

小麦麸皮木聚糖制备方法的研究

赵晓庆, 彭珍, 刘彬, 王苏, 曹栋*

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 研究了小麦麸皮木聚糖的制备, 借助高速粉碎处理的方法分离麸皮中淀粉, 再采用胶体磨与纤维素酶处理及碱浸泡处理, 回收蛋白质, 最后通过优化确定最佳低聚糖的最佳工艺。试验结果显示粉碎时间 2 min, 试验原料的粒径范围为 $>125\ \mu\text{m}$, 淀粉得率 72.43%; 纤维素酶和碱处理的最佳工艺条件为: 加酶量 1.0 mL/hg, 碱处理温度为 $60\ ^\circ\text{C}$, 碱处理 pH 为 9.5, 在此条件下木聚糖质量分数为 35.5%, 蛋白质提取率为 74.9%, 水洗的最佳水洗次数为 4 次, 此时木聚糖质量分数为 36.5%。

关键词: 小麦麸皮; 淀粉; 粒径; 纤维素酶; 蛋白质; 木聚糖

中图分类号: TQ 619.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1689(2017)10-1111-05

Research on a Method of Xylan Preparation from Wheat Bran

ZHAO Xiaoping, PENG Zhen, LIU Bin, WANG Su, CAO Dong*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: This experiment mainly study the preparation of xylan from wheat bran. First of all, with the help of high speed grinding processing method to separate starch from the bran, then treated with cellulase and alkali soaking for recovering protein, finally by optimizing the optimum procedure to determine the best process for xylan. Experiment results show that the grinding time is 2 min, raw material particle size is in the range of $>125\ \mu\text{m}$, starch yield is 72.43%; Optimum process conditions of cellulase and alkali treatment were that for; with enzyme was 1 mL/100 g bran, alkali treatment temperature was $60\ ^\circ\text{C}$, alkali treatment was pH 9.5, under the condition of the xylan content is 35.5%, protein extraction rate was 74.9%. The best washing number is: 4 times, the content of xylan under the condition is: 36.5%.

Keywords: wheat bran, starch, particle size, cellulose, protein, xylan

低聚糖又称木寡糖, 由 D-木糖通过 β -1,4 糖苷键连接而成^[1]。低聚糖作为一种能够增殖双歧杆菌^[2]、抑制病原菌生长、抑制高脂膳食引起的氧化应激反应^[3]、润肠通便及降血糖^[4]等功能性低聚糖, 广泛应用于功能食品、功能饮料、功能乳品^[5]。低聚木

糖主要是通过木聚糖降解而来, 富含木聚糖原料主要有玉米芯、棉子壳、蔗渣等农业副产品。在国内已有利用玉米芯来生产低聚木糖的企业^[6]。

小麦麸皮是小麦加工面粉时所产生的副产物, 小麦麸皮中半纤维素质量分数在 30% 左右仅次于

收稿日期: 2015-10-28

* 通信作者: 曹 栋(1960—), 男, 江苏海安人, 工学博士, 教授, 主要从事油脂及植物蛋白研究。E-mail: caodong@jiangnan.edu.cn

引用本文: 赵晓庆, 彭珍, 刘彬, 等. 小麦麸皮木聚糖制备方法的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2017, 36(10): 1111-1115.

玉米芯(33%),因此关于小麦麸皮制备低聚木糖工艺研究已有很多^[7-8],但所采用的前处理方法主要集中在双酶法处理、汽爆处理、酸碱浸泡处理等方面^[9],且造成淀粉和功能性蛋白质的巨大浪费^[10]。因此,作者主要研究了一种新的小麦麸皮制备木聚糖的方法,既能实现淀粉和蛋白的相对分离^[11],又可以实现原料中木聚糖的相对富集,为后续制备低聚木糖提供高品质初级原料的同时,丰富了产品种类,降低了低聚木糖生产成本,提高综合经济价值。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

