

多酚物质对啤酒风味稳定性的影响

马 超,薛栋升,吴訾叶红,杨周辉

(台州学院生命科学院,浙江 台州 317000)

摘要: 研究多酚物质对啤酒风味稳定性的影响。结果表明,啤酒的风味稳定性与啤酒的抗氧化性显著相关,啤酒的抗氧化性与多酚含量显著相关,不同的单酚抗氧化能力差异较大,抗氧化性随单酚含量的增加而增加,酒体中的单酚抗氧化性随酒体保存的时间延长而减小;不同来源的多酚抗氧化性不同;不同辅料生产的啤酒抗氧化能力不同。多酚含量和组成影响啤酒的风味稳定性,多酚适量存在可提高啤酒风味稳定性。

关键词: 啤酒; 多酚; 风味稳定性; 抗氧化性

中图分类号:TS262.5;TS261.4

文献标识码:A

文章编号:1001-9286(2009)10-0051-03

Effects of Polyphenols on Beer Flavor Stability

MA Cao, XUE Dong-sheng, WUZI Ye-hong and YANG Zhou-hui

(Life Science Department of Taizhou University; Taizhou, Zhejiang, 317000 China)

Abstract: The effects of polyphenols on beer flavor stability were studied. The results showed that beer flavor stability was significantly relevant to beer antioxidation and beer antioxidation was significantly relevant to polyphenols content, there was significant difference in antioxidation for different monophenol, the antioxidation of monophenol promoted with the increase of monophenol content, and monophenol antioxidation in beer body decreased with the extension of beer storage time, polyphenols from different source had different antioxidation, and beer produced by different auxilliary materials had different oxidation. The content and the compositions of polyphenols would influence beer flavor stability and adequate polyphenols content could improve beer flavor stability.

Key words: beer; polyphenols; flavor stability; antioxidation

随着人们生活水平的不断提高,消费者对食品的质量要求也不只是停留在安全层面上,已经提升到了一个更高的层次,对啤酒的质量要求也提升到口感和风味上来。要求啤酒不仅口感要好,更要有良好的风味,并且要求风味稳定性较好。瓶装啤酒进入市场后,在贮存过程中会形成一些会影响其原有的新鲜风味的产物,啤酒灌装后,在保存过程中,风味是不断变化的。开始时出现黑栗子味,随即消失,而后出现甜味、面包味、焦糖味、奶酪味,严重时则出现纸板味和金属腥味等^[1]。

近年来,多酚物质对啤酒风味稳定性的贡献逐渐受到重视^[2-3]。研究认为,啤酒多酚物质能吸附 65% 的瓶颈中的氧气^[4],在麦汁煮沸时多酚物质能改善还原活性及啤酒羰基化合物的浓度^[8]。本文研究多酚物质与啤酒抗氧化性的关系,为提高啤酒的风味稳定性提供一定借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

麦芽:进口澳麦芽;
单酚:购买于 Sigma;

绿色柠檬酸铁铵(含 Fe 16%):进口 Fluku 分装;
硫代巴比妥酸:上海生化试剂公司。

1.2 仪器

100 L 啤酒生产设备:上海保兴生物仪器设备有限公司。

1.3 方法

1.3.1 麦汁液体培养基

麦芽粉碎,在 52℃、62℃、68℃和 72℃分别保温,纱布过滤。

1.3.2 麦汁固体培养基

麦汁液体培养基中加入 2% 琼脂。

1.3.3 啤酒酵母活化

菌种接种于麦汁固体,于 28℃ 培养 24 h。

1.3.4 啤酒酵母液体菌种制备

接种于液体试管,28℃ 培养 48 h,以 10% 接种量接种于三角瓶,20℃ 培养 3 d,降温到 15℃,培养 4 d,继续降温到 10℃,培养 5 d。

1.3.5 设备清洗

收稿日期:2009-06-30

设备用 2% 的碱液于 80 °C 清洗 20 min, 用 90 °C 热水清洗后再用醋酸溶液清洗, 最后用 90 °C 热水清洗。

1.3.6 麦汁生产

麦芽粉碎, 以麦皮破裂为 1/3 大小的碎片为粉碎度, 大米粉碎度为 30 目, 大米的比例为 38%, 经过糊化、糖化、过滤, 煮沸添加酒花, 然后沉淀冷却。

1.3.7 有机溶剂法提取酚类物质

用 70% 丙酮溶液 200 mL 浸泡 21 h, 3000 r/min 离心 10 min, 取上清液, 40 °C 旋转蒸发, 去除有机溶剂, 加蒸馏水补足蒸发量, 测定。

