

酶法水解麦麸制取功能性低聚糖

陈育如, 陈志芳, 刘媛

(南京师范大学生命科学学院, 210097, 南京)

[摘要] 以淀粉加工业剩余物—麦麸为原料, 利用从里氏木霉制得复合酶中的半纤维素酶与纤维素酶, 对物料中的半纤维素与纤维素成分进行控制酶水解, 制取功能性低聚糖. 酶解在接近常温和常压下进行, 相对于常用的葡萄糖或淀粉原料, 采用麦麸原料价格较低. 由于低价原料和复合酶系的采用, 简化了工序与设备, 降低了成本, 具有较好的开发应用前景.

[关键词] 低聚糖, 麦麸, 复合酶, 酶水解

[中图分类号] Q946, [文献标识码] B, [文章编号] 1672- 1292- (2003) 04- 0021- 03

0 引言

功能性低聚糖是新一代的保健食品^[1]. 低聚糖摄入人体后在大肠中可为有益菌双歧杆菌利用并使之增殖.

目前市场上的低聚糖产品大多数是以淀粉、蔗糖等为原料生产的^[2]. 我国每年有着大量的麸皮、玉米皮等富含纤维的加工剩余物料, 多数未能得到有效的利用^[3]. 麦麸中的半纤维素经酶水解后生成低聚木糖, 其双歧杆菌的增殖效果比低聚果糖高 5 倍, 是优良的功能性食品.

酶水解制取低聚糖是低聚糖生产研究中开发的新方法之一. 用不同的酶和原料, 控制一定的条件可以制得不同的低聚糖产品. 本工作以麦麸为原料, 对以复合酶制剂制取低聚糖进行了探讨.

1 材料与方法

1.1 材料

麦麸: 江苏产, 为面粉厂生产过程中产生的剩余物料, 经适当的预处理后用于酶水解.

复合酶制剂: 用里氏木霉(*Trichoderma reesei*) 固体发酵而成, 含纤维素酶(80 U/g)、半纤维素酶(120 U/g)等复合酶. 纤维二糖酶由黑曲霉(*Aspergillus niger*) 发酵制得.

1.2 方法

麦麸酶解: 将麦麸用植物粉碎机(FZ102型, 河北黄骅齐家务科学仪器厂)粉碎至 16 目以下, 加入反应器中, 在 pH4. 8 和 50℃下酶水解一定时间后离心分离, 经精制、灭菌得产品.

糖的分析^[4]: 还原糖分析采用 3, 5-二硝基水杨酸法测定. 葡萄糖采用葡萄糖氧化酶(GOD)试剂盒测定, 木糖的测定采用苔黑酚比色法.

测定流程如图 1 所示.

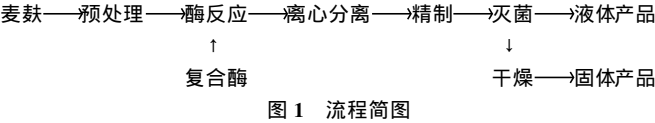


图 1 流程简图

收稿日期: 2003- 06- 07.

基金项目: 江苏省高校自然科学研究指导性计划(01KJD180003)和高新技术产业发展项目(JH02-082)资助.

作者简介: 陈育如, 1965- , 博士, 南京师范大学生命科学学院副教授, 主要从事生物化工和应用微生物的研究.

2 产品成分与指标

产品为黄褐色液体, 具有小麦麸皮的微香味, 固态产品为黄褐色粉末.

在前人的研究中, 有采用稀酸或稀碱蒸煮玉米芯溶出木聚糖, 然后加酶水解制取低聚糖的方法. 在加酶量为 6 U/g 底物时, 所得产品组成中各种糖量为: 木糖与葡萄糖为 18. 3%, 阿拉伯糖 7. 7%, 木二糖 54. 2%, 木三糖 19. 8%, 总低聚木糖量为 74%^[5]. 因为木聚糖的分离要花费一定的成本, 本工作采用不分离木聚糖的方法, 用含半纤维素酶(木聚糖酶)和纤维素酶的混合酶制剂对物料中的半纤维素和纤维素同时进行酶水解, 简化了工序.