小麦麸皮:市购;纤维素酶(100 000 U/mL,最适 pH 5.0):山东隆科特酶制剂有限公司;其他试剂均为国产分析纯试剂。

粒度仪(S3500):美国 Microtrac 公司产品;电导仪(DDS-12DW):上海理达仪器厂产品;摇摆式高速中药粉碎机(DFY-600):温岭市林大机械有限公司产品;2802UV/VIS SPECTROPHOTOMETE 可见分光光度计:上海精密科学仪器有限公司产品;高速离心机(TGL-20M):湖南凯达科学仪器有限公司产品;其他常用实验仪器。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程

1.2.2 小麦麸皮预处理 称取 100 g 的小麦麸皮采用热风干燥方式干燥,冷却后利用摇摆式高速中药粉碎机以粉碎 30 s、停 10 s 方式进行粉碎,利用不同目数的筛子对其进行筛分,得到不同粒径范围的麸皮,利用激光粒度仪测定不同粒径范围的粒径大小(D50),测定不同粒径范围小麦麸皮的木聚糖质量分数和淀粉质量分数。

1.2.3 淀粉制备工艺 由预处理得到的粒径<125 μm 小麦麸皮,采用碱性蛋白酶水解后,多次离心洗涤的方式制备淀粉,收集离心沉淀下层杂质,与粒径>125 μm 麸皮混合进行后续处理;离心上层部分干燥后得到合格淀粉。

1.2.4 纤维素酶处理麸皮 分别称取 100 g 预处理得到的小麦麸皮(>125 μm),加入 1 500 mL 水搅拌均匀,胶体磨处理 20 min 后,依次加入 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mL 纤维素酶,在温度 50 ℃下反应 3 h,然后离心 10 min,沉淀物在 60 ℃下干燥后测定木聚糖的质量分数。

1.2.5 不同温度碱液去除麸皮蛋白质 分别称取 50 g 经过纤维素酶处理后的小麦麸皮,加入 1000 mL 水调浆,调 pH 至 9.5,分别在 40、50、60、70、80 ℃下反应 3.5 h,4 000 r/min 离心 10 min,上清液调节 pH 值到 3.8,离心洗涤得到蛋白质,沉淀物在 60 ℃下干燥后测定木聚糖质量分数和蛋白质的残留量。

1.2.6 不同 pH 去除麸皮蛋白质 分别称取 50 g 经过纤维素酶处理后的小麦麸皮,加入 1 000 mL 水调浆,分别调 pH 8.5、9.0、9.5、10.0、10.5 在最佳温度下反应 3.5 h,4 000 r/min 离心 10 min,上清液调节 pH 值到 3.8,离心洗涤得到蛋白质,沉淀物在 60 ℃下干燥后测定木聚糖的质量分数和蛋白质的残留量。

1.2.7 水洗处理麸皮木聚糖 分别称取 50 g 去除蛋白之后的小麦麸皮,分别取 250 mL 水进行水洗 1、2、3、4、5 次,每次水洗后测定洗液的电导率并取残渣烘干后测木聚糖质量分数。

1.2.8 测定方法 蛋白质质量分数:GB 50095—2010;脂肪质量分数:GB/T 5009.6—2003;淀粉质量分数:GB/T 5009.9—2008;水分质量分数:GB 5009.3—2010;灰分质量分数:GB 5009.4—2010;蛋白质质量分数:采用凯氏定氮法,换算系数为 6.25;木聚糖质量分数:间苯三酚法^[12]。

2 结果与讨论

2.1 小麦麸皮主要成分

试验所用小麦麸皮组分测定结果见表 1。

表 1 小麦麸皮成分

Table 1 Composition of wheat bran

组分	质量分数/%
灰分	5.57±0.54
脂肪	3.90±0.29
蛋白质	19.29±0.62
淀粉	18.70±0.31
木聚糖	16.80±0.49
其他	34.81±0.99

