

啤酒酵母的营养和风味价值

何志平, 陈廷登, 唐振兴

(浙江工业大学生物与环境工程学院, 浙江 杭州 310022)

摘要: 啤酒酵母营养丰富, 蛋白质含量达50%, 酵母多糖达25%~30%, 还含有丰富的维生素和矿物质。啤酒酵母不仅具有丰富的营养和提高人体免疫力之功能, 而且还具有增香、增鲜、调味之功效。我国每年有35万吨啤酒酵母泥, 合理利用之既能减少环境污染, 又可产生良好的经济效益。(丹妮)

关键词: 综合利用; 啤酒酵母; 营养; 风味

中图分类号: X797; TS262.5

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2003)02-0070-02

The Nutrition and Flavor Values of Spent Beer Yeast

HE Zhi-ping, CHEN Ting-deng and TANG Zhen-xing

(Biology & Environment Engineering College of Zhejiang Industry University, Hangzhou, Zhejiang 310022, China)

Abstract: Beer yeast is of abundant nutrition with the contents of proteins and yeast amylose as 50% and 25%~30% respectively. Besides, it also contains abundant vitamins and mineral materials. Except its high nutrition, beer yeast has the functions of improving the immunity of human beings and has favorable effects on aroma production, freshness preservation and flavor seasoning. The annual output of beer yeast slurry in China is about 350,000 tons. Appropriate utilization of the beer yeast could not only abate environmental pollution but also produce good economical benefits. (Tran. by YUE Yang)

Key words: comprehensive utilization; beer yeast; nutrition; flavor

近年来, 随着我国啤酒工业的迅速发展, 啤酒产量每年以5%~7%的速度递增, 2001年达到了2300万吨。而每生产100t啤酒就可得到含水分75%~80%的剩余酵母泥1.5t^[1], 据此计算, 仅2001年可得到的剩余酵母泥达35万吨以上。啤酒酵母的营养成分十分丰富, 含有各种氨基酸、维生素、矿物质和食物纤维。对啤酒酵母泥的利用既可以为啤酒厂创造良好的经济效益, 提高入世后的企业竞争力, 同时也有利于社会的环境保护。目前, 国内对啤酒酵母尤其是主发酵后的剩余酵母的利用已达到一定水平, 但与国外相比, 啤酒酵母利用的生产工艺和完全性都有待提高。

啤酒酵母具有丰富的营养, 而我国目前主要是用啤酒酵母生产饲料或复合饲料, 啤酒酵母未曾破壁, 故实际利用率相当有限。本文参考了大量的国内外的文献, 对啤酒酵母的营养和风味化合物的含量及其物理化学属性作了简要的分析, 一方面, 表明了啤酒酵母具有良好的经济利用价值; 另一方面, 也为改进啤酒酵母现有的利用工艺, 开辟新的利用途径提供参考。

1 啤酒酵母的营养

1.1 酵母蛋白

干啤酒酵母中含有的蛋白质高达50%, 含有人体必需的8种氨基酸, 其氨基酸的配比接近于联合国粮农组织(FAO)推荐比例, 尤其是谷类食物中的赖氨酸, 在啤酒酵母中的含量特别丰富。因而, 啤酒酵母蛋白食品可以改善人类的营养均衡。此外, 啤酒酵母蛋白的营养价值也相当高, 蛋白质的营养一般可以采用生物价和可消化率来评价^[2](见表1)。

由表1可以看出, 啤酒酵母蛋白质的营养价值接近动物蛋白, 略高于植物蛋白。由此可见, 开发啤酒酵母蛋白食品有可能成为继

SCP之后的新的食用蛋白领域。据报道, 日本的札幌啤酒公司已利用啤酒酵母蛋白食品与酸奶混合, 制备减肥食品。

表1 干啤酒酵母蛋白与动植物蛋白营养价值比较

蛋白质源	生物价	可消化率 (%)	净蛋白质利用 (%)
动物蛋白	蛋	100	97
	奶	93	97
植物蛋白	燕麦粉	79	60
	碎玉米	72	76
	马铃薯	69	74
干啤酒酵母(1次生长)	70~80	91~92	64~82