1.3.8 啤酒总多酚检测

总多酚的检测采用文献[2]的方法。

1.3.9 啤酒 TBA 值检测^[2]

①取 10 mL 啤酒于 10000 r/min 高速下离心。

②取上清液 5 mL 与 2 mL 含 0.33% TBA 的 50% 乙酸溶液混合均匀, 在 60 °C 水浴中精确加热 60 min, 然后迅速冷却, 于 530 nm 处比色。

③取 5 mL 啤酒加 2 mL 蒸馏水, 以上面同样的方式处理后作为比色的空白。

④检验啤酒是否离心到澄清效果的方法: 取离心后的啤酒在 430 nm 与 700 nm 波长下, 以蒸馏水为空白, 测定其吸光度, 分别以 OD₄₃₀ 与 OD₇₀₀ 表示。当 OD₄₃₀ × 0.039 > OD₇₀₀, 则表示样品是透明的, 否则需再次离心重新测定。

1.3.10 TRAP 值测定

步骤: 将含有 75 μmol/L ATBS 即 2,2-连氮(3-苯乙基噻唑啉-6-磺酸盐) 和 2 mmol/L AAPH 即 2,2-偶氮(2-脒基丙烷) 二氯化物的 50 mmol/L 醋酸盐缓冲液(pH4.3)反应混合液, 在 45 °C 水浴反应 60 min, 然后冷却至室温备用。取 40 μL 样品加入到 5 mL 上述反应混合液中, 在 25 °C 水浴保温 15 min, 比色; 另取 40 μL 的 50 mmol/L 醋酸盐缓冲液(pH4.3)代替样品作空白, 其他操作条件相同; 然后取 40 μL 的 1 mmol/L 抗坏血酸盐溶液作标准参照, 实验操作条件相同。

$$\text{计算: TRAP 值 (mmol/L)} = \frac{(A_{\text{样}} - A_{\text{空白}})}{(A_{\text{标}} - A_{\text{空白}})} \times C_{\text{标}}$$

式中: C 为抗坏血酸盐浓度; A 为吸光值; TRAP 表示相当于抗坏血酸盐的 mmol/L。

1.3.11 口感评分

由 20 人品尝, 给予打分, 满分 10 分, 去掉 4 个最高分和 4 个最低分, 平均值即为口感得分。

2 结果与分析

2.1 抗氧化性与啤酒风味稳定性的相关性

将不同处理方式处理的酒样, 在 30 °C 放置 15 d, 然

后经过品酒师品定酒的风味。风味值最大的计为 10 分, 该风味值能最大限度地保存原酒风味。风味值越小, 说明该酒的风味变化大, 因此稳定性就越差。抗氧化性与啤酒风味稳定性的相关性见图 1。