2.2 不同粉碎时间对麸皮粒度分布影响

一般情况下,随着粉碎时间的增加,粒径越小的麸皮所占的比重会越大,但从表 2 可以看出,当粉碎时间为 3 min 时,各个粒径范围的麸皮所占的比重都呈现下降趋势,且粉碎产物会发生颜色变化和结块现象,>425 μm 所占比例高达 38%,这是因

为由于粉碎过程中温度过高,导致淀粉糊化,致使结块产生。因此,粉碎时间应该控制在 3 min 内,且通过对比发现,粉碎时间为 2 min 的小麦麸皮平均粒径明显小于 1 min 的($P>0.05$)。因此,可将小麦麸皮的粉碎时间确定为 2 min。

表 2 粉碎时间与不同粒径范围麸皮所占比例的关系

Table 2 Relationship between grinding time and the proportion of different sizes of bran(D50)

粒径范围/ μm (D50)	粉碎时间/min		
	1	2	3
>425(>300)	3.02%(0.21) ^a	0.14%(0.83) ^b	37.82%(1.01)
250~425(298.9)	11.21%(0.81) ^a	8%(0.97) ^b	6.5%(0.59)
180~250(261.9)	41.28%(1.23) ^a	42.96%(1.34) ^b	25.89%(1.21)
150~180(202.1)	12.92%(1.01) ^a	14.28%(0.92) ^b	10.11%(0.45)
125~150(172.5)	3.1%(0.19) ^a	3.84%(0.32) ^b	1.23%(0.96)
<125(99.8)	28.47%(1.51) ^a	30.78%(1.34) ^b	18.45%(0.29)

注: $P<0.05$

在粉碎强度为 2 min 情况下,不同粒径范围的麸皮中木聚糖和淀粉质量分数如图 1 所示。由图 1 可知,随着粒径减小,淀粉所占比例逐渐增大,当粒径<125 μm 时,小麦麸皮中淀粉质量分数达到 72.43%,远远高于未经过粉碎处理时的淀粉质量分数;而且此时木聚糖质量分数仅为 11%,比未经过粉碎处理时木聚糖质量分数降低了 5.8%。说明通过对小麦麸皮进行特定的粉碎强度处理,可以一定程度的起到分离淀粉和木聚糖的效果。

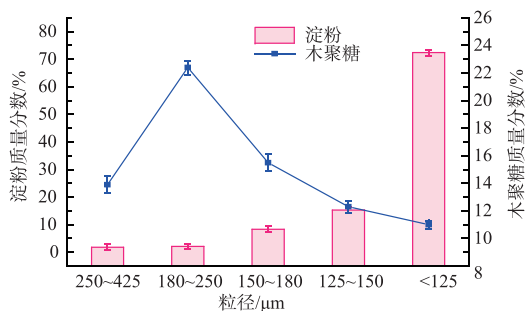


图 1 不同粒径范围小麦麸皮中淀粉和木聚糖质量分数的测定
Fig. 1 Determination of the starch and xylan of the different sizes of wheat bran

随着麸皮粒径的逐渐减小,木聚糖质量分数呈现先上升后降低的趋势。当麸皮粒径在 180~250 μm 范围时,木聚糖含量最高,可达到 22%,比初始原料麸皮中增加量近 5%;而当麸皮粒径降低到 125 μm 以下时,木聚糖质量分数则降低至 11%。

因此综合不同粒径下麸皮中淀粉和木聚糖含

量,可以得出以粒径 125 μm 为分界线,对粉碎处理后的麸皮进行分离,既可以在损失少量木聚糖的前提下,去除麸皮中大量的淀粉,同时还可以将分离出去的部分作为制作淀粉的原料,加工成品淀粉,最后加工淀粉的剩余部分还可回到麸皮制备木聚糖的工艺中进行充分利用。

