

浓香型白酒糟醅及窖泥产香功能菌的研究进展

侯小歌^{1*} 王俊英¹ 李学思² 胡炳义¹ 李绍亮² 高应运¹

(1. 周口师范学院 生命科学系 河南 周口 466001)

(2. 河南省宋河酒业股份有限公司 河南 鹿邑 477265)

摘 要: 浓香型白酒主要香气物为己酸乙酯、乳酸乙酯、乙酸乙酯和丁酸乙酯四大酯类, 白酒微生物发酵过程中酯类合成主要是酸与醇在酯化酶的作用下产生, 因此产香功能菌包括香气及其前体物产生菌和酯化酶产生菌。本文综述了浓香型白酒糟醅及窖泥主要产香功能菌的来源、组成、鉴定方法、功能特性、相互关系及其在浓香型白酒生产过程中的应用等方面的研究进展, 旨在为浓香型白酒重要微生物的研究提供思路, 为其发酵过程控制提供理论依据。

关键词: 浓香型白酒, 糟醅窖泥, 产香菌, 酯化酶菌, 研究进展

The research progress on functional aroma-producing microorganisms in *Zaopei* and pit mud of Chinese strong-flavor liquor

HOU Xiao-Ge^{1*} WANG Jun-Ying¹ LI Xue-Si² HU Bing-Yi¹
LI Shao-Liang² GAO Ying-Yun¹

(1. Department of Life Science, Zhoukou Normal University, Zhoukou, Henan 466001, China)

(2. Henan Songhe Distillery Co. Ltd., Luyi, Henan, 477265, China)

Abstract: The main aroma ingredients in Chinese strong-flavor liquor include ethyl caproate,

基金项目: 河南省教育厅自然科学研究项目(No. 2011B180058, 12B210028); 周口师范学院科研成果孵化专项基金资助项目(No. 2011-zknufh-01)

*通讯作者: Tel: 86-394-8178257; ✉: xiaogeh@126.com

收稿日期: 2012-09-20; 接受日期: 2012-12-20

ethyl lactate, ethyl acetate, and ethyl butyrate. These esters are derived from organic acids and alcohol with ester synthase during grain fermentation. Functional aroma-producing microorganisms in *Zaopei* and pit mud of Chinese strong-flavor liquor included the aroma-producing strains and its precursor, and all kinds of ester synthase-producing strains. The progress in studies on sources, composition, identifying methods, mutual relationship and fermenting application of important functional aroma-producing microorganisms in *Zaopei* and pit mud of Chinese strong-flavor liquor was summarized. This review would provide some research ideas on important microorganisms of Chinese strong-flavor liquor fermentation as well as the fermenting processes.

Keywords: Strong-flavor liquor, *Zaopei* pit mud, Aroma-producing strains, Ester synthase-producing strains, Research progress

本文就浓香型白酒糟醅及窖泥中主要产香功能菌的来源与组成、鉴定方法、功能特性、相互关系及其生产应用 5 个方面的研究进展加以综述, 以期对白酒微生物研究及其发酵过程控制提供理论依据。

1 产香功能菌的来源与组成

1.1 产香功能菌的来源

所谓“产香功能菌”并没有严格的界定, 本文中的产香功能菌主要包括两大部分, 即香气及其前体物产生菌和酯化酶产生菌, 因为有关专家把酯化酵母归类为生香酵母^[1]。

浓香型白酒酿造微生物主要来源于酿酒大曲、窖泥、糟醅、原料及环境携带, 但参与发酵产香微生物主要来自于大曲、窖泥、糟醅及人工添加的生香菌纯培养或复合菌液、强化曲、人工窖泥等。为提高浓香型白酒优质酒率, 最大发挥产香菌的生香功能, 我国已有不少研究者从浓香型白酒生产用曲、糟醅、窖泥中分离出醋酸、乳酸、丙酸、丁酸、己酸等香气前体物及酯类、酯化酶产香菌, 并将主要产香菌的纯培养或混合培养物制成己酸菌液、酯化酵母液、产香复合菌液、酯化曲、生香窖泥等, 其投产应用效果显著^[2-6]。

