

鲜桃渣在堆放过程中膳食纤维各成分的变化

许小茜 刘姝彤 王灿磊 崔萌萌 孙亮 周竹君 冷平*

(中国农业大学 农学与生物技术学院,北京 100193)

摘要 以中华寿桃桃渣为材料,分析研究鲜桃渣在堆放过程中发酵对其膳食纤维各成分的影响。在室温下将桃渣挤压存放在无菌器皿中,压紧尽可能排除氧气并加盖封存以模拟其因完全隔离氧气而发生的厌氧发酵;另取桃渣存放在无菌器皿中,不断搅拌使其间隙增大以模拟其因接触氧气而发生的好氧发酵。结果表明:在15 d的好氧发酵中桃渣中,总膳食纤维、纤维素和水溶性果胶含量分别下降14.9%、17.1%和14.4%,可溶性膳食纤维含量上升了7.7%,总果胶含量变化不大;而在15 d的厌氧发酵中,桃渣中总膳食纤维、纤维素和水溶性果胶含量分别下降20.4%、10.4%和9.86%,可溶性膳食纤维含量上升了13.7%,总果胶含量下降了1.03%。因此在5~7 d内及时处理鲜桃渣可有利于其膳食纤维各成分的有效利用。

关键词 桃渣; 堆放; 膳食纤维; 果胶; 纤维素

中图分类号 S 662.1; TS 201.2

文章编号 1007-4333(2011)02-0064-05

文献标志码 A

Study on the changes of dietary fiber components in peach pomace during fermentation

XU Xiao-qian, LIU Shu-tong, WANG Can-lei, CUI Meng-meng,

SUN Liang, ZHOU Zhu-jun, LENG Ping*

(College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract This study is to analysis the changes of components content of dietary fiber in peach pomace during fermentation. Peach pomace was stored in a sterile container, compressed oxygen and made the condition as much as anaerobic fermentation that happens without oxygen. In addition, other peach pomace was stored in a sterile container too, stirred constantly to increase the gap and made the condition as much as aerobic fermentation that happens in oxygen. The result shows that, in aerobic fermentation, the contents of total dietary fiber, cellulose, soluble pectin are decreased by 14.9%, 17.1%, 14.4%; the content of soluble dietary fiber is increased by 7.7%; the content of total pectin don't change significantly. In anaerobic fermentation, the contents of total dietary fiber, cellulose and soluble pectin are decreased by 20.4%, 10.4%, 9.86%; the content of soluble dietary fiber is increased by 13.7%; the content of total pectin is decreased by 1.03%. Therefore, dealing with fresh peach without delay can benefit to maximum extraction rate of components of dietary fiber in peach pomace.

Key words peach pomace; accumulation; dietary fiber; pectin; cellulose

桃汁是一种深受人们喜爱的果品饮料,在桃汁加工中被分离出来的桃渣富含膳食纤维。膳食纤维是一种复杂的混合物,包括了食品中的大量组成成分。目前国际上普遍认为“膳食纤维是指不易被人体消化吸收的,以多糖类为主的大分子物质的总称,

包括植物性物质木质素、纤维素、半纤维素、果胶^[1-2]。大量研究表明它对预防、治疗肠道和心血管系统疾病具有特殊的功效。一些研究^[3]表明,食用海藻中的膳食纤维可以有效降低血清胆固醇、血压;另一些研究^[5]表明,通过连续4周给小鼠喂食添加

收稿日期:2010-11-16

基金项目:北京市科委重大项目(D0706002040231);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2009-02-06)

第一作者:许小茜,硕士研究生, E-mail:morning8521@163.com

通讯作者:冷平,博士,教授,主要从事果实发育于分子生物学专业研究, E-mail:leng.p@263.net

不同品种膳食纤维素的高脂饲料,发现水溶性膳食纤维素可显著降低胆固醇的吸收率和胆汁酸的重吸收率,从而起到明显的降血脂效果。研究发现多摄入膳食纤维尤其是谷物、水果中的膳食纤维可以减少结肠癌的发生^[5]。同时膳食纤维还可以作为一种特殊的食品添加剂添加到食品中起到填充、胶凝、增稠和乳化的作用,将膳食纤维添加到酸奶酪中,可大大改变了酸奶酪的口感及流变特性^[6]。并且膳食纤维在制药、纺织行业也具有广泛的用途^[7-10]。

由于桃渣是高水分物质,营养成分较多,同时粘度大,难以干燥,大量堆积后遇到高温或雨天,很快就会发酸发臭,很难贮存利用或远距离输送,若不及时进行有效处理,易滋生微生物,造成严重的环境污染,同时造成了资源的浪费。而对这些果渣进行适当处理可以开发其附加值,具有一定的经济效益。