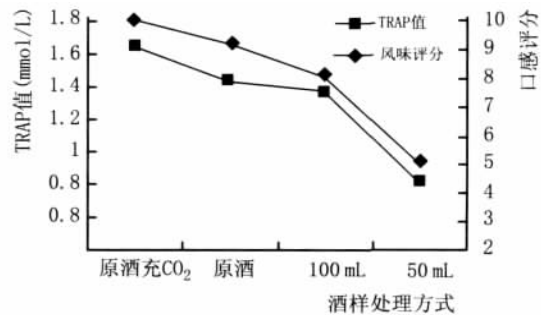


图 1 抗氧化性与啤酒风味稳定性的关系

从图 1 中可以看出, 啤酒的风味稳定性随啤酒的抗氧化性增强而增强, 随啤酒的抗氧化性下降而下降。影响啤酒风味稳定性的因素为影响啤酒抗氧化性。

2.2 多酚物质含量与啤酒抗氧化性的关系

对多酚物质含量与啤酒的抗氧化性进行测定, 结果见图 2。

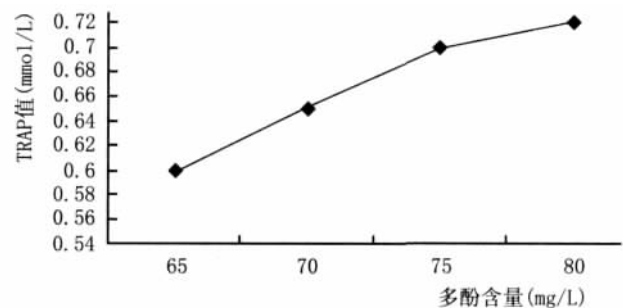


图 2 多酚类物质与抗氧化性的关系

从图 2 可以看出, 多酚物质的含量越多, 啤酒的抗氧化性越强, 在 65~75 mg/L 之间时, 啤酒的抗氧化性几乎和多酚含量成线性关系; 在 75~80 mg/L 之间, 随多酚含量的增加, 啤酒的抗氧化性增加的速度变慢。结合图 1 的结果, 可以得出啤酒的风味稳定性与啤酒多酚的含量成正相关。