1.2 酵母多糖

干啤酒酵母含有25%~30%的酵母多糖, 主要是葡聚糖和甘露聚糖(MOS)。葡聚糖具有抗肿瘤^[3]、促进和激活人体免疫力等作用^[4], 因而被称为“生化反应修饰物”(BRF)。它主要由 β -D-(1,3)糖苷键连接聚合而成, 周期性的分支点主要是 β -(1,6)糖苷键。葡聚糖的分支水平(DB)和化学修饰决定了葡聚糖的分子量(MW)和溶解度, 而后者决定了葡聚糖作为免疫调节剂的活力, 一般葡聚糖最大活性时的分子量为100~200kDa, DB为0.2~0.5^[5]。葡聚糖的分离方法是引起葡聚糖分子量变化的主要因素, 在分离过程中将酵母葡聚糖进行磷酸化修饰, 可以有效降低葡聚糖的分支度, 获得分子量为 3.5×10^4 , DB为0.2的葡聚糖磷酸盐^[6], 它具有很强的免疫调节活性。另外, 葡聚糖是低热量食品, 不易消化, 因而可以减少血糖含量, 预防糖尿病。甘露聚糖可以防止病菌在肠道里繁殖, 减少肠道疾病, 也可以作为免疫刺激因子, 提高人体免疫力。

啤酒酵母多糖的研究国内已有报道。赵光远等^[7]用蛋白酶对

收稿日期: 2003-01-14

作者简介: 何志平(1977-), 男, 浙江临安人, 硕士研究生。

啤酒酵母细胞壁进行处理,后用NaOH提取,得到的产品主要为 β -(1,3)-D-葡聚糖,李卫旗等^[8]比较了Sevage法、酸法和碱法3条提取葡聚糖的途径,认为碱法提取效果最佳;另外,李凡等^[9]也对啤酒酵母多糖的抗病毒作用作了研究。虽然如此,但国内啤酒酵母多糖还未真正投入生产。

1.3 维生素和矿物质

啤酒酵母中维生素含量相当丰富,尤其是B族维生素^[10](见表2)。并且啤酒酵母中的B族维生素,一般都以磷酸酯类形式存在,故很易被人体吸收。啤酒酵母中还含有谷类食品中缺乏的麦甾醇,它是维生素D的前体,因此,啤酒酵母经紫外线照射以后,可以制成强化补钙片。

种类	含量	种类	含量
硫氨酸(VB ₁)	50~360	吡哆醇(VB ₆)	25~100
核黄素(VB ₂)	36~42	生物素(VB ₇ H)	0.8~1.1
泛酸(VB ₃)	40~200	环己六醇(VB ₈)	2700~5000
胆碱(VB ₄)	4850	叶酸(VB ₉ -11BcM)	19~30
烟酰胺(VB ₅)	25~100	钴氨酸(VB ₁₂)	9~102

啤酒酵母中矿物质的含量也相当丰富^[11](见表3),并且还可以富集,如在啤酒发酵中,添加一定量的铁盐、锌盐,可以促进啤酒酵母生长,而对啤酒酵母的各种理化指标没有影响,啤酒酵母的铁、锌含量却大大提高^[12]。另外硒在啤酒酵母中的含量也很高,它可以预防克山病、大骨节病等,国外还有报道将硒作为抗衰老药物用在抗衰老食品中。因此,啤酒酵母在缺硒地区的应用值得研究。

矿物质	磷	钾	钙	镁	铁
含量	1290	2000	80	20	21

2 啤酒酵母的风味功能

用啤酒酵母生产的调味品具有增鲜、增香、增加食品醇厚味等功能,调味效果卓越。啤酒酵母调味品具有调味功能的原因是因为其可以产生大量的风味化合物,而且呈味核苷酸和谷氨酸的含量较高。国内,酵母提取物调味品主要是用面包酵母生产,生产成本高;国外则主要使用废啤酒酵母,生产的调味品再复水,复水以后的澄清度及风味比国内的酵母提取物质量要高。因此利用废啤酒酵母生产酵母提取物是国内啤酒企业提高企业效益的新途径。啤酒酵母的风味促进物主要有下面几种。

