

纤维素酶在食品工业中的应用与展望

张明霞,段长青,张文娜

(中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京 100083)

摘要: 纤维素酶已经广泛应用于食品工业,用纤维素酶预处理啤酒糟可提高啤酒糟蛋白酶解率 10% 以上;应用于清香型优质白酒生产中,出酒率可提高 13%,而且不影响酒的感官品质;在日本清酒生产中浸米时加入 0.02%~0.1% 的纤维素酶,糖化发酵顺利,出酒率高;在酒精发酵时添加纤维素酶可显著提高酒精产率并缩短发酵时间。目前纤维素酶的应用存在的问题主要是生产菌种的优化和应用的成本。(陶然)

关键词: 纤维素酶; 白酒生产; 应用; 前景

中图分类号: TQ925; Q814.9; TS262.3 **文献标识码:** D **文章编号:** 1001-9286(2005)04-0099-02

Application and Perspective of Cellulase in Food Industry

ZHANG Ming-xia, DUAN Chang-qin and ZHANG Wen-na

(Food Science & Nutrition Engineering College of China Agriculture University, Beijing 100083, China)

Abstract: Cellulase had been widely used in food industry. Its use in the pretreatment of brewery mash could increase enzymolysis rate of brewery mash proteins by above 10%. Its use in the production of quality Fen-flavor liquor could increase liquor yield by 13% with no adverse effects on liquor quality and liquor taste. Addition of 0.02%~0.1% cellulase during grains steeping in the production of Japanese Sake would result in smooth saccharifying fermentation and high liquor yield. Addition of cellulase in alcohol fermentation could shorten fermentation time and significantly increase alcohol output rate. Currently, the problems in cellulase use mainly included the optimization of microbial species and the use cost. (Tran. by YUE Yang)

Key words: cellulase; liquor production; application; perspective

纤维素酶(cellulase)是一组复合酶,能水解纤维,是生物催化剂。其功能是将植物纤维素降解。

纤维素酶用途极广,可用于一切以植物或植物子实为原料的加工业。纤维素酶在动物饲料、纺织、食品加工、污水处理、中草药有效成分提取等行业得到广泛应用,有效地改善产品质量,提高产量,具有良好的经济效益。

1 纤维素酶的类型^[1-2]

纤维素酶是指能降解纤维素 β -1,4 葡萄糖苷键,使纤维素变成纤维二糖和葡萄糖的一组酶的总称,是起协同作用的多组分酶系。

按照微生物对纤维素酶的分泌性和所产纤维素酶系活性之间的关系,大体可分成 3 类:①对天然木质纤维素的降解能力比较弱,但可以大量合成可分泌到胞外的纤维素酶,如常见的木霉、青霉等的纤维素酶系;②对

天然木质纤维素降解能力强,但分泌到胞外的纤维素酶活力较低,如担子菌纤维素酶系;③对天然纤维素分解能力强,但其纤维素酶基本不分泌到胞外,而是存在于细胞壁上,如细菌的纤维素酶系。一个完整的纤维素酶系,通常由作用方式不同而能相互协同催化水解纤维素的 3 类酶组成,即:内切葡萄糖苷酶(简称 EG),这类酶作用于纤维素分子内部的非结晶区,随机水解 β -1,4-糖苷键,将长链纤维素分子截短,产生大量带非还原性末端的小分子纤维素;外切葡萄糖苷酶(EC3.2.1.91),又称纤维二糖水解酶(简称 CBH),这类酶作用于纤维素线状分子末端,水解 β -1,4 糖苷键,每次切下一个纤维二糖分子; β -葡萄糖苷酶(简称 BG),这类酶将纤维二糖水解成葡萄糖分子。

2 纤维素酶的生产菌株

纤维素酶主要用微生物发酵生产。用微生物发酵法

收稿日期:2004-11-30

作者简介:张明霞(1973-),女,河南人,大学本科,讲师,参编《生化工程》等著作两部,发表论文数篇。

生产纤维素酶的基本过程是:产酶菌的优化选育→发酵→酶的分离、纯化。

关于纤维素酶生产菌株的研究报道,有细菌、放线菌和丝状真菌。不同菌种所产生的纤维素酶中所含各种酶的比例是不同的。目前研究最多的产纤维素酶菌种是丝状真菌,因为它们在生产上具有很多优点:产酶效率高;产生的纤维素酶比例适当;产生的酶为胞外酶,便于分离提取。木霉属、曲霉属、青霉属和枝顶孢霉属的菌株都对纤维素有较强的作用,其中里氏木霉、康氏木霉是目前公认最好的纤维素酶生产菌。此外,利用现代生物技术对纤维素酶生产菌种进行改良已成为人们关注的焦点,主要方法:利用基因工程克隆纤维素酶基因,将其转到其他高效表达菌中构建高效纤维素酶工程菌。

3 纤维素酶在食品工业中的应用

纤维素酶在食品工业中的应用很广泛,植物性农林产品是食品加工中的主要原料,恰当的处理,可以达到提高细胞内含物的提取率,改善食品质量,简化加工工艺和难度等目的。

3.1 果蔬加工中的应用^[3]

