

# 微生物发酵法综合利用啤酒生产废弃物研究新成果

邹亮<sup>1</sup> 赵月<sup>2</sup> 陈霞<sup>3</sup> 邱然<sup>3</sup>

(1 大连太平洋海龙科技有限公司, 辽宁 大连 116045; 2 辽宁成大生物股份有限公司, 辽宁 沈阳 110026;

3 中粮麦芽(大连)有限公司, 辽宁 大连 116200)

**摘要:** 采用一种或多种微生物发酵, 将啤酒废弃物转化成高附加值的新型产品, 用于生产营养饲料、调味品、酶制剂、新型食品和燃料等, 具有环保、节能、安全、投入少、效益高等特点, 有非常广阔的应用前景。

**关键词:** 综合利用; 啤酒废弃物; 微生物; 发酵

中图分类号: Q93-3; TS262.5; X797

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2011)06-0091-04

## New Achievements in Comprehensive Utilization of Beer Waste by Microbial Fermentation

ZOU Liang<sup>1</sup>, ZHAO Yue<sup>2</sup>, CHEN Xia<sup>3</sup> and QIU Ran<sup>3</sup>

(1. Dalian Pacific Hailong Technology Co. Ltd., Dalian, Liaoning 116045; 2. Liaoning Chengda Biotechnology Co. Ltd.,

Shenyang, Liaoning 110026; 3. COFCO Malt (Dalian) Co. Ltd., Dalian, Liaoning 116200, China)

**Abstract:** Beer waste could be used to produce high value-added new-type products by microbial fermentation such as nutritional feedstuffs, spice, zymin, new-type food, and fuel etc., which have the advantages including environmental protection, energy saving, low investment and high economic profits etc. and have broad application prospects.

**Key words:** comprehensive utilization; beer waste; microbe; fermentation

啤酒的酿造以谷物为主要生产原料, 在经历一系列发酵过程后产生了啤酒废弃物<sup>[1]</sup>, 啤酒废弃物中含有丰富的蛋白质、纤维素和淀粉等营养物质。我国啤酒的产销量已经连续数年位居世界第一, 啤酒废弃物大约占啤酒总生产量的四分之一, 随着啤酒行业的迅猛发展, 啤酒废弃物也将逐年增加, 这些废弃物不加以合理利用, 必将对环境和工业发展产生严重的后果。

啤酒废弃物是由麦芽和不发芽的谷物原料由于在糖化中溶解不完全或不溶解而形成的, 主要是麦芽的皮壳、叶芽、不溶性蛋白质、半纤维素、脂肪、极少量的灰分未被分解淀粉和可溶性浸出物等组成, 其中含有大量的营养物质及风味物质。干的啤酒废料中含有蛋白质质量分数可达 25% 左右, 脂肪 8.2%, 无氮浸出物 40%~50%, 纤维素约为 16%, 矿物质 5% 左右<sup>[2]</sup>。

近几年, 国内啤酒行业企业与研究所、高校联合针对啤酒生产的废弃物进行了大量研究, 力求找出其更多的应用领域和途径, 使得啤酒废弃物的综合利用得到了相应的重视, 这不仅能开发潜在的高附加值产品的生产, 而且能够减轻对环境的污染, 提高经济效益。

### 1 营养食品

采用传统酵母发酵法对新鲜的啤酒废弃物进行发酵, 制成高膳食纤维的新型营养食品。这种食品在治疗便秘, 降低胆固醇, 防治动脉硬化、结肠炎、肥胖症等方面均有不错的效果。啤酒废弃物经过脱水干燥后, 可制成蛋白质和纤维含量很高的麦糟粉, 可代替麦麸制作面包和饼干。方法是在 100~114℃ 条件下干燥 10 min 后, 揉成面团, 经过酵母发酵后成型烘焙, 可制成香味独特的麦糟焙烤食品。

废弃物加酵母和胶凝剂、小麦粉、奶粉按一定比例混和, 还可制备保健食品、食品添加剂和药剂。有报道, 用 65 g 卵磷脂、91 g 明胶、250 g 脱脂牛奶粉、1480 g 蕃茄与小麦粉混合物加入 65 L 湿麦糟与酵母混合物, 经加热、搅拌, 趁热灌装, 冷却成凝胶状食品。另外, 还可添加不同的香料等, 以制备不同风味的食品添加剂来迎合不同人的口味和需要<sup>[2]</sup>。

