

啤酒花的化学研究及其和啤酒酿造的关系

刘玉梅^{1,2}, 汤 坚¹, 刘奎钊²

(1.江南大学食品学院,江苏 无锡 214000 2.新疆大学化学化工学院,新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要: 啤酒花用于啤酒酿造,在增加啤酒苦味的同时可改善啤酒的风味和提高啤酒的泡沫稳定性。随着化学分离和鉴定技术的不断完善,使得可以通过调整使用啤酒花的不同种类和数量来改进啤酒质量。啤酒花中主要化合物对啤酒质量可产生重要的影响,其中,树脂类化合物,主要是 α -酸和 β -酸类,可赋予啤酒独特的苦味特征,精油类成分使啤酒具有明显的香味特征,而啤酒花中的多酚可对啤酒的风味及其风味稳定性产生重要的影响。

关键词: 啤酒花; 化学研究; 啤酒; 啤酒酿造

中图分类号:TS262.5;TS261.4 文献标识码:A 文章编号:1001-9286(2006)02-0071-05

Research on Hops and Its Relations with Beer Brewing

LIU Yu-mei^{1,2}, TANG Jian¹ and LIU Kui-fang²

(1. Food Science & Technology College of Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214000; 2. College of Chemistry and Chemical Engineer of Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046, China)

Abstract: Hops used in beer brewing could add beer bitterness and improve beer taste and beer foam stability. With the perfect of chemical separation and judging techniques, the complexities of hops were revealed, leading to intensive understanding and proper control of hops contribution to beer quality. The effects of the main compounds in hops on beer quality were introduced in this paper. Resinous compounds mainly including alpha-acids and beta-acids gave beer special bitterness, essential oils were responsible for beer aroma, and polyphenols in hops had important effects on beer taste and beer taste stability. (Tran. by YUE Yang)

Key words: hops; chemical research; beer; beer brewing

啤酒花是大麻科荨麻目葎草属多年生草本植物,学名 *Humulus lupulus L.*, 其大部分种植区域集中在南北纬 35-55 度之间,主要产地分布在美国、欧洲、澳大利亚、南美洲和中国等地区。啤酒花是啤酒酿造过程中的基本原料之一,能够赋予啤酒特殊的苦味和独特的风味,并具有一定的防腐性能,被誉为“啤酒的灵魂”^[1]。啤酒花的品种及添加工艺的不同会使啤酒形成不同的苦味和风味特征,也是决定啤酒泡沫稳定性的主要因素。本文主要阐述啤酒花中的主要成分苦味酸、啤酒花油、啤酒花多酚以及啤酒花苦味酸衍生物的形成和作用机理,并综述了啤酒花化学的研究进展以及啤酒花在啤酒酿造中所具有的重要作用。

1 啤酒花在啤酒中的应用历史

啤酒花的种植可追溯到公元前 200 年左右的古巴比伦,但直到公元 1079 年,才有将它应用到啤酒发酵中

的文字记载^[2]。到 12 世纪,人们开始逐渐认识到将啤酒花添加到含酒精饮料中,不仅可以提供给啤酒饮料以芳香气味,而且可以延长其储藏时间。到了 13 世纪,啤酒花像其他一些草本植物(如迷迭香、西洋薯草、胡荽和沼泽长春花等)一样,开始作为草药来使用。1516 年,德国颁布巴伐利亚法,规定只有啤酒花可作为啤酒的苦味物质添加剂。但在很长一段时期,由于英国人只热衷于甜味和烈性的 Ales 啤酒,因此,啤酒花在英国曾被谴责为“令人厌恶的和邪恶的杂草”^[3]。然而,添加了啤酒花的啤酒所具有的美妙口感,最终还是征服了英国人,而在英国开始流行。1524 年,英国第一次开始种植啤酒花,大约在一个世纪以后,第一个啤酒花的种植园在北美大陆也诞生了^[4]。尽管在近千年的时间内,对啤酒花品种的改良和筛选工作从未间断,但应该说,直到上个世纪初的 1904 年,随着英国 Wye 大学启动了“关于啤酒花品种的研究项目”起,才被认为是真正对啤酒花品种的鉴定和