试验中以生产中排放出的桃渣为原料,模拟堆放贮藏过程中自然产生的好氧和厌氧发酵环境,通过检测在好氧和厌氧发酵下桃渣中膳食纤维各组分含量,分析其动态含量变化,评价其利用价值,为桃渣鲜贮及综合利用提供基础资料。

1 材料与方 法

1.1 植物材料

新鲜桃渣为桃酒制作时的下脚料。中华寿桃去核后榨汁,榨汁后的剩余物质即为桃渣,主要由果皮和果肉组成。

1.2 处理方法

将刚刚榨完汁的新鲜桃渣装入无菌器皿中(容积为2 L),压紧尽可能地排出氧气,然后加盖在25℃下模拟进行厌氧发酵。同时另取新鲜桃渣同样装入无菌器皿中,搅拌使得桃渣间隙增大并且保持发酵料层在一个适当的厚度,不加盖在25℃下模拟进行好氧发酵。每隔24 h,按照无菌操作要求分别从厌氧和好氧发酵桃渣中取样,液氮速冻后,-20℃下保存。

1.3 试验方法

1)膳食纤维、可溶性膳食纤维测定采用酶-重量法^[11]。总膳食纤维的测定是先用热稳定的 α -淀粉酶、蛋白酶、葡萄糖苷酶依次酶解以去除桃渣中的蛋白质和淀粉,然后用乙醇沉淀,将过滤的总膳食纤维残渣用乙醇和丙酮冲洗,干燥后称重。可溶性膳食纤维是在样品酶解后过滤,滤出液用4倍量体积分数为95%的乙醇沉淀,后将滤渣干燥、称重。

2)总果胶测定采用咔唑比色法^[12-13],稍作修改。称取样品1 g,研磨,加入30 mL体积分数为95%乙醇,置沸水浴中加热15 min,重复3次,过滤,弃去滤液,除去糖及其他杂质。残渣用40 mL浓度为0.05 mol/L的HCL洗入原三角瓶中,置沸水浴中加热60 min,冷却后过滤,转入100 mL容量瓶中并定容,用咔唑比色测定上述提取液中总果胶含量。

3)水溶性果胶、纤维素、半纤维素测定参考Huber^[14]的方法,稍作修改。取果肉3 g,于研钵中磨碎,加20 mL体积分数为80%的乙醇煮沸30 min,冷却后8 000 r/min离心10 min,弃上清。用20 mL乙醇和丙酮洗涤沉淀2遍后,用15 mL体积分数为90%的二甲基亚砷浸泡15 h,离心去上清。80℃下干燥24 h。参照Siddiqui等^[15]的方法进行膳食纤维物质分离。按以下步骤依次提取不同成分:50 mmol/L的乙酸钠(pH 6.5)10 mL,加热搅拌20 min,8 000 r/min离心10 min,上清液即为水溶性果胶,然后依次用浓度为50 mmol/L的乙酸钠(pH 6.5,含50 mmol/L EDTA)、浓度为50 mmol/L Na₂CO₃(含2 mmol/L EDTA)、浓度为4 mmol/L KOH(含硼氢化钠质量分数为1%)各10 mL提取,分别得到离子结合果胶、共价结合果胶和半纤维素的上清液,剩下的用去离子水冲洗2遍,烘干得纤维素。水溶性果胶含量用咔唑比色法测定,半纤维素含量用蒽酮比色法测定。

4)可溶性糖用蒽酮比色法,可滴定酸用酸碱滴定法,pH用酸度计测定。

2 结果与分析

2.1 鲜桃渣好氧和厌氧发酵过程中总膳食和可溶性膳食纤维含量变化

如图1所示,总膳食纤维含量在厌氧和好氧发酵过程中分别下降了14.9%和20.4%。而可溶性膳食纤维含量则均呈现先快速上升后缓慢下降的趋势,在发酵第5天,含量达到最高,分别比发酵前增加了7.7%和13.7%。

2.2 鲜桃渣好氧和厌氧发酵过程中总果胶、水溶性果胶、纤维素和半纤维素含量变化

如图2所示,在好氧发酵过程中,总果胶含量变化较为平稳,而在厌氧发酵过程中则表现出缓慢上升又缓慢下降的趋势,总体含量下降了1.03%。水溶性果胶含量出现较大的波动,在厌氧发酵过程中,水溶性果胶含量先急剧上升,在第7天时含量达到