2.3 纤维素酶添加量对木聚糖质量分数影响

纤维素酶添加量与木聚糖质量分数的关系见图 2。随着纤维素酶添加量的增加,木聚糖质量分数总体呈现上升趋势,当添加量为 1.0 mL/hg 麸皮时,经纤维素酶水解后的小麦麸皮中木聚糖含量增加至 23.5%,继续增加纤维素酶用量,则小麦麸皮中木聚糖含量增加幅度很小。因此可以得出 1.0 mL/hg 麸皮纤维素酶的用量为最佳用量。

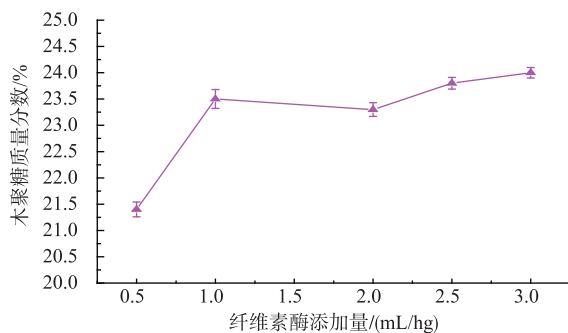


图 2 纤维素酶添加量与木聚糖质量分数的关系

Fig. 2 Relationship between cellulase amount and xylan content

2.4 碱液提取温度对蛋白质残留率和木聚糖质量分数影响

不同温度下碱液提取对小麦麸皮中木聚糖质量分数和蛋白质质量分数的影响如图 3 所示。随着温度增加小麦麸皮中木聚糖质量分数逐渐增加而蛋白质质量分数逐渐降低;当温度增加至 60 $^{\circ}\text{C}$ 时小麦麸皮中木聚糖质量分数增加至 35% 以上,同时蛋白质质量分数降低到 5% 左右,随着温度继续增加,小麦麸皮中蛋白质质量分数略有降低,不过幅度很小,而木聚糖质量分数也稍微有些降低。究其原因可能是由于高温碱性环境在提取小麦麸皮中蛋白质的同时也溶解了少量聚合度较小的木聚糖,或者其他可以在木聚糖检测过程中被检测出来的多糖类物质。因此选择 60 $^{\circ}\text{C}$ 作为小麦麸皮去除蛋白质的最佳温度。

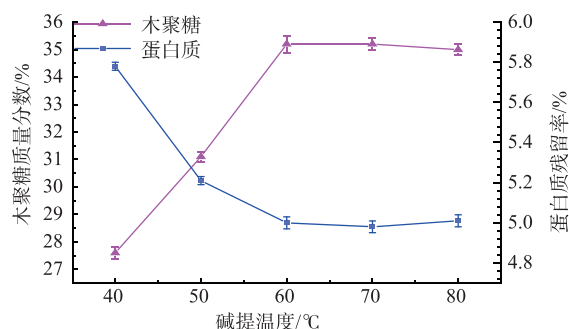


图3 碱提温度与木聚糖质量分数和蛋白质残留率关系

Fig. 3 Relationship between alkali temperature and xylan content and the protein residues

2.5 提取液 pH 值对蛋白质残留量和木聚糖质量分数影响

不同 pH 碱液提取对小麦麸皮中木聚糖质量分数和蛋白质质量分数的影响如图 4 所示。随着 pH 增加小麦麸皮中木聚糖质量分数逐渐增加而蛋白质质量分数逐渐降低;当 pH 增加至 9.5 时,小麦麸皮中木聚糖质量分数增加至 35.5% 以上,同时蛋白质质量分数降低至 4.85% 左右;随着 pH 继续增加,小麦麸皮中蛋白质质量分数略有降低,不过幅度很小,同时木聚糖质量分数也稍微有些增加。可以得出在 pH 9.5 条件下,小麦麸皮中可以被提取出来的蛋白基本提取完全,剩余部分可能是跟纤维素或者木质素等结合在一起,现有提取条件无法将其提取出来。因此,选择 pH 9.5 作为小麦麸皮去除蛋白的最佳 pH。