收稿日期:2005-09-26

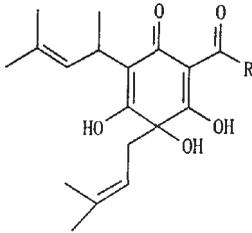
作者简介:刘玉梅(1965-),女,高级工程师,博士在读,主要从事天然植物资源及食品科学方向的研究。

新品种的培育所展开的系统科学的研究工作。同年 α -酸中葎草酮首次以结晶的固体形式被分离出来^[9]。在此后的 60 年里,随着对啤酒花化学方面研究工作的不断深入,人们对啤酒花化学性质的认识和啤酒花苦味酸异构化途径的了解得到进一步的加深,这些都对啤酒花品种的培育、种植以及啤酒的酿造带来了诸多益处。

在最近的 40 年里,啤酒花制品的生产无论从品种上还是从质量上都得到了快速的发展,这给啤酒的酿造提供了比使用整枚啤酒花更加经济、更加具有可操作性的手段。通过调整啤酒中啤酒花(或啤酒花制品)的添加量、添加工艺以及添加种类,可以更加有效地控制啤酒的香味、苦味、泡沫、抗光性等品质,改善和稳定啤酒的风味,这为酿造出更加优质的啤酒创造了条件。

2 啤酒花中的苦味物质及其对啤酒品质的影响

苦味物质是啤酒花中的重要成分,也是目前啤酒花化学性质研究的重点。啤酒花中苦味物质的含量一般为 10%~25%,主要存在于啤酒花的蛇麻腺中,由 α -酸、 β -酸和其他一些树脂类成分组成。啤酒花中的 α -酸主要是由 5 种同系物组成,其差异表现在侧链 R 上^[9],见图 1。



- 葎草酮: $R = -CH_2CH(CH_3)_2$ (异丁基)
 合葎草酮: $R = -CH(CH_3)_2$ (异丙基)
 加葎草酮: $R = -CH_2(CH_3)CH_2CH_3$ (2-甲基-丁基)
 后葎草酮: $R = -CH_2CH_3$ (乙基)
 前葎草酮: $R = -CH_2CH_2CH(CH_3)_2$ (异戊基)

图 1 啤酒花中的 α -酸

葎草酮是可结晶的,熔点为 65 °C, $PK = 5.5$,加葎草酮的 $PK = 4.7$,合葎草酮的 $PK = 5.7$,这 3 种成分占啤酒花中 α -酸总含量的 95% 以上^[7]。但这些成分溶解度比较差,苦味也不明显。而当它们在酿造过程中发生异构化以后,就可能生成 6 种异构体,也就是说,它们都存在顺式和反式两种结构^[9],并且彼此的苦味和溶解度也不同。表 1 给出了 α -酸的 6 种异构体占啤酒中总 α -酸的比例和苦味等级。

从表 1 可知,如果以顺式异葎草酮作为标准苦味,具有最苦的苦味度,顺式异合葎草酮和反式异葎草酮的苦味相当,反式异合葎草酮的苦味最弱,另外,顺式异构体的苦味度大于反式异构体的苦味度。

表 1 α -酸的 6 种异构体在啤酒中占总 α -酸的比例及其苦味等级

化合物名称	占总 α -酸的比例 (%)	苦味值范围 (1 最强)
反式异合葎草酮	7	4
顺式异合葎草酮	30	2
反式异葎草酮	10	2
顺式异葎草酮	40	1
反式异加葎草酮	3	
顺式异加葎草酮	10	