浓香型白酒的发酵过程是酒曲、窖泥中庞大微生物区系赖以糟醅为载体发生复杂的物质能量代谢、微生物的有序消长和物质形态的变化过程, 所以酿酒产香菌无论来源何处, 最终存在于窖池中的窖泥和糟醅中, 故研究窖泥和糟醅中主要产香菌对浓香型白酒的生产具有重要意义。

1.2 香气及其前体物产生菌

香气前体物产生菌大多属于细菌类群, 对于细菌产香最早研究的是我国白酒酿造专家沈怡方, 他采用传统的微生物分离手段对窖泥中的己酸菌进行了分离、培养及应用试验, 该研究给酿造微生物学填补了一项空白^[7]。此后, 又有研究发现: 产香细菌除了醋酸菌、乳酸菌、丙酸菌、丁酸菌、己酸菌、酯化酶细菌外, 还包括厌氧异养菌、甲烷菌、硫酸盐还原菌、硝酸盐还原菌等, 并认为这些微生物在特殊的环境中能促进香气物质的生成^[8]。随着微生物学的发展和应用, 我国对浓香型白酒产香或参与产香细菌的认识越发细致, 对其种群和分布情况做了深入研究。张丽莺研究了泸州老窖糟醅中的细菌区系, 鉴定到的细菌种类有肠杆菌、醋酸杆菌、乳杆菌、芽孢杆菌和芽孢乳杆菌 5 个属, 并发现以芽孢杆菌和芽孢乳杆菌为主要类群^[9]; 罗志腾发现西安大曲

糟醅中存在 15 种细菌,优势菌主要为芽孢菌、节杆菌和醋酸杆菌^[10];施安辉研究了山东兰菱美大曲和崑崙酒厂发酵糟醅中的细菌类群,鉴定了 9 个属分别为短杆菌属、链球菌属、葡萄球菌属、乳酸杆菌属、丁酸杆菌属、芽孢杆菌属、芽孢梭杆菌属、微球菌属、甲烷杆菌属,优势菌为芽孢菌属^[11]。刘莉萌等发现糟醅和窖泥中的乳酸菌以乳酸片球菌和芽孢乳杆菌为主^[3,12]。还有研究表明:对浓香型白酒香气贡献最大的是梭状芽孢杆菌,其主要代谢产物是己酸、丁酸和氢^[13]。由上述可知,窖池中的产香细菌均以芽孢菌为主。

也有研究发现糟醅及窖泥中存在少量放线菌,并认为放线菌能有效解除窖泥产生不愉快的泥臭味,但目前对于酿酒放线菌的研究并不多,仅我国张丽莺对泸州老窖糟醅中的放线菌进行了检测,并将其鉴定为链霉菌属^[9]。

总之,新的产香细菌会随着研究的深入而不断出现。但我国南方、北方及西部产地生态环境不同,故糟醅中产香细菌种类组成也存在一定的差异。

1.3 酯化酶产生菌

对酯化生香功能菌认识最早的是酯化酵母,它合成的酯类物质可赋予酒类水果香,其中表现最为明显的是酿酒酵母属,其合成酯类物质的机理已有相关报道^[14]。酿酒酯化酵母类群中,除酿酒酵母属外,还存在汉逊酵母属、产朊酵母属、假丝酵母属、酒香酵母属和球拟酵母属等,球拟酵母属主要为白色球拟酵母、球形球拟酵母和食用球拟酵母等,其中白色球拟酵母的酯酶活性较高^[15]。除酵母菌外,霉菌类群中的红曲霉、根霉等也均有产酯能力,尤其是红曲霉属,除代谢酯化酶外,还代谢糖化酶、液化酶、果胶酶、蛋白酶、纤维素分解酶、酒化酶等,红曲霉因具有产生多功能酶的特性,故在浓香型白酒的酿造过程中具有很高的应用价值。

浓香型白酒浓郁的香气主要来自于发酵中后期的酯化增香过程。发酵中后期,芽孢杆菌会大量增殖,成为酒醅中的优势菌体,是重要的酯化产香菌之一,但发酵糟醅中细菌产酯酶的研究并不多,仅 2009 年我国黄丹从浓香型大曲中分离得到一株产酯化酶细菌,采用 Biolog 微生物自动分析系统将其鉴定为血红鞘氨醇单胞菌^[16],但国外的 Gupta R.提出细菌也是脂肪酶产生菌^[17],具有合成酯类的功能。因此对于糟醅中产酯细菌有待于进一步的研究和探索。

