滤除去溶剂,干燥后得脱脂麦胚。称取 5 g 脱脂麦胚于锥形瓶中,在一定的料液比(1:5、1:7、1:9、1:11、1:13、1:15、1:17)、提取温度(40、50、60、70、80 °C)、提取时间(10、20、30、40、50、60 min)、超声波功率(100、200、300、400、500 W)、超声波频率(60 kHz)条件下提取多糖,结束后用自来水冷却至室温,5 000 r/min 离心 10 min,上清液减压浓缩至原体积的 1/3,用 30% 体积的三氯乙酸除去蛋白,再加 20% 体积的无水乙醇,沉淀 30 min,5 000 r/min 离心 10 min,将沉淀用蒸馏水溶解后定容至 50 mL,即得麦胚多糖提取液。

1.3.3 麦胚多糖含量的测定 用 0.50 mL 麦胚多糖提取液代替葡萄糖标准溶液,其他所加试剂及操作与标准曲线建立的方法相同,反应体系中以水代

替苯酚溶液作空白对照。

1.3.4 麦胚多糖总含量测定 准确称取 5 g 脱脂麦胚于锥形瓶中,在料液比 1:15、提取温度 80 °C 条件下,提取 2 h,冷却后 5 000 r/min 离心 10 min,将沉淀按照此操作进行重复提取,直至提取液中检测不到多糖为止,合并各次离心的上清液,再减压浓缩至与 1.3.2 中相同的体积,后续处理同 1.3.2,得总多糖提取液,测定多糖含量,即为麦胚中多糖的总含量。

1.3.5 麦胚多糖提取率的计算 麦胚多糖提取率 = 麦胚多糖含量 / 麦胚多糖总含量 $\times 100\%$ 。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 和 SPSS 软件进行处理。

2 结果与分析

葡萄糖质量浓度(x)与吸光度(y)之间的关系为 $y = 0.0521x - 0.0186$, $R^2 = 0.9994$,线性关系良好,线性范围为 2~14 $\mu\text{g/mL}$;麦胚中多糖总含量为 7.9%。在此基础上可获得不同提取条件下麦胚多糖的提取率,进而研究不同提取条件对麦胚多糖提取率的影响。

2.1 超声波辅助提取麦胚多糖的单因素试验结果

2.1.1 料液比对麦胚多糖提取率的影响 在提取温度 80 °C、提取时间 30 min、超声波功率 200 W 的条件下,研究不同料液比对麦胚多糖提取率的影响。由图 1 可以看出,随着料液比的减小,麦胚多糖提取率逐渐增加。当料液比大于 1:15 时,多糖提取率增加较快;当料液比小于 1:15 时,多糖提取率几乎趋于稳定。综合考虑成本及提取率,料液比以 1:15 最佳。

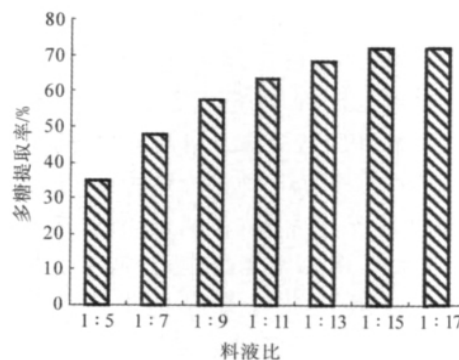


图 1 料液比对麦胚多糖提取率的影响

2.1.2 提取温度对麦胚多糖提取率的影响 在料液比 1:15、提取时间 30 min、超声波功率 200 W 的条件下,研究不同提取温度对麦胚多糖提取率的影

响。由图2可知,随着提取温度的升高,麦胚多糖提取率呈先增加后降低的趋势。当提取温度为60℃时,多糖提取率最高;当提取温度高于60℃时,多糖提取率开始下降,这可能是由于温度过高导致部分多糖降解,另一方面,部分多糖是以糖蛋白形式存在的,温度过高导致蛋白变性沉淀,与蛋白质结合的多糖随之沉淀,从而导致溶液中的多糖含量降低。因此,提取温度以60℃最佳。