为了获得柔和与适口的苦味,选择不同品种的啤酒花是很重要的,其中关键是葎草酮与合葎草酮的含量及比例。不同的啤酒花品种的总 α -酸的含量可能相同,但其中的葎草酮、合葎草酮和加葎草酮的含量及比例却不完全相同。表 2 为几个啤酒花品种中的 α -酸含量和其中葎草酮、合葎草酮、加葎草酮的比例。

表 2 不同品种的啤酒花中葎草酮、合葎草酮和加葎草酮含量及比例 (%)

啤酒花品种	总 α -酸含量	合葎草酮所占比例	葎草酮所占比例	加葎草酮所占比例
Galena	12.0~14.0	36	51	13
Nugget	12.0~14.0	22	64	14
Wye Target	9.5~12.5	34	51	15

从表 2 中的数据可知,Nugget 酒花品种的葎草酮含量最高,Galena 的合葎草酮含量及比例高于 Wye Target 酒花品种,这就意味着使用常规的麦汁煮沸工艺方法所获得的苦味度,Nugget 优于 Galena, Galena 则优于 Wye Target 品种。加葎草酮由于在总 α -酸中的含量及比例最低,其含量一般占总 α -酸量的 10%~15%,并且对其产生的苦味等级尚不十分清楚,因此,通常不作为重点考虑的内容。

啤酒花的 α -酸在异构化条件下不相同,所产生的顺式与反式异构体之间的比值也是不同的。比值越高,顺式异构体的数量也就越多。由于顺式异构体的苦味等级比反式要高一些,所以产物的苦味相对就强烈一些^[9-12]。表 3 为不同异构化条件下 α -酸的顺式与反式异构体的比值。

表 3 不同异构化条件下 α -酸的顺式与反式异构体的比例

异构化方式	麦汁煮沸	碱水溶液	加氧化镁	光照
α -酸的顺反式异构体的比值	2.1	1.2	4.0	0

从表 3 中的数据可知,在麦汁煮沸或加氧化镁的条件下,顺式异构体有比较高的比例,但在碱性环境下,反式异构体的比例明显增加,不仅会使苦味度降低,而且口感也比较粗糙。这表明,麦汁煮沸时 pH 的高低对啤

酒的苦味度和柔和感产生一定的影响。

不同的啤酒花品种具有不同的苦味度,即使同一个品种的啤酒花,如果使用不同的异构化方式也会得到不同的苦味度^[13]。例如,添加使用氧化镁异构化的 Nugget 啤酒花浸膏的啤酒,比添加使用常规煮沸工艺异构化的 Galena 啤酒花浸膏的啤酒要苦得多。这充分表明,有相同 α -酸含量的不同品种的啤酒花浸膏,获得苦味度却不尽相同。同样,有相同 α -酸含量的同一种啤酒花浸膏品种,在不同的使用条件下的苦味度也不一定相同。这是因为不同的啤酒花品种,葎草酮、合葎草酮和加葎草酮的含量及比例是不同的。相对来说,葎草酮的含量及比例越高,苦味度越大。而不同的啤酒花异构化方式,葎草酮、合葎草酮和加葎草酮 3 种组成异构化以后,顺式与反式异构体的比例值也是不一致的。pH、金属离子、煮沸强度和煮沸时间等很多因素都会影响到异构化的结果,因而也就会获得不同的苦味度。

因此,在啤酒酿造过程中,为了形成并保持比较均一的苦味度,应当尽量使用品种相同的啤酒花,避免混合使用不同品种的啤酒花(包括混合使用啤酒花颗粒和不明啤酒花品种制备的啤酒花浸膏);应选择葎草酮含量及比例高的啤酒花品种和贮藏指数比较低的新鲜啤酒花,并控制好它的贮存条件。另外,应严格控制其生产工艺,尽可能保持基本一致的啤酒花异构化方式,在酿造后期通过使用异构化啤酒花浸膏或其他啤酒花制品,进行啤酒的苦味度的修饰和调整。