目前,鉴于浓香型白酒产地、风格的差别和微生物鉴定技术的制约,对于产香功能菌的认识仅仅停留在少数的种属上,对有代表产区的种群认识仍不全面。

2 产香功能菌种群鉴定方法研究

要想清楚糟醅及窖泥中产香功能菌的种属结构及其变化规律,必须借助科学的分析鉴定手段。目前,对浓香型白酒产香功能菌的鉴定方法主要有:传统的微生物分类学方法、美国 Biolog 公司的 Biolog 微生物自动分析系统鉴定法和现代分子生物学鉴定法。前者是借助微生物形态学和生理生化特性进行分析,实验室中普遍使用,但该方法局限性较大,后两种可以对微生物的种类进行精确鉴定,但费用较高。

2.1 传统的微生物分类学鉴定方法

该方法常用来鉴定纯种酿酒功能菌、分析白酒窖池微生物种群结构、探索功能菌在发酵过程中的消长变化。我国杨恩超等从糟醅中分离出一株高产己酸乙酯的酯化菌,采用该方法初步鉴定为紫色红曲霉^[18];熊俐等采用该方法分别对不同酒厂窖泥或糟醅中的己酸菌进行了分离、筛选、鉴定及培养应用研究^[4,19-20],为浓香型白酒主体香产生菌的认识及应用提供了可靠的理论依据。岳元媛等采用该方法对泸州老窖不同窖龄泥样

中参与产香的可培养兼性厌氧细菌进行了检测分析,基本明确了兼性厌氧细菌的种群结构,发现芽孢杆菌属和芽孢乳杆菌属为窖池优势菌,并认为大多菌株能产生丁酸和己酸等香气前体物^[21]。乔宗伟等采用该方法细致分析了全兴酒糟醅发酵过程中参与产香微生物的种群结构,共分离到 113 株细菌,将其鉴定为芽孢杆菌属、芽孢乳杆菌属、乳酸杆菌属、乳球菌属、醋杆菌属、链球菌属等 6 个属,芽孢杆菌属、乳杆菌属为优势类群;得到 92 株酵母菌,鉴定为卵孢酵母属、固囊酵母属、酒香酵母属、汉逊酵母属、管囊酵母属、德克酵母属等 6 个属,同时采用该方法明确了糟醅不同部位的菌群在发酵过程中的变化规律^[22]。

目前,窖池中产香功能菌的种群鉴定,主要依据传统的微生物鉴定手段,但该方法存在耗资费力、具有一定主观性、且不能分析不可培养微生物等缺陷。随着微生物分类学的发展,PCR 技术、克隆分析、梯度凝胶电泳等分子生物学手段已经应用于产香功能菌的准确鉴定。

2.2 分子生物学鉴定方法

20 世纪 90 年代,PCR 技术开始广泛应用于微生物生态学研究,使其对环境微量微生物的检测成为可能,为不可培养或难以培养微生物的分析提供了一条有效途径。

分子生物学鉴定手段应用于浓香型白酒产香功能菌鉴定的研究报道并不多,仅 2006 年我国 Limeng Liu 等采用该方法将窖池壁中分离得到新种乳酸菌鉴定为乳酸片球菌^[23],其它研究大多是分析窖池中微生物区系及其分布情况。如我国张文学、乔宗伟等采用分子生物学手段对泸州老窖不同发酵时期糟醅中的细菌、霉菌及酵母菌种类及分布做了细致研究^[22,24-25],结果鉴定了 11 个以上的细菌分类属,发现 4 个新的细菌属;通过比较 18S rDNA 序列片段的同源性,鉴定了霉菌的 4

个分类目,首次报道了白酒糟醅中存在的一些种属即 Eurotiales 类群中的 *Eurotium*、*Aspergillus* 和 *Talaromyces*, Trichosporonales 类群中的 *Trichosporon* 属, Aphyllophorales 类群中的 *Fomitopsis* 属,并发现在糟醅发酵中后期存在较大数量的 *Aspergillus* 属霉菌;在 Saccharomycetales 类群中检出了 *Saccharomycopsis* 和 *Issatchenkia* 两个属的酵母菌,发现 *Issatchenkia* 属酵母为主要优势菌,在发酵前期大量存在,是产生乙醇的主要酵母菌。上述研究为准确认识窖池产香菌的种群组成奠定了基础。