### 2 新型饮料

#### 2.1 营养饮料

收稿日期: 2011-03-07

作者简介: 邹亮(1981-), 男, 辽宁省海城市人, 学士, 助理工程师。

通讯作者: 邱然(1981-), 男, 满族, 辽宁宽甸人, 在读博士。

用啤酒废酵母为原料生产营养饮料,风味独特,是一种新型的优良保健饮品。工艺流程为:啤酒废酵母→过筛→洗涤离心分离→脱臭、脱苦→离心分离→酵母泥→调配酵母悬浮液→添加自溶促进剂及辅助酶制剂→在一定温度、pH值下自溶→加热灭酶→离心分离→上清液→勾兑饮料(白砂糖添加4%,柠檬酸添加0.3%)。自溶最佳条件为:pH值6.0左右,温度55℃,氯化钠添加量4%,蛋白酶添加量0.02%,自溶时间48h,勾兑饮料时,最佳添加量为酵母15%,白砂糖40%,柠檬酸0.3%,此条件下获得的成品为淡黄色,均一、透明,甜酸适宜,口感较好,有香鲜味。氨基氮含量为0.53 g/100 mL,糖度为4%,可溶性固形物含量为5.89 g/100 g。

## 2.2 乳酸饮料

以啤酒废弃物为主要原料,添加适当辅料,接入多菌种进行混合发酵,充分利用微生物体内的多种酶将原料中的纤维素、蛋白质及其他物质降解或转化成能使微生物生长的糖类物质;并将原料中蛋白质降解成可溶性游离的复合氨基酸和短肽<sup>[5]</sup>,其总量为3459 mg/100 mL,包含了17种氨基酸(其中色氨酸水解处理时被破坏),其中人体必需的8种氨基酸占总氨基酸的42%。

肖连东等<sup>[6]</sup>通过酶解法提取啤酒糟中的蛋白质,确定了最佳工艺条件为:水解蛋白酶的添加量2 mL/100 g干啤酒糟,反应温度60℃、pH8.0,反应时间5 h,固液比为1:12,在此条件下水解蛋白提取率为63.6%。采用高效液相法对酶解液中的18种氨基酸含量进行了分析,18种游离氨基酸含量占总蛋白含量的24%。8种游离状态的必需氨基酸占游离氨基酸的39%。对其功能特性研究表明:该蛋白具有很高的溶解性和乳化能力,且优于国产分离蛋白,在食品工业中有很高的应用价值。

吴会丽等<sup>[7]</sup>研究了采用酶解法提取啤酒糟中蛋白质的工艺条件,通过正交试验得到提取的最佳工艺条件为:水解蛋白酶的添加量为2 mL/100 g干啤酒糟,反应温度60℃,pH8.0,反应时间5 h,固液比1:12。在此条件下,水解蛋白提取率为63.6%。

何劫<sup>[8]</sup>采用二次固态发酵工艺,混合发酵啤酒糟和玉米芯。菌种Y-1先对半固体的鲜啤酒糟进行深层发酵,然后用菌种发酵后的啤酒糟65%、玉米芯30%,麸皮5%组成发酵底物,在28~30℃条件下进行6~8 d固态发酵。结果显示,发酵物内粗蛋白由21.27%提高到31.9%;纯蛋白由16.87%提高到24.81%;饲料中第一限制性氨基酸——赖氨酸由0.37%提高到0.73%;粗纤维含量由22.16%降低至16.03%。

李睿等<sup>[9]</sup>以啤酒糟为原料,采用2种霉菌进行液态混合发酵制备复合氨基酸,发酵液中游离氨基酸含量为

2688.5 mg/100 mL,占水解氨基酸的77.7%,氨基酸组成合理。

李娜等<sup>[10]</sup>通过醇、碱法进行蛋白质提取的研究,对影响蛋白质提取的因素如醇碱比的选择、提取温度、提取时间及提取料液比等条件进行了正交试验。确定了获得最大提取量的条件,即以醇碱的比为1:2作为提取剂,提取温度30℃,提取时间为70 min,提取料液比为1:30。

## 3 生产纤维素酶

啤酒废弃物主要成分包括大量的麦皮和未被糖化的麦芽,是诱导生产纤维素菌种生产纤维素酶的优良基质。纤维素酶已被广泛用于食品、发酵、造纸、废水处理等领域,是生产燃料乙醇解决能源危机的重要途径之一,具有广阔的应用前景。现阶段,用于生产纤维素酶的菌种主要有木霉属和曲霉属,其中木霉属生产中易产生毒素,限制了在食品行业的应用;黑曲霉是公认的安全菌种,在国外已实现了黑曲霉的工业化生产<sup>[11]</sup>。