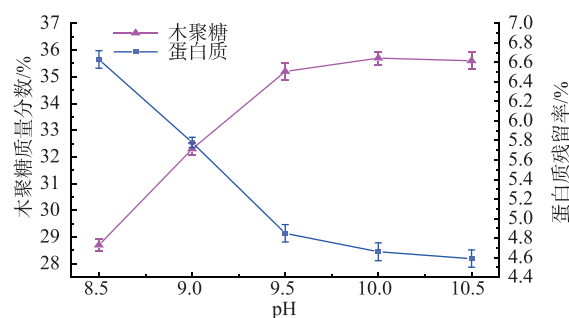


图4 pH 与木聚糖质量分数和蛋白质残留率关系

Fig. 4 Relationship between pH and xylan content and the protein residues

2.6 水洗次数对木聚糖质量分数影响

反应后的残渣,分别取 250 mL 水进行水洗 1、2、3、4、5 次,每次水洗后测定洗液的电导率并取等份的残渣烘干后测木聚糖质量分数,考察水洗次数

与木聚糖质量分数和电导率的关系,结果见图 5。随着水洗次数增加小麦麸皮中木聚糖质量分数逐渐增加而电导率逐渐降低;当水洗次数为 3 次时,小麦麸皮中木聚糖质量分数增加至 36.5%,同时电导率降低至 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 左右;随着水洗次数增加,虽然木聚糖质量分数不再增加,但小麦麸皮中电导率继续降低。因此,为了提高后续木聚糖的酶解产物纯度,试验的最佳水洗次数为 4 次。

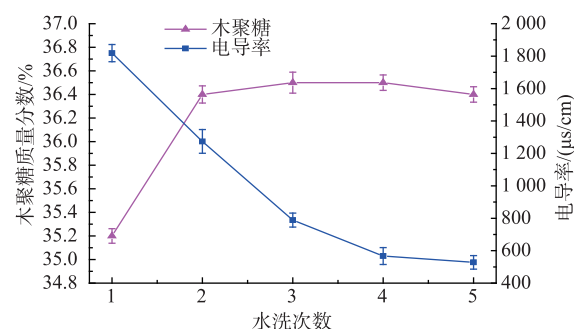


图5 水洗次数与木聚糖质量分数和电导率的关系

Fig. 5 Relationship between washing times and xylan content and electrical conductivity

3 结 语

通过不同粉碎强度对小麦麸皮进行物理分离,确定 125 μm 作为分界线,实现小麦麸皮中大部分淀粉的相对分离,然后借助淀粉工艺将淀粉纯化,淀粉得率为 72.43%,同时将 125 μm 以下部分残留的木聚糖回收至初始原料中利用。

借助胶体磨处理与纤维素酶解共同作用,得出反应温度 50 $^{\circ}\text{C}$,反应时间 3 h, pH 5.0,加酶量 1.0 mL/hg 麸皮,木聚糖质量分数为 23.5%,比原料增加 6.7%。

碱提温度最佳为 60 $^{\circ}\text{C}$, pH 最佳为 9.5,料液质量体积比 1 g:20 mL,时间 3.5 h,在此条件下木聚糖质量分数为 35.5%,蛋白质残留量为 4.85%,蛋白提取率 74.9%。水洗的最佳次数为 4 次,木聚糖质量分数为 36.5%。

通过物理分离和传统碱溶酸沉方法实现了小麦麸皮中淀粉和蛋白的相对分离,同时借助机械处理和纤维素酶共同作用提高了小麦麸皮中木聚糖含量,为小麦麸皮作为原料制备低聚木糖提供了新的前处理方法。

参考文献:

- [1] 王远. 利用麦麸制备低聚木糖及其阿魏酸酯的研究[D]. 广州:暨南大学,2010.
- [2] MAKI K C,GIBSON G R,DICKMANN R S,et al. Digestive and physiologic effects of a wheat bran extract, arabinoxylanoligosaccharides, in breakfast cereal[J]. **Nutrition**,2012,28(11):1115-1121. (in Chinese)
- [3] WANG J,CAO Y P,WANG C T,et al. Wheat bran xylooligosaccharides improve blood lipid metabolism and antioxidant status in rats fed a high-fat diet[J]. **Carbohydrate Polymers**,2011,86(3):1192-1197.
- [4] 吕珊珊. 小麦麸皮低聚木糖的提取精制及其功能性研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [5] CHENG Xiye,YANG Ruijin,HUA Xiao,et al. Study on preparation of xylooligosaccharides-enriched wheat bran beverage[J]. **Food and Fermentation Industries**,2011,37(12):70-75. (in Chinese)
- [6] 石波. 玉米芯酶法制备低聚木糖的研究[D]. 北京:中国农业大学,2001.
- [7] BENAMROUCHE,D. CRONIER,P. Debeire. et al. Chemical and Histological study on the effect of (1→4)-β-endo-xylanase treatment on wheat bran[J]. **Journal of Cereal Science**,2002,36:253-260.
- [8] ZHENG Xueling,LI Limin,YAO Huiyuan. The preparation, fractionation, purification and composition analysis of wheat bran water-soluble pentosans[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2004,23(2):1-4. (in Chinese)
- [9] BEAUGRAND J,CRONIER D,DEBEIRE P,et al. Arabinoxylan and hydroxycinnamate content of wheat bran in relation to endoxylanase susceptibility[J]. **Journal of Cereal Science**,2004,40:223-230.
- [10] HU Ran,ZHANG Min,CHEN Shihao. Hydrolysis of wheat bran protein by acid and amino acid analysis of hydrolyzate[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2015,34(1):90-93. (in Chinese)
- [11] CHEN Fenglian. Study on extraction of wheat bran protein by alkali [J]. **Journal of Harbin University of Commerce:Natural Sciences Edition**,2010,26(3):274-276. (in Chinese)
- [12] YANG Shuyan,XU Chunmei,WU Minchen. Study on the preparation of xylooligosaccharides from corncob with acid-xylanase hydrolysis[J]. **Journal of Anhui Agri Sci**,2007,35(12):3651-3653. (in Chinese)

会 议 消 息

会议名称:2017年“食品营养与健康学科创新引智基地”年会

所属学科:农作物、林木果实产品贮藏、保鲜与安全,公共卫生与预防医学

开始日期:2017-11-26 结束日期:2017-11-28

所在城市:广东省 广州市 具体地点:广州市鸿德国际酒店

主办单位:华南理工大学、中国食品科学技术学会非热加工分会

承办单位:华南理工大学 中新国际联合研究院 食品营养与健康学科创新引智基地

联系电话:020 87113848 E-MAIL:nonthermal_2017@vip.163.com

会议网站: <http://www.nonthermal2017.org.cn/>

会议背景介绍: 食品非热加工是近年来国际食品科学领域新兴的学科方向,以超高静压、辐照、脉冲电场、超声波以及高密度二氧化碳等为主的非热加工技术日趋走向成熟和商业化,其低温加工、高效率 and 天然营养最大化保存的优势日益引起食品学术界和产业界的高度关注。由中国食品科学技术学会和中国农业大学主办的前三届食品非热加工国际研讨会分别于2009、2011和2016年在北京举行,取得圆满成功,已形成巨大的行业和国际影响力,第四届非热加工会议将依托食品营养与健康学科创新引智基地,由华南理工大学等在广州主办,热忱欢迎广大同行前来交流。

会议主题:1) 食品非热加工(HPP, PEF等)技术与装备进展;2) 新型加工对食品营养风味的影响;3) 食品营养与功能保健食品;4) 其他相关交叉学科内容