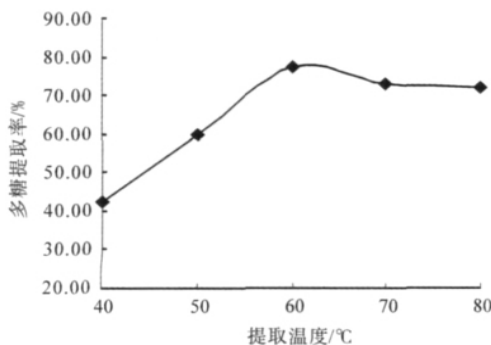


图2 提取温度对麦胚多糖提取率的影响

2.1.3 提取时间对麦胚多糖提取率的影响 在料液比1:15、提取温度60℃、超声波功率200W的条件下,研究不同提取时间对麦胚多糖提取率的影响。由图3可知,随提取时间的增加,麦胚多糖提取率呈先增加后降低的趋势。当提取时间为40min时,多糖提取率最高;当提取时间大于40min时,多糖提取率开始下降。这可能是由于提取时间过长,多糖在溶液中长时间暴露而遭到破坏,导致其提取率下降。因此,提取时间以40min最佳。

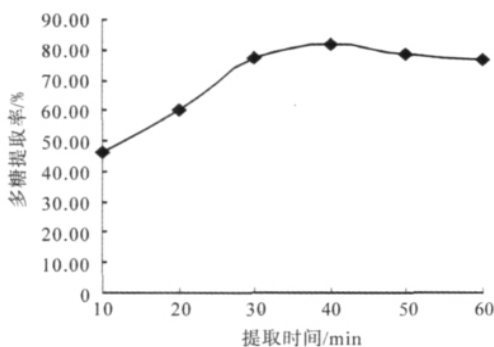


图3 提取时间对麦胚多糖提取率的影响

2.1.4 超声波功率对麦胚多糖提取率的影响 在料液比1:15、提取温度60℃、提取时间40min的条件下,研究不同超声波功率对麦胚多糖提取率的影响。由图4可知,随超声波功率的提高,麦胚多糖提取率呈先增加后降低的趋势,当超声波功率为300W时,多糖提取率最高。这可能是因为,在一定超声波功率范围内,随着超声波功率的增大,超声波

的空化效应、破壁效应等增强,有利于促进溶液传质作用,从而提高多糖提取率;当超声波功率超过某一临界值时,如果继续增大,则会加速提取液流动,从而导致物料停留在超声场中的时间减少,破壁作用随之减弱,胞内多糖溶出速率减缓^[16];另外也可能是超声波产生的高强度剪切力引起部分多糖产物降解,从而导致多糖提取率下降^[17]。

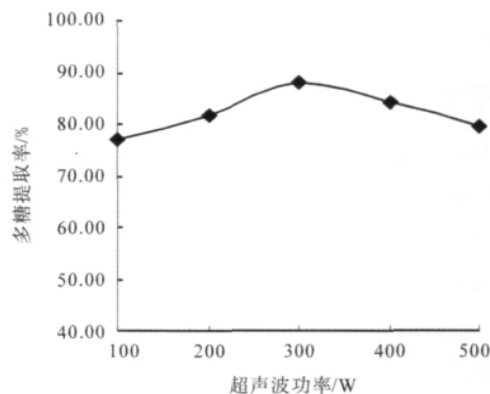


图4 超声波功率对麦胚多糖提取率的影响

2.2 超声波辅助提取麦胚多糖的正交试验结果

在单因素试验结果的基础上,对麦胚多糖提取工艺中的料液比、提取时间、提取温度和提取功率进行四因素三水平的 $L_9(3)^4$ 正交试验设计(表1)。由表1可知,提取麦胚多糖时各因素对多糖提取率影响的主次顺序为提取温度(B)>提取时间(C)>超声功率(D)>料液比(A);麦胚多糖的最佳提取条件组合为 $A_1B_3C_3D_2$,即料液比1:13,超声提取温度65℃,提取时间40min,超声功率300W。