2.3 单酚对啤酒抗氧化性的影响

对单酚影响啤酒抗氧化性的结果进行测定, 结果见图 3。

从图 3 可以看出, 不同的单酚类物质, 抗氧化的能力是不同的。槲皮素抗氧化性的能力最好, 其余依次为儿茶素、阿魏酸、表儿茶素、香草酸。

2.4 单酚含量对啤酒抗氧化性的影响

对单酚含量对啤酒抗氧化性的影响进行实验, 结果见图 4。

从图 4 可以看出, 随单酚含量的增减, TBA 值下降,

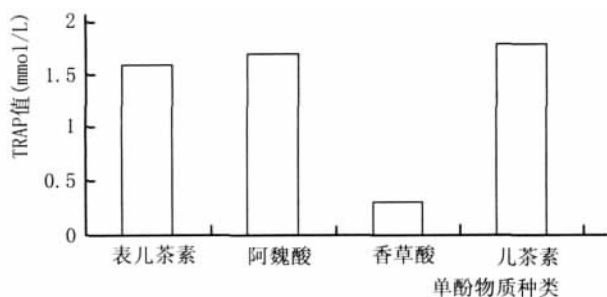


图3 单酚对啤酒抗氧化性的影响

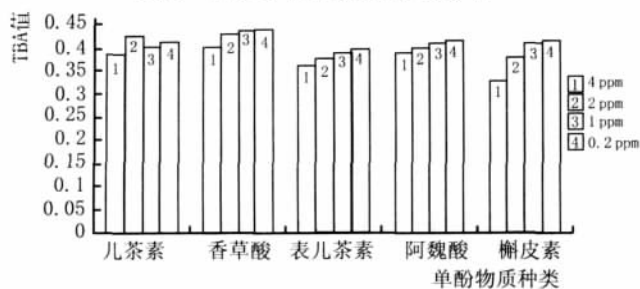


图4 单酚含量对抗氧化性的影响

说明单酚含量越多,越有利于提高啤酒的抗氧化性。

2.5 添加酚类物质对啤酒抗氧化性的影响

对添加酚类物质后啤酒抗氧化性随时间的变化进行测定,结果见图5。

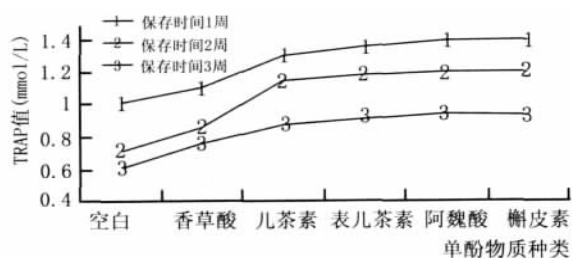


图5 单酚对啤酒抗氧化性的影响随时间变化

从图5可以看出,啤酒的抗氧化性随保存时间的增加而下降。各种单酚对啤酒抗氧化性影响规律随时间的增加依然保持不变。

2.6 不同多酚对啤酒抗氧化性的影响

对不同来源的多酚对啤酒的抗氧化性影响结果进行测定,结果见图6。

从图6可以看出,不同的多酚对啤酒抗氧化性的影响是不一样的。全麦加酒花的抗氧化性最强,用全麦酿造的啤酒其风味稳定性较添加辅料的啤酒风味稳定性好。

2.7 不同多酚含量对啤酒抗氧化性的影响

用不同的原料和不同的原料配比,所生产的麦汁含有的多酚含量是不一样的,对含不同多酚含量的麦汁发酵生产的啤酒的抗氧化性进行实验,结果见图7。

从图7可发现,用玉米做辅料酿造的啤酒抗氧化性差,风味稳定性差。用大米和小麦做辅料酿造的啤酒抗氧

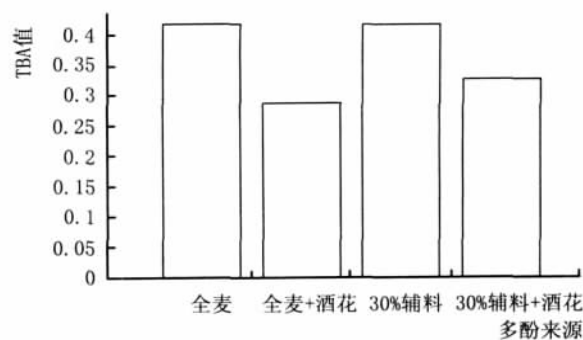


图6 不同来源多酚对抗氧化性的影响

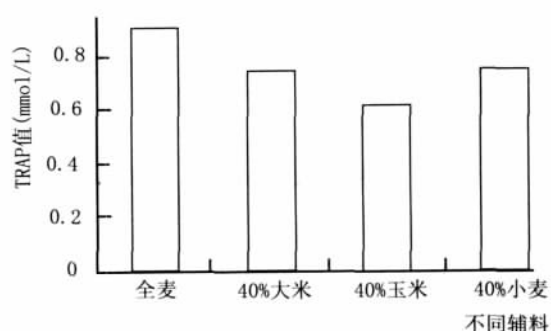


图7 不同多酚含量的麦汁对抗氧化性的影响

化性较好,风味稳定性也较好。

3 结论

从抗氧化性方面研究啤酒的风味稳定性。啤酒的风味稳定主要取决于抗氧化能力,经过研究得出以下结论:
3.1 啤酒的风味稳定与啤酒的抗氧化能力密切相关,抗氧化能力越强,风味越稳定。啤酒的抗氧化能力与啤酒中多酚的含量密切相关,多酚含量越高,抗氧化性越强,啤酒风味稳定性越好。

3.2 不同的单酚抗氧化能力不同,不同来源的多酚,抗氧化能力也有差异。随保存时间的延长,啤酒中单酚的抗氧化能力下降。不同辅料会影响啤酒的抗氧化性,进而影响啤酒的风味稳定性。啤酒的风味稳定性与啤酒中的多酚含量和多酚组成密切相关。凡是能影响到酒体中多酚含量和组成的因素都会对啤酒的风味稳定性产生影响。适量的多酚存在于酒体中,能提高酒体的风味稳定性。

3.3 由于多酚物质的组成和含量在生产中的每一步骤都受影响,因此提高啤酒的风味稳定性从原料的生产一直到啤酒的灌装都应该严格控制,同时啤酒的风味稳定性还与其他物质紧密相关,应予以重视^[6]。

参考文献:

- [1] 王亚楠,肖冬光. 提高啤酒风味稳定性的方法[J]. 酿酒科技, 2002, 12 (4):60-62.
- [2] Shigeki A, Tatsuji K, Chikako S, et al. Estimation of antioxidative activity and its relationship to beer flavor stability[J].

(下转第56页)

控对象不含纯滞后的部分 $G_p(s)$ 组成,则:

$$H_r(s) = \frac{y(s)}{r(s)} = \frac{G_{c1}(s)G_p(s)}{1+G_{c1}(s)G_p(s)} e^{-\tau s} \quad (5)$$

其中, $H_r(s)$ 为设定值响应传递函数。

应用直接综合法,对于一阶加纯滞后过程模型,设 $H_r(s)$ 的期望值 $H_{re}(s)$ 为一阶加纯滞后,即:

$$H_{re}(s) = \frac{1}{T_e s + 1} \quad (6)$$

其中, T_e 为期望时间常数,令 $H_r(s) = H_{re}(s)$,可以导出 PI 跟踪控制器 $G_{c1}(s)$ 的参数为:

$$K_{c1} = \frac{T^*}{K^* T_e}; T_{c1} = T^*; \quad (7)$$

T_e 不宜太小^[4]。

本设计中,被控对象模型参数 $K^*=1, T^*=10, \tau^*=180$ ^[3]。在仿真中进行调试后,取 $T_e=10$,因而控制器 $G_{c1}(s)$ 各控制参数为 $K_{c1}=1, T_{c1}=10$ 。