最高值,是发酵前的 1.12 倍,而在整个发酵过程中其含量下降了 14.4%。在好氧发酵过程中水溶性

果胶也出现了一个先上升后下降的趋势,在第七天达到最高值,总含量下降了 9.86%。

图 1 鲜桃渣好氧和厌氧发酵过程中总膳食纤维和可溶性膳食纤维的质量分数变化

Fig. 1 Content changes of total dietary fiber and soluble dietary fiber of fresh peach pomace in aerobic fermentation and anaerobic fermentation

图 2 鲜桃渣好氧和厌氧发酵过程中总果胶、水溶性果胶、半纤维素和纤维素的质量分数变化

Fig. 2 Content changes of total pectin, soluble pectin, cellulose and hemicellulose of fresh peach pomace in aerobic fermentation and anaerobic fermentation

纤维素含量均呈现下降趋势,在厌氧和好氧发酵过程中分别下降了 17.1% 和 10.4%。半纤维素含量在好氧发酵过程中先是缓慢上升,在发酵的第 11 天达到最高值,总含量上升了 13.8%。而在厌氧环境中表现平缓,总含量下降了 13.6%。

2.3 鲜桃渣好氧和厌氧发酵过程中可溶性糖、可滴定酸和 pH 的变化

可溶性糖含量在 2 种发酵过程中均下降,在厌氧和好氧发酵过程中分别下降 55.2% 和 64.8%。

可滴定酸含量变化均表现出先上升后缓慢下降的趋势。在好氧发酵过程中,可滴定酸含量第 5 天达到最大值,是发酵前的 8.06 倍;而在厌氧发酵过程中,第 9 天达到最大值,是发酵前的 14.3 倍。

在 2 种发酵过程中,pH 均呈现出下降的趋势。在好氧发酵过程中 pH 从开始的 4.06 逐步下降到 3.4,而在厌氧发酵过程中 pH 则从开始的 4.16 逐步下降到 3.21,并且在厌氧发酵的每个时期,其 pH 均低于好氧发酵过程。

图 3 鲜桃渣好氧和厌氧发酵过程中可溶性糖、可滴定酸和 pH 的变化

Fig. 3 Changes of soluble sugar, titratable acid, pH of fresh peach pomace in aerobic fermentation and anaerobic fermentation

3 讨 论

3.1 桃渣在发酵期间膳食纤维各组分含量的动态变化分析

鲜桃渣在发酵过程中总膳食纤维、纤维素含量均随发酵的进行而渐渐降低。发酵过程对可溶性膳食纤维含量影响极显著,可溶性膳食纤维含量在前 5 天呈明显上升趋势,到达最高值后缓慢下降并趋于平缓,均在厌氧发酵和好氧发酵过程的第 5 天达到最大值。根据贾新成、周晓宏等^[16-17] 研究报道,导致总膳食纤维及可溶性膳食纤维含量变化的原因可能是发酵前期,菌体处于旺盛生长期,大量增殖,由于菌体细胞壁中含有大量的纤维素,导致总膳食纤

维含量稍有提高。同时氧气存在的条件下一些好氧发酵微生物会产生大量的纤维素酶,将不溶性纤维素多糖水解,转变成水溶性聚合物成份,使可溶性膳食纤维成分增加,因此在发酵前期可溶性膳食纤维含量提高很快。发酵后期,可溶性膳食纤维含量与总膳食纤维含量均降低,可能是膳食纤维被纤维素酶降解造成的。

由于纤维素高度紧密的结构,纤维素和半纤维素与纤维素酶和半纤维素酶不易结合,因而在 15 d 的发酵期中,仍有大量的纤维素和半纤维素没有降解。贾新成, Han Y W 等研究证明纤维素和半纤维素是很难降解的^[17-18]。在试验中,测定在好氧发酵过程中半纤维素含量有所上升可能是由误差所致。

水溶性果胶作为可溶性膳食纤维的一个组分,在发酵过程中变化与可溶性膳食纤维相似,均是在厌氧和好氧发酵过程的第 7 天达到最大值。在发酵期间,尽管水溶性果胶在一段时间内和可溶性膳食纤维一样有上升趋势,但是总果胶含量是下降的,可能是因为发酵期间桃渣细胞、细胞壁组分逐步降解造成。

3.2 桃渣在发酵期间可溶性糖和酸含量的动态变化分析

纤维素的降解过程本身就是同步糖化发酵过程,纤维素和半纤维素在酶解为糖的同时,糖又被迅速微生物吸收利用。鲜桃渣在堆放过程中,随着发酵过程的进行,桃渣内部的氧逐步被耗尽,造成内部变成一个厌氧环境,促进了乳酸菌的增殖和酵母菌的无氧呼吸,乳酸菌在其相关酶的催化作用下将糖转化为乳酸,形成了酸性环境,不但使得可溶性糖含量均逐步下降,且使得发生厌氧发酵的桃渣的 pH 较发生好氧发酵的桃渣的 pH 要低一些^[19]。