在常规的啤酒花添加方式中,啤酒中虽能形成异 α -酸,并获得相应的苦味,但也存在一些问题,如啤酒花利用率低(通常只有 40%左右)、煮沸时间长(如要达到 100%的异构化,约需要 60 min)等。特别是由于异 α -酸的光稳定性差,在常规的煮沸条件下,它所包含的 6 种异构体的组成比例往往差异很大,并且这 6 种异构体之间又存在着互变异构作用,当啤酒包装在无色或绿色玻璃瓶中时,就很容易受光照的影响发生裂解变异,变异产物与硫化氢反应生成硫醇,这就是所谓的“日光臭”现象^[14]。

随着对啤酒花化学性质研究的进一步深入,近代啤酒工业越来越倾向于使用苦味度稳定、溶解度好、光化学稳定性的“啤酒花制品”^[15],这些产品包括啤酒花浸膏、异构化啤酒花浸膏、还原型异构化啤酒花浸膏等,特别是还原型异构化啤酒花浸膏已得到了广泛使用。目前比较常见的还原型异构化啤酒花浸膏有二氢异 α -酸(DHIAA)、四氢异 α -酸(THIAA)和六氢异 α -酸(HHIAA)等。这些产品中二氢异 α -酸的溶解度最好,但其苦味只有异 α -酸的 0.7 倍,具有苦味平和、稳定的特

点,但其光稳定性稍差。四氢异 α -酸的溶解度略差,但其苦味是异 α -酸的 1.6 倍。它不但有强烈的苦味,而且略有涩味。由于其苦味持久,有时会引起后苦味,它的光稳定性极好,还有助于啤酒泡沫的稳定性。六氢异 α -酸与上述的两种啤酒花浸膏相比,它的溶解度最差、光稳定性最好,它也有助于泡沫稳定,其苦味比较柔和、稳定,缺点是价格相对比较贵。

啤酒花苦味物质中的另一个主要成分是 β -酸,它也是由 5 种同系物所组成的。与 α -酸不同的是,由于它难溶于啤酒,因而 β -酸本身不产生苦味。但在啤酒花的贮存和啤酒的加工过程中,它会发生氧化而产生一系列的氧化产物,这些氧化产物具有一定的苦味,对啤酒的风味起到了补充和修饰作用^[16]。

3 啤酒花精油的成分和作用

啤酒花油的化学成分及其组成与啤酒花的品种有很大的关系,截止目前,已经通过毛细管气相色谱法从啤酒花油中分离得到了 400 多种成分^[17]。不同的啤酒花品种,这些成分的数量和组成比例均有差异,因此它赋予啤酒的风味特性也不同。啤酒花油中的成分可以分为 3 组,即碳氢化合物、含氧化合物和含硫化合物。其中,碳氢化合物的含量最高,最多时可占总量的 75%以上;而含氧化合物是啤酒花油中最重要的组成部分,包括萜烯醇、环氧化物、酮和酯等,这些组分有时可占含量的 25%以上;另外,在啤酒花中还含有少量糖苷类成分和含硫化合物,这些成分溶解度好但挥发性较差,它能赋予啤酒明显的以“混合啤酒花香气”为特征的酒花香味。啤酒酿造中的常规做法是按照不同的香型和啤酒花油的组成选择香花品种,如萨茨、霍斯布鲁克、卡斯卡特等,在煮沸结束前将香型啤酒花添加到煮沸锅内,以获得一定的香气,这种选择是按照不同地区的消费习惯和酿造啤酒品种所需要的风味特征为基础进行的。

直到现在,我国的很多啤酒厂对啤酒的啤酒花香气重视不够,即便是使用,大多也是用在一些高档啤酒中。由于香型啤酒花的价格较高,而啤酒的市场销价偏低等原因,造成的啤酒花香气成为了一种“奢侈品”。应当指出的是啤酒花香气是啤酒风味中不可缺少的一个组成部分,它在给消费者一种舒适的享受的同时,进而影响消费者对啤酒品牌和种类的选择。