以啤酒废弃物为主要原料,通过适当添加辅料,采用固态发酵法生产纤维素酶制剂,不仅能使纤维素酶活力达到12483 U/g,而且蛋白质干物质含量达到41.8%<sup>[12]</sup>。可进一步降低啤酒废弃物生产纤维素酶的成本,提高生成率。

李晓兰等研究表明,用啤酒废弃物作为培养基的主要原料,采用黑曲霉<sup>[11]</sup>(*Aspergillus nigersp*)固态发酵生产纤维素酶。适宜的培养基组分为:500 mL三角瓶中装入啤酒糟和棉粕20 g,配料比8:2,料水比1:15,于30℃发酵66 h,滤纸酶活和羧甲基纤维素酶活分别达到(759.9±51.7)U/g和(14187.8±579.1)U/g干物质,而在含氮量相等的条件下,试验所用的几种无机氮对酶活的影响不显著;KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>和CaCl<sub>2</sub>在所研究的添加范围内对产酶影响也不显著<sup>[13]</sup>。

## 4 调味品

啤酒废弃物含有蛋白质、脂肪、淀粉、粗纤维等微生物生长所必需的成分,所以可用于调味品的生产,目前研究最多的是酿制酱油和产醋。根据酵母细胞的自溶特性,利用啤酒酵母细胞内的降解酶,添加部分酶制剂,在一定的温度和pH条件下,可将酵母细胞内富含的蛋白质、碳水化合物、核酸等大分子营养物质分解成易于被人体吸收的小分子营养物质并扩散到酵母细胞外的溶液,然后经过盐析、过滤、煮沸等工艺,辅以适当的调配,即可生产出色、香、味、营养俱佳的优质酱油。

### 4.1 酱油

近年来,啤酒废弃物作为新的蛋白质来源作为酱油生产的原料备受关注,这为很多酱油企业降低成本具有

十分重要的意义,既可解决啤酒厂的污染问题,同时又节约了能源,降低了酱油生产成本。酵母蛋白质降解后,可产生人体必需的 8 种氨基酸,不但含量丰富,而且氨基酸组成合理,可作为酱油生产的主要原料<sup>[14]</sup>,从营养角度上讲,是普通酱油所不及的,很多厂家已经投入生产。

刘军<sup>[15]</sup>报道了鲜啤酒糟作为辅料用于酱油制曲,不仅可以降低原材料成本,而且容易使曲料处于疏松状态,大大提高制曲过程的通风效率,改善发酵过程的传质和传热效果,各试验组孢子发芽率基本相同,辅料取代率为 20%和 40%时,其孢子数成曲和酱油质量与传统配料相当,蛋白质利用率分别为 78.04%和 78.31%。

日本一公司发明了将啤酒糟直接酶水解制作调味品的方法。啤酒糟稀释后,加蛋白酶和纤维素酶在 40℃下保温水解 30 h,有 3/4 的啤酒糟分解为氨基酸,过滤分离,将清液浓缩,再加酒精与糖,变成与料酒味道相同的调味品<sup>[5]</sup>。

## 4.2 醋

目前,还有以啤酒废弃物为原料,采用微生物发酵法生产食醋的研究,如沈秀荣利用啤酒糟生产食醋总酸(以醋酸计)4 g/100 mL;浓度 70 Be,还原糖 >3 g/mL;氨基酸 >0.35 g/100 mL;各项卫生标准均达到 GB2719—81 要求。

王家林<sup>[11]</sup>利用啤酒废弃物为原料,配以一定比例的玉米粉,通过双菌种制曲,一方面使啤酒废弃物中的麦壳替代了部分填充料稻壳,另一方面使啤酒糟中的蛋白质得到利用,提高食醋的质量。该技术既降低酿醋的粮耗,又充分有效地利用了啤酒糟这一资源,减少了环境污染<sup>[16]</sup>。

## 5 营养饲料

啤酒废弃物中含有大量的营养物质,是作为畜牧生产的极好饲料来源,但是其中含有的部分非蛋白氮和无机氮不能被牲畜很好的吸收,而且大量的纤维素也不利于吸收。因此,采用微生物发酵啤酒废弃物生产易消化、好吸收,且营养物质含量高的饲料顺应了饲料行业的需求。利用啤酒废弃物作为菌种发酵的基本原料,生产条件简单易行,并且生产出的饲料营养含量高<sup>[20-22]</sup>,饲喂效果明显。而且啤酒废弃物经过其他工艺生产后的废渣也可经加工制成饲料。