2.3.2 扰动控制器的设计

当模型准确时,负载扰动控制回路由被控对象 $G_p(s)e^{-\tau s}$ 和扰动控制器 $G_{c2}(s)$ 组成。扰动控制器采用 PI 控制,利用修正 Haalman 整定方法来确定 G_{c2} 的参数,对于在啤酒发酵过程中被控对象模型是一阶惯性环节加纯滞后环节近似描述过程,按下列公式整定 PI 扰动控制器 G_{c2} 的参数:

$$K_{c2} = \frac{2aT^*}{3K^*\tau^*}, T_{c2} = aT^* \quad (8)$$

其中, $a \geq 1$ 为公共修正系数^[4]。

通过对被控对象的仿真,取 $a=6$ 时,系统性能较好,相应的 G_{c2} 的参数为 $K_{c2}=6/27, T_{c2}=60$ 。

3 仿真结果

仿真所用的信号为 $t=0$ 时引入的, $t=200$ 时引入了负单位阶跃扰动。当模型准确时,双控制器系统仿真结果见图 2,图 3 为 $\tau=170$ 时双控制器系统仿真结果图。

从图 2、图 3 的对比中可以看出,当被控对象纯滞后时间 τ 发生改变时,系统依然保持稳定,表现出较强的鲁棒性,对模型不敏感。

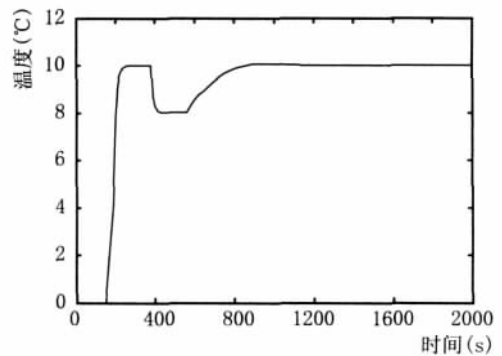


图 2 当模型准确时双控制器系统仿真结果图

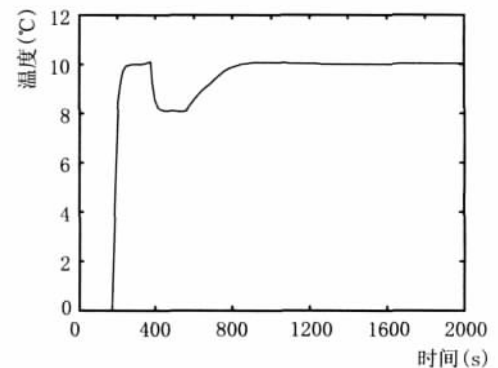


图 3 $\tau=170$ 时双控制器系统仿真结果图

4 结论

在系统硬件的控制方案中采用基于 ARM 处理器 LPC2200 的嵌入式系统是为了精简系统的外设结构,提高精度。双控制器方案使得跟踪控制器和扰动控制器独立设计,同时获得了良好的设定值、跟踪特性和扰动抑制能力,被控对象发生改变时,仍保持稳定,系统表现出良好的鲁棒性。

参考文献:

- [1] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [2] 林英芸,杨煜普.在 WinCC 中实现串行通信的两种方法[J].电子测量技术,2006,29(2):115-116.
- [3] 陈艾华,尹利霞,胡耀斌,等.模糊 PID 控制在啤酒发酵过程中的应用[J].机电工程,2007,24(1):56-57.
- [4] 田玉楚.大时滞工业过程的双控制器结构[J].自动化学报,1999,25(6):825-827.

(上接第 53 页)

- Journal of the American Society of Brewing Chemists, 1999, 57(1):34-37.
- [3] Andersen M L, Henrik O, Skibsted L H. Modification of the levels of polyphenols in wort and beer by addition of hexamethylenetramine or sulfite during mashing[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49:5232-5237.
 - [4] Sakuma S, Kikuchi C, Kowaka M. Automated analysis of the total polyphenols content of beer and wort using an intelligent

- autosampler[J]. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 1995, 53(1):29-32.
- [5] 管敦义.啤酒工业手册(修订版)[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
 - [6] Walters M T. Comparison of (+)-catechin and ferulic acid as natural antioxidants and their impact on beer flavor stability. Part 1: Forced-aging[J]. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 1997, 55(2): 83-98.