为了有效地提高和稳定啤酒的质量,除了香型啤酒花的使用以外,在酿造中已有多数在在不同的工艺阶段添加的不同啤酒花油的制品的方法,这些产品包括 β -酸酒花油、浓缩啤酒花油、啤酒花精油、基础啤酒花油、晚啤酒花香精、后酵啤酒花香精和一些突出某种香型独特

的啤酒花香精如花香型啤酒花香精、果香型啤酒花香精、草香型啤酒花香精和辛辣香型啤酒花香精。啤酒厂家可以根据所生产啤酒种类和风味的要求来决定添加何种啤酒花油。

获得理想的啤酒花香气是啤酒生产工艺中一个重要的控制环节。首先,添加香型啤酒花要解决“加何种、何处添加、何时添加”的问题。还要使得啤酒花香更加稳定和突出。近年来国外一些著名的啤酒厂家和相关研究机构的研究人员发现,与传统的香型啤酒花在煮沸结束前5~10 min加在煮沸锅内相比,在煮沸麦汁送出前加在旋涡槽内所获得的啤酒花增香效果要优于前者,这样所获得香气的强度和稳定性更好一些。另外,从产品质量的稳定性和工艺的可操作性来考虑,在旋涡分离槽内添加啤酒花油对保证啤酒风味的一致性更为有利。其次,啤酒的风味是复杂的,它是多种不同来源的香气混合的结果,与单一成分香气所表现出的独立效果不同。在麦汁煮沸工艺过程中,香气成分会发生显著的变化,包括未煮沸前的麦汁、未加啤酒花的煮沸麦汁、加苦型啤酒花的煮沸麦汁和加香型啤酒花的煮沸麦汁等过程中香气的变化。一种稳定啤酒香气的获得,不只是简单的如何添加香型啤酒花的问题,还涉及到原料、工艺过程和工艺条件控制上的许多因素。因此,选择何种香型的啤酒花或在什么时候加什么类型、什么风格的啤酒花油都是很关键的因素。甚至,对啤酒花香味可能产生很大影响的化合物,由于它们的风味阈值还远远低于目前的检测限水平而不为我们所知。

4 不可忽视的啤酒花多酚

啤酒花多酚对啤酒产品质量有着显著的影响^[19],但对其产生的利弊却应正确认识。近代啤酒工业对多酚的研究结果表明,啤酒酿造过程中多酚的影响是利大于弊。所以,保留适量的多酚比除去多酚显得有利,啤酒中比较合适的总多酚的数值在110~130 mg/L之间^[19]。许多研究表明,啤酒风味的恶化很大程度上是由于存在于啤酒中多酚的数量与构成有关^[20]。但是在糖化和麦汁煮沸期间,多酚的保护作用却是非常重要的,这种作用甚至可以用来预测啤酒的风味稳定性。

啤酒花的多酚物质可以分成4大类,即酚酸类化合物、黄酮醇类化合物、儿茶酸类化合物和原花色素类化合物。其中,含量最多的是儿茶酸类化合物,包括少量表儿茶酸、没食子儿茶酸、表没食子儿茶酸等,原花色素类化合物主要是2个或2个以上的黄烷-3-醇缩合而成的前花色素,还有一些白花色素、花青素和翠雀素等^[20]。从啤酒花多酚和麦芽多酚独立的对比试验证明,啤酒花多酚不仅具有类似麦芽多酚的各种多酚性质和作用,而且