2.1 RNA

干啤酒酵母中有6%~8%的RNA,它在5'-磷酸二酯酶(PDE)的作用下,可以降解成5'-AMP、5'-GMP、5'-CMP、5'-UMP,而5'-AMP还可以在AMP脱氨酶(Adenylic Deaminase)作用下转化成5'-IMP。5'-GMP和5'-IMP是大家所熟知的风味促进化合物,其调味机理的研究已达到分子结构的水平。5'-CMP、5'-UMP、5'-AMP没有调味功能。5'-GMP和5'-IMP的量是调味品质量高低的重要指标。PDE的酶活大小是影响啤酒酵母制品中5'-GMP和5'-IMP含量的重要因素,它一般来自于霉菌(如*Penicillium citrinum*)和放线菌(如*Streptomyces aureus*),但用霉菌制备的PDE酶液存在着毒性的争议,也有人用新鲜的麦根来制备PDE酶液,效果良好。PDE的用量决定了酶解反应速度,由它水解(自溶或水解)以后固体物质的含量来决定^[13]。酶解反应作用条件受所采用的酶液种类影响,如桔青霉酶液的作用条件为:pH为5.5,温度为60℃,时间为3h。在PDE作用之后,加入脱氨酶,使5'-AMP转化成5'-IMP,脱氨酶也可

由霉菌(如米曲霉*Asperillus oryzae*)制备。啤酒酵母RNA经过酶降解以后,5'-IMP和5'-GMP的含量可以达到1.5%~6%^[14]。

2.2 氨基酸

干啤酒酵母中有50%左右的蛋白质,其水解产物氨基酸具有增香调味功能。机理如下:氨基酸尤其是含硫氨基酸在还原糖(如葡萄糖、蔗糖)作用下,发生了复杂的Maillard反应,合成了一系列风味化合物(如吡嗪、吡咯等)。这些风味化合物的成分和数量随反应条件的变化而变化,从而产生鸡香、肉香、面包香、巧克力香等不同风格香型的香精基,增加食品的香味。在啤酒酵母的水解产物中还含有一定量的谷氨酸(酸水解破壁法可以得到大量的游离谷氨酸),谷氨酸具有很好的调味功能,加入一定量的谷氨酰胺酶可以防止谷氨酸盐转化成为无风味功能的焦谷氨酸^[15]。

3 啤酒酵母的利用

啤酒酵母中有如此众多的有用物质,不同的目的物,由于其在啤酒酵母中的含量及其本身生化属性的不同,往往采用不同的提取方法,因而有不同的生产工艺(见表4)。

表4 啤酒酵母各种利用形式一览表

	产品	有效成分	主要工艺
饲料工业	酵母干粉饲料	酵母菌体	干燥等
	配合饲料	酵母蛋白,麦根,玉米	干燥并添加其他成分
食品工业	调味品(酱油)	GMP, IMP, 氨基酸, 维生素等	水解,脱苦等
	食用蛋白	酵母蛋白	干燥等
	食品添加剂	GMP, IMP	破壁,核酸降解(酶解)
医药行业	药用酵母(食母生)	酵母菌体	干燥等
	核酸类药物	核酸,核苷酸,核苷	破壁,核酸降解(酶解)
	葡聚糖和甘露聚糖类	葡聚糖和甘露聚糖	破壁,多糖提取(碱法)
	FDP	FDP	酵母酶系生物转化
	SOD	SOD	异丙醇沉淀等

虽然用啤酒酵母制得的产品形式多样,每一种产品都有其独特的生产工艺,但作为啤酒酵母制品,一般都要破除啤酒酵母坚韧的细胞壁,破除的方法和程度将直接决定啤酒酵母制品的质量。不同的破壁方法有不同的要求和特色(见表5),因而在选择时要参考各自的具体情况,因地制宜,从而获得最好的经济效益。