大多数果蔬材料中不同程度地含有纤维素,在果蔬加工过程中采用纤维素酶作适当处理,可以使植物组织软化,改善口感,简化工艺。任大明、陈祖洁^[4]将绿色木霉菌株 SN-9106 生产的复合纤维素酶应用于菠菜汁的提取加工工艺中,研究结果表明,榨汁前用 5~15 u/g 的纤维素酶处理,出汁率可提高 4%~15.5%,还原糖、总酸、总糖和游离氨基酸的含量均显著提高。万日余^[5]等研究纤维素酶在草莓汁生产中的应用,出汁率提高了 9.2%,草莓汁中糖分增加 2%,而且压榨时间缩短 5 min。

3.2 发酵食品中的应用

纤维素酶可将纤维素降解生成可发酵性糖,因此,纤维素酶可在以粮食为原料的食品发酵中广泛应用。

邱雁临^[6]研究用纤维素酶预处理啤酒糟,可提高啤酒糟蛋白酶解率 10%以上;尚维等^[7]研究的纤维素酶在清香型优质白酒中的应用,出酒率可提高 13%,而且不影响酒的感官品质;傅金泉^[8]在日本清酒生产中浸米时加入 0.02%~0.1% 的纤维素酶,浸泡 17 h,米的溶解性好,糖化发酵顺利,酒渣少,出酒率高^[9];杨玉华等^[10]采用固体制曲、固态酒精发酵和固态醋酸发酵生产工艺对纤维素酶在食醋酿造方面的应用进行了系统研究,结果表明,纤维素酶添加量为 10~50 μmol/min,产酒精量比 CK 提高 7.5%~23.8%,食醋产量提高 0.25~1.38 kg,主料出品率提高 5.1%~27.2%;在酒精发酵时添加纤维素酶可显著提高酒精产率并缩短发酵时间。

3.3 纤维素酶在活性物质提取中的应用

在提取蛋白质、淀粉、活性多糖等物质时,用纤维素酶进行处理能提高产品得率。陈祥贵等^[11]利用纤维素酶水解金针菇,可溶性多糖和可溶性固形物提取率显著提高,提取效果优于水煮法和浸煮法;马长清等^[12]采用纤维素酶水解法和单纯热水水解法分别对香菇柄和香菇盖中有效成分多糖和氨基酸进行提取,香菇柄加酶的提取液中多糖的含量比不加酶的增加 54%,香菇盖增加 44%;而香菇柄加酶的提取液中氨基酸含量比不加酶的增加 10%,香菇盖增加 15%;张迎庆等^[13]研究利用纤维素酶解魔芋粉制备魔芋葡甘低聚糖,魏国勤^[14]利用加纤维素酶破解细胞壁的方法,使 β-胡萝卜素游离出来,以提高其利用价值;赵功玲^[15]研究了外加果胶酶及纤维素酶提取番茄中番茄红素的工艺,结果表明,酶法提取工艺和传统的有机溶剂提取工艺相比,大大缩短了提取时间,而且出品率也大大提高了;姜绍通等^[16]研究绿茶在蛋白酶、纤维素酶组合作用下,速溶绿茶提取率可达 30%左右,并具有保香效果好、冲泡后茶水口味鲜醇的优点;Galante 等^[17]研究在橄榄油生产中加入纤维素酶可以提高得率。

4 发展前景

纤维素酶在现阶段已经广泛应用于包括食品在内的各个领域,今后必将在应用深度和广度上进一步扩展。现在纤维素酶的应用还存在一些问题,主要是生产菌种的优化问题和应用的成本问题,其主要的解决方法在于现代生物技术的应用和酶工程的进一步探索(如酶的固定化技术的具体应用)。

纤维素酶基因在酵母中高效表达是构建应用于发酵工业的工程菌的目标,若将 3 类主要纤维素水解酶导入酿酒酵母,酵母将可以利用丰富的自然资源——纤维素作为碳源生产无污染的有机燃料,生产 SCP,生产多糖等产品。另外,若纤维素酶生产菌的生产能力得到进一步提高,纤维素在食品工业及其他行业中的应用将更为广泛,更深入。总之,纤维素酶是大有前途的新兴产业,其发展方兴未艾,前景广阔。

参考文献:

- [1] 孟雷,陈冠军,王怡,等.纤维素酶的多型性[J].纤维素科学与技术,2002,10(2):48-57.
- [2] Edward A.Bayer,Linda J.W.Shimon,Yuval Shoham. Cellulosome- Structure and Ultrastructure[J].Journal of Structure Biology,1998,(124):221-234.
- [3] M.K.Bhat. Cellulase and Related Enzymes in Biotechnology [J].Biotechnology Advances, 2000,(18):355-388.
- [4] 任大明,陈祖洁.纤维素酶在蔬菜汁加工中的应用研究[J].沈

(下转第 105 页)