其性质要比麦芽多酚更活泼一些,所起的作用也更重要一些。这些作用包括还原能力、与蛋白质的结合能力和螯合金属离子的能力。

5 展望

啤酒花对啤酒的酿造具有非常特殊的意义,它的化学成分复杂,并且在啤酒酿造过程中会发生复杂的变化。因此,它对啤酒的质量可以产生重要的影响,是区别啤酒和其他酒精饮料的重要标志。在20世纪70年代后期,人们开始开发能够模拟人类的嗅觉器官的专用仪器。这些所谓的“电子鼻”使用了灵敏传感元件的排列,每个灵敏传感元件都含有不同传导能力的高聚物,这些高聚物的电子传感系数的改变是与不同的挥发性化合物的存在相一致的,它们同时与高精密度的数据处理系统连接,利用一个中枢神经网络类型的识别程序对传感元件进行分析,相应的获得每个样品中的风味物质的“指纹图谱”^[23]。应用这些仪器对啤酒花质量的评价,对啤酒花品种的鉴定和对在麦汁煮沸过程中最后一次啤酒花添加的优化起到积极的作用。采用灵敏元件配置的电子鼻能够区分出霉变的啤酒花,也能够区别同一个啤酒花品种的不同等级。因此随着对啤酒花化学研究的不断深入和检测手段的进步,啤酒花中的主要成分,特别是一些含量较低的组分对啤酒的风味所产生的影响,啤酒花和啤酒花制品对啤酒的感官质量和化学成分,以及它们在啤酒生产过程中所发生的各种变化都会逐渐地被人们发现和认识,相关厂家将会通过一系列手段改进生产工艺来生产出性能更好的啤酒花制品,以满足啤酒酿造工业的不同要求。

参考文献:

- [1] Benitez, J.L., Forster, A., Keukeleire, D., etc., Hops and Hop Products, Manual of Good Practice[J]. EBC and Verlag Hans Carl, 1997, (5).
- [2] Corran, H.S. A history of brewing. David & Charles[M]. Newton Abbott, England, 1975.
- [3] Filmer, R. Hops and Hop Picking[M]. Shire Publications, Aylesbury, 1982.
- [4] Behre, K. E. The history of beer additives in Europe-A review [J]. Veg. Hist. Archeobot. 1999, (8):35-48.
- [5] Barth, H. J., Kinke, C., and Schmidt, C. The Hop Atlas[M]. John. Barth & Sohn, Nuremberg, 1994.
- [6] Lintner, C. J., and Schnell, J. Z. Ges. Brauw[M]. 1904.
- [7] Szücs, R., Vindevogel, J., Everaert, E., Decooman, L., Sandra, P., & De Keukeleire, D., Separation and quantification Of All Main Hop acids in different Hop cultivars by microemulsion electrokinetic chromatography[J]. Journal of the Institute of Brewing, 1994, (100):293-296.