表5 不同的啤酒酵母破壁方法的比较

方法	自溶	水解
	(质壁分离)	(酸水解或酶水解)
水解程度	水解不完全,大量细胞壁残渣下游处理难度较大	水解很完全,下游操作比较容易进行
产物质量	含盐量低(核苷酸量低),不易保藏	维生素损失少,但含盐量高,形成少量致癌物氯噻
设备投资	破壁条件温和,破壁设备投资小	破壁条件较剧烈,破壁设备投资大
产物得率	低	高

(下转第73页)

大最小峰高参数,屏蔽掉这些峰。

5.6 如果基线位置不理想,适当修改“基线检测门限”参数值,在此一般设定为“1”。

6 校正曲线

6.1 单击“校正参数计算”按钮,打开校正系数计算向导,单击“下一步”。

6.2 在第二个页面中填入不同浓度标样的个数,如果只配制了一个标样,应输入“1”,重复次数,输入“2”,标样中组分个数输入“13”(实例标样中的组分数)校正方法选择“外标法”,校正曲线类型选择“线性回归”,使用数据选择“峰面积”,然后单击“下一步”。

6.3 在第三个页面中输入标准样品溶液的浓度,每一行代表一个组分,如:根据需要可在组分表中输入组分名,如乙醛、甲醇、正丙醇、乙酸乙酯、仲丁醇……以及保留时间,时间窗,组分含量……同时要设定“参比峰”为相应的(内标峰)号,如图1中应在每一组分所在行中的“参比峰”一栏中设定为“13”填好后单击“下一步”。

6.4 在第四个页面中输入谱图文件名,在每一个格子中单击右边的位置,会出现一个小图标,单击这个图标会打开读文件对话框,可在其中选定所需的文件。

6.5 最后单击“完成”按钮,EASY2000会自动计算并绘制出校正曲线,每个组分有各自的一条校正曲线。

6.6 单击“保存”按钮,校正曲线的数据将保存到色谱峰表中。

7 样品测定

7.1 样品的制备。

7.1.1 蒸馏酒试样:分别吸取酒样4.9 ml和2% (w/v)内标0.1 ml,混合均匀。

7.1.2 果露酒、发酵酒试样:应先将酒样进行蒸馏,方法:用100 ml容量瓶量取20℃酒样100 ml,注入500 ml蒸馏器中,用50 ml蒸馏水分3次涮洗100 ml容量瓶,将洗液注入500 ml蒸馏烧瓶中,摇匀,装配好蒸馏装置,进行蒸馏,用该容量瓶收集馏分约95 ml,停止蒸馏,用蒸馏水在20℃下,定容至100 ml,摇匀,备用。分别吸取蒸馏试样4.9 ml和2% (w/v)内标0.1 ml,混合均匀。也可以直接进样,但须对样品作进一步处理后,方可进样^[2]。

7.2 将待测样品注入色谱仪中,同时用EASY2000采集色谱图。

(上接第71页)

4 结语

在发达国家,由于受环境排放的限制,啤酒酵母的利用起步早,且利用形式丰富多样,既降低了环境污染,又产生了良好的经济效益。在国内,虽然啤酒酵母含有大量有用化合物,但大部分化合物没有得到很好的利用,啤酒酵母的有效利用率还很低。伴随着啤酒工业的迅速发展,环境治理的日益严格,废啤酒酵母的利用将日益规范,我国啤酒酵母的利用途径必将更加丰富,工艺更加合理,为实现国家经贸委提出的啤酒工业清洁化生产创造良好的条件。

参考文献:

- [1] 管敦仪.啤酒工业手册[M].北京:中国轻工业出版社,1998.
- [2] 常雅宁,俞建瑛,袁勤生.啤酒酵母的综合利用[J].微生物学杂志,2001,(2):30-32.
- [3] Okawa Y et al[J]. Carbohydr Res. 1982,(108):328.
- [4] W.Kulicke a.i.Lettau H.Thielking[J]. Carbohydr.Res.1997,(297):135-143.
- [5] J.a.bohn j.BeMiller[J].Carbohydr.Polymer. 1995,(28):3-14.
- [6] Young-Teck Kim a, Eun-Hee Kim b, Chaejoon Cheong b, et.al. Structural characterization of b-D-(1³,1⁶)-linked glucans using