在桃渣发酵期间,可滴定酸含量先升后降的原因,首先,酵母通过糖代谢或氮源代谢都可产生有机酸。并且 Rous 等^[20] 报道,酵母有多种可能的代谢过程与醋酸产生有关,其次,酵母糖代谢的终产物除乙醇外,还有 CO₂。在发酵过程中,大多数的 CO₂ 或是发酵后溢至大气中或是被酵母的厌氧发酵所利用。

4 结 论

桃渣经过自然发酵后,没有发现霉变和腐败变质现象,且有酒香、果香和特殊的发酵味。在 15 d 的发酵期中总膳食纤维含量、纤维素含量、水溶性果

胶含量以及总果胶含量均有不同程度的降低,唯有可溶性膳食纤维含量有所上升,这也证明了保存桃渣原料具有时限性。所以以生产桃渣果胶和纤维素为目的时,应在7 d内及时应用于果酱、果冻等其他产品的生产;以生产桃渣总膳食纤维和可溶性膳食纤维为目的时,应在5 d内及时处理以保证其最大提取率。

参 考 文 献

- [1] 郑建仙. 功能性膳食纤维[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 2-10
- [2] 周坚, 肖安红. 功能性膳食纤维食品[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 1-9
- [3] Jiménez-Escrig A. Dietary fiber from edible sea-weeds: Chemical structure physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism[J]. Nutrition Research, 2002, 20(4): 585-598
- [4] 袁尔东, 郑建仙. 不同品种膳食纤维降血脂功能的比较[J]. 中国粮油学报, 2002, 17(3): 38-41
- [5] Peters U, Sinha R, Chatterjee N, et al. Dietary fiber and colorectal adenoma in a colorectal cancer early detection programme[J]. The Lancet, 2003, 361(9368): 1491-1495
- [6] Staffolo M, Bertola N, Martino M, et al. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt [J]. International Dairy Journal, 2004, 14(3): 263-268
- [7] 刘成梅. 膳食纤维生理功能与应用现状[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(1): 122-125
- [8] 刘凌, 孙慧. 桃渣可溶性膳食纤维组成及生理活性[J]. 生产与科研经验, 2008, 34(9): 69-72
- [9] 郑建仙, 高孔容. 论膳食纤维[J]. 食品与发酵工业, 1994, (4): 71-74
- [10] Leontowica M, Gorinstein S, Bartnikowska E, et al. Sugar beet pulp and apple pomace dietary fibers improve lipid metabolism in rats fed cholesterol[J]. Food Chemistry, 2001, 72(1): 73-78
- [11] 杨晓莉, 杨月欣, 周瑞华, 等. 食品中总的、不溶性及可溶性膳食纤维的酶-重量测定法[J]. 卫生研究, 2001, (6): 377-379
- [12] 方建雄, 华雪增. 贮藏温度和气体状况对苹果果胶, 多聚半乳糖醛酸酶变化的影响[J]. 植物生理学报, 1991, 17(1): 99-104
- [13] Faravash R S, Ashtiani F Z. The effect of pH, ethanol volume and acid washing time on the yield of pectin extraction from peach pomace [J]. International Journal of Food Science and Technology, 2006, 42(10): 1177-1187
- [14] Huber D J. Polyuronide degradation and hemicellulose modification on ripening tomato fruit[J]. American Society Horticultural Science, 1983, 108(3): 405-409
- [15] Siddiqui S, Brackmann A, Streif J, et al. Controlled atmosphere storage of apple: Cell wall composition and fruit softening[J]. Horticultural Science, 1996, 71(4): 613-620
- [16] 周晓宏, 陈洪章, 李佐虎. 固态发酵中纤维素基质降解过程初步研究[J]. 过程工程学报, 2003, 3(5): 447-452
- [17] 贾新成, 李喜梅, 李磊, 等. 紫孢侧耳栽培期基质中纤维素类的降解和有关酶活变化[J]. 微生物通报, 1994, 21(3): 148-152
- [18] Han Y W, Lee J S, Anderson A W. Chemical Composition and Digestibility of Ryegrass Straw [J]. Agriculture Food Chemistry. 1975, 23(5): 928-931
- [19] 陈洪章, 徐建. 现代固态发酵原理及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 65-69
- [20] 韩舜俞. 活性干酵母与果酒酵母共酵杏饮料工艺研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(2): 358-363

(责任编辑: 王燕华)