- [8] Spetsig, L.O., Apparatus for partition chromatography and its application to the separation of bitter substances of hops[J]. Acta chem. Scand., 1962, 16:1586-1592.
- [9] Verzele, M., and Dewaele, C., High performance liquid chromatographic analysis of beer bitter acids[J]. J. Am. Soc. Brew. Chem. 1981, (39):67-69.
- [10] Viriot, M.L., Andre, J.C., Niclause, M., Bazard, D., Flayeux, R., and Moil, M. Improvement of the bitterness of hop: Photoreactions of alpha acids[J]. J.Inst.Brew. 1980,(86): 21-24.
- [11] Clarke, B.J., and Hildebrand, R. The isomerisation of humulone.1. Isolation of photoisohumulone[J]. J. Inst. Brew. 1965,(71):25-36.
- [12] American Society of Brewist. Repote of Sub-Committee on the Determination of Iso-Alpha-, and Beta-acids in hop extracts and isomerised Hop extracts by High performance liquid chromatography[J].J.Am. Soc.Brew. Chem.1999,(57): 162-165.
- [13] Verzele M., Keukeleire D.de. The chemistry and analysis of hop and beer bitter acids[J]. Elsevier science publishing company Inc., 1991, 282-290.
- [14] Kamimura, M., Kaneda, H., Off-flavors in Beer, In off-flavors in Foods and Beverages[J].Ed. Charalambous, G., Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1992,() :433-472.
- [15] Goldstein, H., Ting, P.; Post Kettle Bittering Compounds: Analysis, Taste, Foam and Light Stability. In European Brewery Convention Monograph EBC22th Symposium on Hops, Zoeterwoude[J]. The Netherlands, May/June 1994, Verlag Hans carl, Nuremberb, Germany, 1994, (?) :154-162.
- [16] Ogu, E.O., Agu, R.C., A comparison of some chemical properties of Garcinia kola and hops for assessment of Garcinia brewing value[J].Bioresour Technol 1995,(54):1-4.
- [17] Miroslav Kovacevic, Milica Kac, Determination and verification of hop varieties by analysis of essential oils[J]. Food Chemistry 2002,(77): 489-494.
- [18] P.S. Hughes, E.D. Baxter, Beer: Quality, safety and nutritional aspects [M].The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2001.
- [19] Sonia Cortacero-Ramirez, Miguel Hernainz-Bermudez de Castyro, Antonio Segura-Carretero, etc, Analysis of beer components by capillary electrophoretic methods [J]. Trends in Analytical Chemistry, 2003, 22 :7-8.
- [20] Stevens J.F., Taylor A.W. and Deinzer M. L., Quantitative analysis of xanthohumol and related flavonoids in hops and beer by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Journal of chromatography 1999, 83(2) :97-107.
- [21] Stevens J.F., Miranda C. L., Buhler D.R. and Deinzer M. L., Chemistry and biology of hop flavonoids, Journal of American Society for the Brewing [J].Chemistry 1998,(56) :136-145.
- [22] Forster, A., Beck, B., K berlein, A., Schmidt, R.: EBC Proceedings of the 26th Congress maastricht[J].1997, () :223-230.
- [23] Hammond, R.V., Electronic noses, Not to be sniffed at?[J]. Brewer, 1997,(83):347-349.
- [24] Bailey, T. P., Hammond, R.V., and Persaud, K.C.,Applications for an electronic aroma detector in the analysis of beer and raw materials[J]. J.Am. Soc. Brew. Chem. 1995,(53):39-42.

(上接第 70 页)

表 6 糟烧、固态法复制糟烧与液态法复制糟烧比较

类别	总酯	总酸	风味
糟烧	1.099	0.88	糟香浓郁, 浓厚, 略带苦
固态法复制糟烧	0.748	0.62	糟香较浓郁, 较浓厚, 味较清爽
液态法复制糟烧	0.233	0.23	糟香较淡, 较淡薄, 清爽略刺激

它的界面效应,总酯、总酸没有糟烧高,故它的风味与糟烧相似;而液态法复制糟烧,纯粹采用加糖化酶进行糖化,又没有界面效应,故它的总酸、总酯都非常低,风味较差。

3 结论

3.1 固态发酵能生产出较好的复制糟烧。采用黄酒干酵母作为发酵剂,不但给生产带来方便,而且能够提高出酒率 5%以上。加入糖化酶是提高出酒率的有力保

证,加入麦曲能有效改善产品质量。从试验得出较好的糖化发酵工艺:黄酒干酵母 0.075%,糖化酶 0.2%,麦曲 8%,先 30℃发酵 5 d,再降温到 25℃发酵 15 d。

3.2 采用固态法生产复制糟烧,且糟烧可作为调香、调味酒,能提高和保证企业白酒产品的质量,将为企业增加较好的经济效益。

3.3 通过黄酒干酵母与自制酒母的比较,黄酒干酵母能提高出酒率 5%以上,若以本公司 16000 t 酒糟中用 5000 t 进行固态发酵,能够多生产 250 t 复制糟烧,按 8000 元/t 计,能增加收入 200 万元。

3.4 复制糟烧生产设备比较简单,投资不高,而且生产时产生的废气、废水与液态法相比大大减少,既节约了处理“三废”的费用,又改善了环境,一举两得。

参考文献:

- [1] 周家骥.黄酒生产工艺[M].北京:中国轻工业出版社,1996.
- [2] 李大和.白酒工人培训教程[M].北京:中国轻工业出版社,1999.