酵母产物,其中副产物就是汾酒成分之一,蒸煮、蒸馏在高压下进行,因此破坏也不多。推测淀粉中有较大一部分是用来供给微生物的生长繁殖之用。例如大量糖化力不高的梨头霉和发酵能力不高的酵母,如果能减少大曲中的梨头霉,增加糖化力、液化力和蛋白分解力强的菌种,如增加黄米曲霉、根霉的比例,减少大曲中发酵力很弱而数量占95%以上的拟内孢霉,驯养酵母菌属,提高其活性。以大糠红心曲为例,酵母细胞数仅为其他曲的 $1/10^3 \sim 1/10^6$,但同样能完成酒精发酵,且从发酵势测定看出,其发酵能力并不低,因此提高酵母活性、减少酵母数量的措施是有可能的,这样既不变改变汾酒风味,又可提高曲和酒醅的淀粉利用率,因而提高汾酒产量。

2 从质量方面

增香是提高汾酒质量的关键问题,可以从两方面着

手。

2.1 增加汉逊酵母在曲中比例和提高其活性,加强生物产酯作用。

2.2 增加酵母在大曲中的比例,以增加接种量,可以提高入缸温度,缩短酵母繁殖期,相应延长酯化期(例如二楂酵母接种量较大楂大,有助于延长酯化期)。

但为了达到以上目的,必须要长期在酒醅中驯养微生物,以得到品质优良的酵母和霉菌,人为地按一定比例接入大曲。大曲制造方法也必须能适应优良微生物,特别是酵母的生长条件,例如,不能采用过高的温度(40℃以上),否则就不能增加酵母在其中的比例。

因此,尽管汾酒为古老的名酒,但只要很好地掌握工艺,不改变微生物在其中的基本作用,就不会改变汾酒风格,而且能达到提高汾酒产量和质量的目的。●

(上接第100页)

- 阳农业大学学报,1994,25(1):79-82.
- [5] 万日余,顾岱芳,张建,等.纤维素酶在草莓汁生产中的应用[J].冷冻与速冻食品工业,1996(4):20-21.
- [6] 邱雁临.纤维素酶对啤酒糟蛋白酶解率的影响[J].粮油加工与食品机械,2001(7):39-40.
- [7] 尚维,杨福祺,刘群,等.纤维素酶在清香型优质白酒中应用初探[J].酿酒,1996(2):20-21.
- [8] 傅金泉.日本应用酶制剂生产清酒的概况[J].酿酒科技,1995,(4):57-60.
- [9] 张智,刘复军,闰滨,等.纤维素酶在酱油酿造上的应用研究[J].中国调味品,1997(8):15-19.
- [10] 杨玉华,刘德海,王子光,等.纤维素酶在食醋酿造中的应用[J].河南农业大学学报,1999,33(4):398-399.
- [11] 陈祥贵,王志民,郑炜,等.金针菇多糖的酶法提取及利用[J].

四川工业学院学报,1999,18(4):38-41.

- [12] 马长清,夏蓉,彭彦,等.香菇柄中多糖及氨基酸的提取方法研究[J].医药导报,2003,22(6):372-374.
- [13] 张迎庆,干信,谢笔钧.纤维素酶制备魔芋葡甘低聚糖[J].吉首大学学报,2003,24(3):42-44.
- [14] 魏国勤.从胡萝卜中提取 β -胡萝卜素方法的研究[J].南京医科大学学报,1995,15(3):727-728.
- [15] 赵功玲,姜天军.酶法提取番茄红素的工艺研究[J].食品工业科技,2003,24(4):60-61.
- [16] 姜绍通,潘丽军,郑志,等.酶法提取速溶绿茶的研究[J].农业工程学报,1998(12):234-238.
- [17] Galante YM, Monteverdi R, Inamas, Caldin C, De Conti A, Laveuiv, Bonomi F. New Applications of Enzymes in Wine Making and Olive Oil Production[J]. Italian Biochem Soc Trans, 1993(4):34.

酿酒科技杂志社邮购书刊

书刊名	邮购价	书刊名	邮购价
《酿酒科技精选(1980~1985)》	20元/册	《酿酒科技》2004年合订本	80元/册
《酿酒科技》1998年合订本	58元/册	《酿酒科技》2005年(月刊)	96元/年
《酿酒科技》1999年合订本	60元/册	《酿酒活性干酵母的应用与生产技术》	12元/册
《酿酒科技》2000年合订本	65元/册	《世界蒸馏酒的风味》	6元/册
《酿酒科技》2001年合订本	70元/册	《中国酒曲》	35元/册
《酿酒科技》2002年合订本	75元/册	《生料酿酒技术》	42元/册
《酿酒科技》2003年合订本	80元/册	《酿酒技术》世纪光盘(1980~2000年)	380元/套

需订购以上书刊者,请直接汇款到本刊社邮购。地址:贵州省贵阳市沙冲中路58号(550002);电话:(0851)5796163;传真:(0851)5776394;联系人:吴萍