表1 麦胚多糖提取条件的正交试验设计及结果

试验号	料液比(A)	温度(B)/℃	时间(C)/min	功率(D)/W	提取率/%
1	1:13	55	30	200	71.24
2	1:15	60	35	200	73.45
3	1:17	65	40	200	86.47
4	1:17	55	35	300	76.10
5	1:15	60	40	300	88.68
6	1:13	65	30	300	83.38
7	1:15	55	40	400	72.34
8	1:17	60	30	400	69.48
9	1:13	65	35	400	83.60
k_1	79.41	73.23	74.70	77.05	
k_2	78.16	77.20	77.72	82.72	
k_3	77.35	84.48	82.50	75.14	
R	2.06	11.25	7.80	7.58	
主次顺序	B>C>D>A				
最佳组合	$A_1B_3C_3D_2$				

2.3 超声波辅助提取麦胚多糖工艺的优化验证

用正交试验优化所得的最佳超声波辅助提取工艺提取麦胚中的多糖,同时以不用超声波辅助的同样工艺条件进行多糖提取作为对照。在超声波辅助提取最佳工艺条件下,多糖的提取率为 92.33%,显著高于同条件下非超声波辅助的多糖提取率(38.70%)。由此可见,采用超声波处理显著提高了麦胚多糖的提取率($P < 0.01$)。

3 结论

本研究将超声波技术用于麦胚多糖的提取,通过对料液比、提取温度、提取时间和超声波功率进行单因素和正交试验,确定了超声波辅助提取麦胚多糖的最佳工艺条件为料液比 1 : 13、提取温度 65 °C、提取时间 40 min、超声波功率 300 W,此时麦胚多糖的提取率为 92.33%,显著高于非超声波辅助提取工艺的提取率(38.70%)。

参考文献:

- [1] 吴素萍. 小麦胚芽中生物活性物质的研究现状[J]. 食品工业科技, 2009, 30(1): 348-351.
- [2] Amado R, Arrigni E. Nutritive and functional properties of wheat germ[J]. International Food Ingredients, 1992(4): 30-34.
- [3] 张婷, 刘婉, 张艳贞, 等. 小麦胚芽生物活性物质及其功能特性研究进展[J]. 食品科学, 2011, 32(3): 281-285.
- [4] 姚惠源. 谷物加工工艺学[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2000: 185-189.
- [5] 姚惠源, 吴嘉根. 谷物胚芽开发利用与研究途径的探讨[J]. 粮食与饲料工业, 1989(5): 17-22.
- [6] 葛毅强, 蔡同一. 小麦胚芽及其综合利用的研究进展[J]. 粮食与饲料工业, 2000(8): 3-6.
- [7] 王贤, 张富平. 小麦胚芽营养成分及营养作用[J]. 周口师范学院学报, 2002, 19(5): 43-46.
- [8] 李君霞. 多糖功效分析及其应用研究的进展[J]. 甘肃联合大学学报, 2007, 21(5): 54-58.
- [9] 汤鲁宏, 姚惠源, 张晖, 等. 麦胚生物活性物质的研究进展[J]. 粮食储藏, 1997, 26(4): 38-45.
- [10] 白英, 秦全仁, 贺银凤. 麦胚多糖提取工艺的研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2004, 12(5): 66-68.
- [11] 赵瑞香, 王大红, 牛生洋, 等. 超声波细胞破碎法检测嗜酸乳杆菌 β -半乳糖苷酶活力的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(1): 47-50.
- [12] 李婷, 侯晓东, 陈文学, 等. 超声波萃取技术的研究现状及展望[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(13): 3188-3190.
- [13] 赵旭博, 董文宾, 于琴, 等. 超声波技术在食品工业应用新进展[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(1): 3-7.
- [14] Dubios M, Gilles K A, Hamilton J K. Colorimetric method for determination of sugars and related substances[J]. Analytical Chemistry, 1956, 28(4): 250-251.
- [15] 孙锋, 谷文英, 丁霄霖. 山药粗多糖的提取工艺[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(3): 79-83.
- [16] 林勤保, 高大维, 闵亚光. 超声波在多糖降解及提取中的应用[J]. 应用声学, 1997, 16(2): 47-48.
- [17] 刘伦沛, 张文华. 奶浆菌多糖的超声波辅助提取工艺的研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(1): 136-139.