近年来,啤酒废弃物多采取混菌固态发酵的方法生产饲料,利用此方法生产的饲料,不仅含有丰富的有机物,而且可获得大量的菌体蛋白质、酶、有机酸、维生素、氨基酸、生物活性物质及生长调节促进剂等。啤酒废弃物经霉菌、酵母菌等多菌种混合发酵,可转化为营养丰富的

单细胞蛋白饲料。已经选育出用于发酵啤酒废弃物的菌种有酵母菌、放线菌、霉菌、担子真菌等,混菌发酵过程复杂,混菌的数量比例受接种量、发酵时间、发酵温度、辅料添加量以及硫酸铵等因素影响。

郭建华等<sup>[23]</sup>就尝试了以糖糟和啤酒糟为原料,接入酵母菌,在 30℃下固态法发酵 60 h 生产饲料。结果表明,每 1 g 发酵基质中可得酵母 95 亿个。发酵基质粗蛋白从 25%提高到 36%,得到粗蛋白含量很高的优质蛋白饲料。

时建青等<sup>[24]</sup>将啤酒糟和稻草按一定比例袋装发酵贮藏,分别在 30 d、60 d、90 d 和 120 d 开袋取样进行 pH 值、乳酸、NDF 和 ADF 含量分析。结果表明,随发酵时间的延长 pH 值逐渐降低,乳酸逐渐增加,NDF 和 ADF 含量逐渐下降,表明饲料通过发酵处理不但可以较长时间地保存,而且可使纤维成分降解,从而改善其营养价值。

赵启美等<sup>[25]</sup>研究了以啤酒糟为主要原料,经多菌种液固态混合发酵生产蛋白饲料的工艺,结果表明,发酵料蛋白含量从啤酒糟的 25.5%提高到 37.8%,粗纤维由 16.3%下降至 9.4%,且含有多种消化酶。

## 6 其他领域

啤酒废弃物作为一种产量大、营养物质丰富的工业副产物,除上述多个方面对其进行的应用研究外,还有利用微生物发酵制取甘油<sup>[26]</sup>、木聚糖酶<sup>[27]</sup>、 $\gamma$ -氨基丁酸<sup>[28]</sup>、制肥料、制取活性炭以及从焚烧产物中提取有机硅等。

啤酒废弃物中含有大量的淀粉质(多糖化合物),经水解后发酵可生成甘油。丁琳等<sup>[26]</sup>以啤酒糟为原料,经酶法糖化,再经亚硫酸盐诱导进行甘油发酵,通过正交实验确定最佳工艺条件为:亚硫酸钠:酒糟为 1:20(质量比),发酵液 pH 值为 7,发酵温度为 30℃,产品收率可达到 11.9%。

啤酒废弃物中无氮浸出物的主要成分是木聚糖,以其作为主要原料进行发酵生产具有高科技含量、高附加值的饲料添加剂木聚糖酶,是一种较为理想的饲用酶制剂。曾莹等<sup>[27]</sup>试验研究以黑曲霉为菌种,经过固态发酵研究制备木聚糖酶的浸提工艺和盐析工艺,并对提取的木聚糖酶进行部分酶学特性的研究。结果表明,采用 0.2%的 NaCl 为浸提剂,固液比为 1:200(g/mL),浸提时间为 1.5 h,质量分数为 60%。(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 盐析分离时,木聚糖酶相对活力最高,得率为 77.08%,该木聚糖酶反应的最适 pH 为 5.0,最适温度为 50℃。

$\gamma$ -氨基丁酸有降血压、安神、治疗癫痫、强记忆力、调节激素分泌等作用。张徐兰等<sup>[28]</sup>初步研究了 MP1104 在啤酒糟中生产 GABA 的发酵条件并进行了条件参数

优化,得出最佳发酵条件为:装瓶量 35 g,发酵温度为 26 ℃,发酵周期 8.08 d,预测 GABA 在最佳条件下的产量为 0.1743 mg/g 啤酒糟。

## 7 展望

啤酒废弃物作为啤酒工业中的副产物,国内外对啤酒废弃物的深加工研究以开发各种生物活性物质为主要方向,包括:纤维素酶及多种酶制剂、单细胞蛋白质及复合氨基酸、膳食纤维、生物药品等。以啤酒废弃物为主要原料经发酵生产出的产品,投入低,收益大,可明显提高经济和环境效益,优势明显,适合我国国情,具有广阔的应用前景。

## 参考文献:

[1] 赵光远.废啤酒酵母生产乳酸饮料的研究[J].广西轻工业,2002

(5):19-21.