产品的安全性: 原料麦麸已经用于生产食用纤维, 原料中的纤维素、半纤维素与少量的木质素均是膳食纤维中的成分, 因此在加工中这些成分可以作为产品的一部分.

3 结果与讨论

从原料成本而言, 淀粉原料的市场价比麦麸高, 因此以麦麸为原料的低聚糖生产工艺与以淀粉为原料的工艺具有成本优势.

麦麸中的主要成份是半纤维素和纤维素, 另外还含有木质素、淀粉、粗蛋白等. 一般认为, 纤维素的酶水解过程为协同降解方式^[6]. 在协同降解过程中, 首先由 C_x 酶在纤维素聚合物的内部起作用, 在纤维素的非结晶部分进行切割, 产生新的末端; 然后再由 C₁ 酶以纤维二糖为单位由末端进行水解, 最后由纤维二糖酶将纤维二糖水解释为葡萄糖(如图 2 所示).

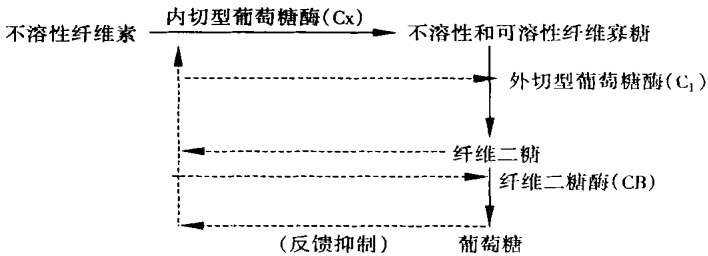


图 2 纤维素酶对纤维素的协同降解示意图

从图 2 可见, 纤维素由内切型葡萄糖酶($\text{exo-}\beta$ 1, 4 glucanase) 又称 C_x 酶, 将初始的长链纤维素分解为短链纤维素, 然后由外切型葡萄糖酶($\text{endo-}\beta$ 1, 4 glucanase) C₁ 作用于短链纤维, 生成纤维二糖. 纤维二糖酶(β 1, 4 glucosidase) 又称 CB 酶, 将纤维二糖分解成二个葡萄糖^[7]. 因此, 只要将纤维二糖酶的活性降低至一定程度, 就能让酶解停留在生成低聚糖阶段, 从而适用于低聚糖的生产. 与高成本的柱层析法除去纤维二糖酶生产低聚糖的方法相比, 可大幅度地降低成本.

以淀粉类原料生产的低聚糖因为其糖苷键是 α 键型, 不如纤维低聚糖的 β 键型稳定, 且人体无分解纤维低聚糖的 β 1, 4 键的酶存在, 纤维低聚糖能直接进入大肠作为双歧因子, 作为保健食品更能体现低热值、高效能的优点.

实验中所用的酶是一种含半纤维素酶、纤维素酶等多种成分的复合酶, 其中半纤维素酶对半纤维素的酶水解产物为低聚木糖, 双糖中的木二糖可被木二糖酶进一步水解为木糖; 纤维素酶对纤维素水解的产物为纤维低聚糖, 双糖中的纤维二糖可被酶系中的 β 葡糖苷酶(又称纤维二糖酶) 水解为葡萄糖. 为探讨复合酶对麦麸水解过程中还原糖的变化规律, 实验过程中采用添加由黑曲霉产的纤维二糖酶对麦麸进行酶解, 24 h 酶解过程中还原糖的变化曲线如图 3 所示. 由图 3 可见, 在一定的时间