2.3 Biolog 微生物自动分析系统鉴定方法

美国 Biolog 公司的 Biolog 微生物自动分析系统是在传统微生物分类学的基础上建立的快速分类鉴定技术,该技术在产香功能菌的鉴定方面已有应用。我国黄丹等采用 Biolog 微生物自动分析系统将分离到的一株酯化酶霉菌鉴定为黄曲霉,此后又获得一株产酯化酶细菌,采用同样的方法将其鉴定为血红鞘氨醇单胞菌^[16,26]。王世宽等从泸州老窖伏曲中分离纯化出 7 株酵母菌,采用该技术将其鉴定为自吉利丝孢酵母、无名假丝酵母菌、汉逊德巴利酵母、海隐球酵母菌、东方伊萨酵母菌、解脂耶罗威亚酵母菌、皱落假丝酵母菌^[27],为认识产香酵母菌提供了基础资料。

3 浓香型白酒糟醅及窖泥产香功能菌的功能特性

浓香型白酒发酵糟醅及窖泥产香功能菌的产香和产酶特性受酿造工艺、环境、原料、菌群结构、发酵条件等因素的影响,探索功能菌的发酵特性有利于白酒发酵过程控制,提高生产效率。

3.1 香气及其前体物产生菌的功能特性

浓香型白酒香气前体物产生菌中贡献最大的是己酸菌,它是能够代谢产生己酸的一类细菌的

总称, 多为厌氧或兼性厌氧菌。现已公认, 浓香型白酒的主体香为己酸乙酯, 前体物己酸的产生与控制对提高白酒优质品率具有重要意义, 故己酸菌的发酵特性研究就显得尤为必要。我国徐军等从枝江酒业优质老窖泥中分离了 2 株己酸菌, 探索了产酸最好的培养条件, 认为 80 °C 条件下富集培养, 培养基中酒精浓度为 2.5%、pH 值为 6, 培养温度为 35 °C 时, 产己酸效果最好^[20]; 黄芳对老窖泥中分离的己酸菌进行发酵试验, 探索了产香规律, 确定了己酸菌的生长周期、产气旺盛期、产酸期^[19]; 姚万春等从百年老窖泥中分离出一株产己酸能力很强的芽孢菌, 正交优化扩大培养条件, 产己酸量可达 5 g/L^[28]。

糟醅中的乳酸菌为兼性厌氧菌, 数量多, 易生长, 它代谢产生的乳酸除合成乳酸乙酯外, 还可为丙酸菌、丁酸菌等提供碳源, 以此来合成丙酸、丁酸等香气前体物^[29], 且乳酸乙酯含量在一定程度上决定了浓香型大曲酒的质量, 因此乳酸菌在白酒产香菌中占据重要地位。在浓香型白酒发酵中后期, 若料醅中乳酸菌数量多, 会代谢产生大量的乳酸促使酒醅酸度迅速升高, 可有效抑制部分杂菌代谢, 此时的乳酸菌可被认为是有益菌; 然而若条件适宜, 就会生成较多的乳酸乙酯, 导致白酒口感变差, 此时的乳酸菌可被认为是有害细菌。浓香型白酒酿造过程中, “增己降乳”的问题很早就被提出, 也有不少研究者认识了乳酸菌, 并从不同角度分析了糟醅中纯种乳酸菌的发酵特性及其应用^[3,30], 但一直未能得到很好的解决, 如何正确看待白酒发酵过程中乳酸菌的作用及合理控制乳酸菌的协同发酵, 则是该领域值得研究的课题。

丙酸菌多为兼性厌氧杆菌, 它可利用乳酸、葡萄糖等基质产生丙酸、乙酸和二氧化碳, 具有“降乳”功能, 且产物丙酸是己酸乙酯的前体物。在窖泥中, 丙酸菌一般最适生长条件为