- [2] 李彦.利用啤酒废酵母泥生产营养酸奶[J].包装与食品机械,2004(5):33-35.
- [3] 郭雪霞,张慧媛,来创业,等.啤酒废弃物在食品工业中的应用[J].中国食品,2007(6):127-131.
- [4] 肖连冬,李慧星,臧晋.啤酒糟中蛋白质的酶法提取及功能特性研究[J].中国酿造,2008(19):36-39.
- [5] 郭建华,窦少华,邱然,等.利用糖糟和啤酒糟生产蛋白饲料的研究[J].饲料工业,2005,26(21):48-50.
- [6] 时建青,徐红蕊,曹恒春,等.啤酒糟和稻草混合发酵研究[J].牧草与饲料,2006(2):27.
- [7] 马晓建,陈俊英,张如意,等.酒糟综合利用的发展前景[J].酿酒科技,2006(4):96.
- [8] 张徐兰,郑岩,吴天祥,等.MP1104 固态发酵啤酒糟生产 GABA 的初步优化培养[J].酿酒科技,2008(5):105-107.

## 泸州老窖再获四川红十字会两项殊荣

5月4日,中国红十字会汶川地震三周年系列活动在四川成都拉开帷幕。泸州老窖公司副总经理刘森应邀参加了由四川省人民政府主办的答谢午宴。作为特邀代表,刘森代表企业接受了来自四川省人民政府副省长、四川省红十字会会长陈文华亲自颁发的四川省红十字会“博爱金奖”,同时,泸州老窖还被授予了“中国红十字会汶川地震三周年系列活动特别支持单位”称号。

多年来,泸州老窖一直秉承“天地同酿,人间共生”的经营哲学,热心公益事业,在文化、教育、灾区援建等众多公益活动中倾心倾力,做出了重大贡献。

据了解,在本次中国红十字会汶川地震三周年系列活动中,泸州老窖公司再向红十字会捐款捐物 130 余万元,又一次体现了泸州老窖作为“中华百年老字号”企业的强烈社会责任感和民族责任心。(吕俊岐文 小小荐)

来源 华夏酒报 2011-5-11

## 第二十一届全国图书交易博览会在哈尔滨举办

本刊讯 第二十一届全国图书交易博览会于 2011 年 5 月 27 日至 5 月 30 日在黑龙江省哈尔滨市国际会议中心举办。全国人大副委员长、民进中央主席严隽琪,新闻出版总署署长柳斌杰参加并出席了开幕式。

本届书博会展位数量、参展人数、订货码洋等均创历届书博会最好水平。书博会共设展位 4200 多个,展区总面积近 8 万平方米,展出各类出版物 37 万多种。另外,本届书博会的一大特色是将民营书业直接纳入主会场,此举使民营书业参展展位达到 1400 个,创历届之最。各省、市、区展团展位 1500 余个,专题展区展位近 300 个,零售区展位 900 余个。本届书博会展出各类出版物 30 余万种,其中新书和重点图书占 60%以上。

为体现书博会“读者的节日,群众的盛会”的理念,本届书博会在主会场哈尔滨国际会展中心专门划定一个展馆作为出版物零售区,展销丰富多彩、品种繁多的出版物。展销图书近 20 万个品种,30 余万册。同时,在哈尔滨市内各大图书卖场和 5 个分会场设立书博会零售分销点。

本届书博会还在齐齐哈尔、牡丹江、佳木斯、大庆、鸡西设分会场。

本届书博会组委会还策划了读者大会、中国出版(版权)发展论坛、向农家书屋捐赠图书、文艺晚会等 13 项内容丰富的大型活动。举办了“庆祝中国共产党成立 90 周年”和“纪念辛亥革命 100 周年”精品出版物专题展,实物展出以建党 90 周年和纪念辛亥革命 100 周年为主题的 100 种新版图书及国家版本图书馆收藏的 500 余种有历史价值的相关出版物,同时展出中国版本图书馆馆藏的中国共产党党史、辛亥革命历史老版本宣传画 200 余幅,这些典藏的老版本宣传画给参会的人们带来了别样的怀旧感受。

本届书博会主办方和各参展单位还精心策划组织了包括名人名家签售、新书发布会、名家讲座等 100 余项精彩的文化活动,众多文化界名人、知名作家齐聚哈尔滨,让作家与读者共同畅叙阅读感受,领略阅读带来的快乐。

5月29日,举办了第二十一届全国图书交易博览会会旗交接仪式,下届书博会将在宁夏回族自治区举办。

5月30日本届书博会圆满结束,从书博会组委会了解到,书博会主会场订货码洋达 53.5 亿元,订货数量 3.17 亿册。据统计,主会场参展人数达 15 万人次。(莹子)