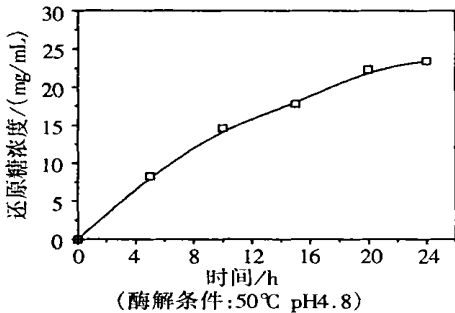


图 3 物料酶水解过程中还原糖量的变化

内,随着酶解时间的延长,还原糖是不断增加的,最终低聚糖能被完全水解为葡萄糖、木糖等单糖(见表2)。而作为低聚糖产品的制备,希望能减少产品中单糖的含量,因此在生产中,可以通过适当的工艺(如调整酶水解时间与加酶量)控制产品中的单糖含量,提高产品质量,降低材料消耗与加工成本。

由表2可见,实验中所用复合酶能将物料中的主要成分有效地分解。酶解体系中纤维二糖酶和木二糖酶充足时,生成的低聚糖将进一步分解成单糖。而为了使酶解产物符合低聚糖生产的要求,可以控制酶系中纤维二糖酶、木二糖酶的含量和控制酶解时间,以使酶解过程停留在所需要的阶段。本工作所用的由里氏木霉所产的酶系中,纤维二糖酶相对较少,有利于减少葡萄糖单糖的形成。

表2 麸皮在完全水解后酶解液中糖的比例/%

葡萄糖	木糖	其他糖
49.8	17.2	33.0

注:酶水解时间48 h,50℃,pH4.8,酶用量10 IU/g底物

4 结论

用麦麸为原料进行酶解,经适当的工艺可制得低聚糖产品。本工作用自制的低成本复合酶可将麦麸中的主要成份进行酶解,充分利用原料。由于所用复合酶制剂中限制了纤维二糖酶的活性,故酶解可停留在低聚糖的积累阶段,减少了分离纤维二糖酶等的成本。结果表明,酶法从麦麸制备低聚糖的工艺简单,对设备要求低;所得产物中含有大量的低聚糖和少量单糖,可有效地提高原料的附加值。采用自制复合酶成本低廉,调整酶系组成和酶解时间以符合工艺要求,为麦麸的综合利用和低聚糖保健品的低成本生产提供了有效途径。

[参考文献]

- [1] 曹劲松,王晓琴,彭志英.微生物酶法合成低聚糖的问题与策略[J].食品与发酵工业,1999,25(4):11~15.
- [2] 胡学智.功能性低聚糖及其制造概要[J].工业微生物,1997,(1):30~39.
- [3] Cheng B Q. Comparative effect of dietary wheat bran and its morphological components on volatile fatty acid concentration in the rat [J]. British Journal Nutrition, 1987, 57: 69~72.
- [4] 郑建仙.功能性食品[M].北京:中国轻工业出版社,2000.
- [5] 尤新.我国低聚糖生产工艺研究进展[J].食品工业科技,2002,23(4):4~7.
- [6] 段金柱,曹淡君.玉米秸粉作碳源固体发酵生产纤维素酶的研究[J].饲料博览,2000,(2):4~6.
- [7] Gunnar Henriksson, Gunnar Johansson, Goran Pettersson. A critical review of cellobiose dehydrogenases[J]. Journal of Biotechnology, 2000, 78: 93~113.

Enzymatic hydrolyzed preparation ligosaccharides using wheat bran as raw material

Chen Yuru, Chen Zhifang, Liu Yuan

(College of Life Science, Nanjing Normal University, 210097, Nanjing, PRC)

Abstract: Preparation of functional oligosaccharides using enzyme as catalyst have been shown to be a new research field. In this paper, oligosaccharides preparation methods using wheat bran residues as raw material and enzyme come from *Trichoderma reesei* as biocatalyst were studied. The composition of wheat bran such as cellulose and hemicellulose were hydrolyzed by cellulase and xylanase of complex enzyme respectively. The enzyme hydrolysis reaction was carried out at about the room temperature and atmospheric pressure. As complex enzyme and low price raw material were used, the enzyme hydrolysis process was simpler and more effective, showing a promising potential for development and application.

Key words: oligosaccharides, wheat bran, complex enzyme, enzymatic hydrolysis

[责任编辑:刘健]