30 °C–32 °C、pH 4.5–7.0, 厌氧条件下, 降乳率可高达 90%以上。

丁酸菌大多存在于老窖泥中, 为厌氧或兼性厌氧菌, 其代谢产生的丁酸与乙醇酯化合成丁酸乙酯, 是浓香型白酒的主要香气物之一, 但部分代谢产物可导致窖泥产生泥臭味。我国万朕等从稻花香酒厂的老窖泥中分离出一株丁酸菌, 研究了该菌株的液态发酵特性, 发现接种量为 5%、36 °C 培养、pH 7.0 时有较弱的产己酸能力, 且选择丁酸菌与己酸菌适宜的比例混合接种, 可有效促进己酸的产生^[31]。

醋酸菌是好氧性细菌, 具有很强的氧化性, 可将乙醇氧化为乙酸, 乙酸是白酒主要香气成份之一, 但乙酸含量过多会使白酒呈刺激性酸味。仅侯小歌等从浓香型酒曲中分离到 7 株醋酸菌, 并对其产酸性能进行了分析, 发现该醋酸菌产酸快, 具有一定的耐酒精能力^[32], 但发酵糟醅中的醋酸菌是否主要来源于大曲, 是否具有相似的产酸特性, 值得进一步的探索和研究。目前, 对于糟醅中醋酸菌发酵特性的研究还未见相关报道。

3.2 酯化菌的产酯特性

浓香型白酒酿造中, 酯化酶常用于合成己酸乙酯主体香气及其它酯类物质, 用来调整生产工艺和生产调味酒。目前我国对酿酒酯化菌的研究及应用大多集中在真菌类群方面。

首先, 酵母菌是酿酒关键功能菌, 具有产酒与生香功能。酿酒产酯酵母应用最多的是汉逊酵母, 其次是球拟酵母和假丝酵母, 它们共同的特性是: 以乙醇为碳源产生酯类, 既适合液态培养又适于半固态和固态培养, 具备酒精发酵和乙酸发酵能力, 低温(25 °C–30 °C)、较低的 pH 值范围内(pH 为 4.0 左右)培养适宜产酯, 温度过高(34 °C 以上)产酯能力下降, 繁殖及产酯时需通入适量氧气^[33]。其次, 霉菌作为浓香型白酒重要的产酯菌之一, 主要表现为红曲霉、根霉和曲霉菌, 尤

其是红曲霉菌。对于酯化霉菌的研究主要集中在产酶特性、培养应用条件及酯酶特性等方面。如吴根福等从不同酿酒大曲中筛选出 2 株己酸乙酯合成能力较强的曲霉菌, 对其发酵条件进行了研究, 发现两菌株均在 30 °C、pH 为 5 的麸皮培养基中培养 60 h 后产酶最高, 酯化酶最适的作用条件是以 2%乙醇和 0.25%的己酸作为底物、底物 pH 为 4.0、酯化温度为 30 °C, 酶活力高达 220 U/g^[34]; 任道群等采用适当的酯化条件, 以乙酸、乳酸、己酸、丁酸及四大有机酸的混合物和乙醇为底物, 研究了红曲霉和根霉菌的酯化能力, 结果发现红曲霉具有较强的酯化能力, 可有效促进己酸、丁酸的酯化, 同时也可促进混合酸的酯化, 且生成的酯类均为己酸乙酯; 但根霉能促进己酸、混合酸的酯化, 生成的酯类为己酸乙酯和乳酸乙酯且数量较低^[35]。黄丹等从浓香型大曲中分离到一株产己酸乙酯的酯化酶黄曲霉菌, 研究了其液态摇瓶培养产酯条件, 认为 150 r/min 恒温振荡、36 °C 培养 72 h, 发酵液酯化酶活可达 6.75 U/mL; 对其发酵条件进行优化, 发现选择黄豆粉为氮源、淀粉为碳源、初始 pH 值为 6.0、36 °C 条件下培养 72 h, 酯化酶活可达 9.16 U/mL^[26]。总之, 酯化酵母、酯化红曲霉、根霉菌及曲霉菌等产酯菌的产香特性研究为浓香型白酒的工艺改进及生产应用提供了方向。