7.3 采样完成并保存后,EASY2000会自动启动谱图积分,标出测出的色谱峰,根据校正曲线计算每个组分的含量,并形成一份分析结果报告。

7.4 单击“打印”按钮,打印机可将报告打印到纸上。

8 色谱图(见图1)

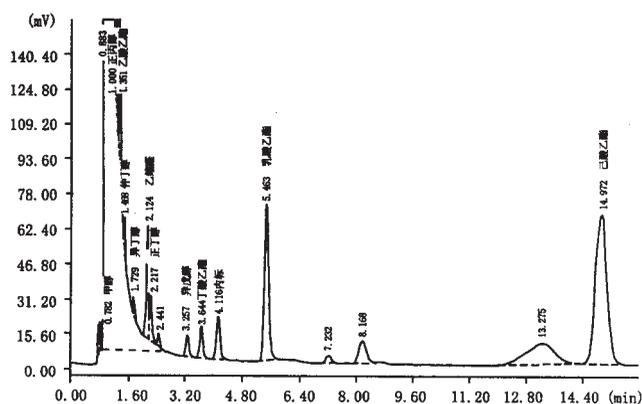


图1 某酒厂原酒色谱图

9 注意事项

9.1 EASY2000最好安装在C:/盘上,否则,有时会出现死机现象。

9.2 建立的检测文件仅适用于色谱、室内环境相对稳定或相近的条件下,若在色谱条件出现变化或在不同的季节内,应适当调节相应的检测数据或重新建立新的文件。

9.3 酒类的检测,应用的是内标法,其校正系数应只有K₁一种,而在EASY2000色谱处理系统中有K₀,K₁,K₂3种校正系数,因此,在获取各个组分的校正曲线时有时会出现K₀或K₂的校正因子,此时,说明组分的含量值有出入,应重新准确配制标样。

参考文献:

- [1] 贡献,陈周平.气相色谱与白酒分析[M].成都:四川科学技术出版社,1989.
- [2] 王俊玉.葡萄酒的气相色谱分析.中国色谱网.2001-07-01
- [3] NMR spectroscopy[J]. Carbohydrate Research, 2000,(328):331-341.
- [7] 赵光远,殷蔚申,吴小荣.用废啤酒酵母制备碱不溶性葡聚糖的研究[J].微生物学通报,1997,(3):148-152.
- [8] 李卫旗,皇甫宏,吴雪昌.啤酒酵母中β-(1-3)葡聚糖的提取及性能分析[J].浙江大学学报,1999,(2):75-79.
- [9] 李凡,石艳春,等.啤酒酵母多糖抗病作用研究[J].中国中药杂志,1998,(3):171-173.
- [10] 许剑秋.利用啤酒酵母泥生产酵母浸膏[J].武汉食品工业学院学报,1998,(2):52-53.
- [11] 黄江,刘月芝.利用废啤酒酵母生产营养酱油[J].辽宁食品与发酵,1999,(1):52-54.
- [12] 张培茵,姜淑梅,等.铁、锌对啤酒酵母生物特性的影响[J].食品工业科技,1996,(1):12-15.
- [13] Hee Jeong Chae, Hyun Joo, Man-jin in. utilization of brewer's yeast cells for the production of food-grade yeast extract[J]. Bioresource Technology, 2001,(76):253-258.
- [14] Tialk Nagodawithana. Yeast-derived Flavors and Flavor Enhancers and Their Probable Mode of Action[J]. Food Technology, 1992,(9):139-142.
- [15] K.ohshita y.nakajima j.yamakoshi.et al.safety evaluation of yeast glutaminase[J]. Food and Chemical Toxicology, 2000,(38):