4 产香功能菌在浓香型白酒发酵过程中的相互关系

窖池生态系统中微生物种群间相互依存、相互作用, 使窖池形成一个有机整体, 以保证其正常的代谢活动。我国胡承等认为同窖池中甲烷菌与己酸菌数量有同步增长趋势, 二者存在共生关系; 丁酸菌在代谢过程中产生的氢, 被甲烷菌及硝酸盐还原菌利用, 能解除氢抑制现象; 甲烷菌、硝酸盐还原菌与产酸、产氢菌相互耦联, 实

现“种间氢转移”关系, 且甲烷菌代谢的甲烷有刺激产酸菌产酸效应; 黄水中的大量乳酸被硫酸盐还原菌利用, 消除了营养物不平衡现象^[8]。李维青提出窖池中的乳酸菌常与丁酸菌、己酸菌、甲烷菌、硫酸盐还原菌、硝酸盐还原菌等功能性微生物共生^[30]。还有研究发现乳酸菌和酵母菌同时存在协同和拮抗作用, 因为酵母菌初始发酵酒精时, 会利用其它营养物质产生半乳糖等, 半乳糖的积累会促进乳酸菌生长, 然而乳酸菌的代谢产物如苯乳酸则会抑制酵母菌的生长; 而某些酵母菌如假丝酵母则会抑制乳酸菌的生长^[36-37]。产酯酵母和窖泥功能菌按适当的比例混合共酵, 才能产生己酸乙酯, 若共酵比例不当、条件不适很难产生己酸乙酯, 郭霞从糟醅中分离出酵母菌 8 株、细菌 3 株和霉菌 4 株, 并分别选取 10 株和 15 株进行混菌发酵试验, 发现在浓香型白酒发酵过程中 15 株以上混合较为适宜^[38]。朱振元等研究了酿酒酵母对红曲霉菌丝体生长的影响, 发现红曲霉和酿酒酵母固态培养时, 其生长不受抑制, 而与根霉菌共培养时则受抑制^[39]。由此可见, 窖池产香微生物之间关系错综复杂, 只有认识和发现窖池产香功能菌的相互作用关系, 才能在生产过程中做到合理科学控制, 充分发挥主要产香功能菌的正常代谢。

5 产香功能菌在浓香型白酒生产中的应用

20 世纪 80 年代, 我国吴衍庸教授对泸州老窖微生物进行了深入研究, 发现并分离了利用甲醇的生丝微菌, 其培养应用降低了白酒中的甲醇含量; 又从老窖中分离出产甲烷杆菌和产己酸细菌, 开发出了甲烷菌与己酸菌共酵的二元发酵技术, 为推广人工老窖发酵浓香型白酒做出了重要贡献^[40]。后来, 相关研究者逐步从窖泥、糟醅中分离纯化出己酸菌, 通过选育、扩培, 已成功应

用于窖泥生产、窖池养护、翻沙材料、灌窖、酯化液制取等浓香型白酒的生产过程中, 并取得了良好效果。另外, 丙酸菌的扩大培养应用于浓香型糟醅发酵, 使“增己降乳”的问题也得到了一定解决。

20 世纪 60 年代起, 产酯酵母通过选育、扩培等技术已成功应用于浓香型白酒的生产, 克服了白酒香气不足及后味淡薄的缺点, 提高了浓香型白酒的产率和优质品率^[41], 最主要的是增加了酒中主体香己酸乙酯的含量, 同时也增加了乙酸乙酯、乳酸乙酯和辛酸乙酯等次要香气物质的含量, 为白酒提香做出了重要贡献。

20 世纪 90 年代, 我国对酯化霉菌进行了生产应用研究, 应用最多的是酯化红曲霉, 不少研究单位通过窖外可控发酵技术获得红曲霉酯化液, 用于直接蒸馏做调味酒、泼入酒醅上甑蒸馏、加入底锅串蒸、灌窖等, 也可用于配置复合红曲菌种制取强化大曲或帘子曲, 直接用于大渣发酵、双轮底发酵等, 均提高了生产效率。目前, 红曲霉广泛应用于中国浓香型白酒的生产, 如江苏洋河酒厂、河南宋河酒厂、河南仰韶酒厂、河南杜康酒厂、四川泸州老窖酒厂、湖北武当酒厂、山东泰山生力源酒厂、天津渔阳酒厂、甘肃陇西酒业集团、江苏双沟酒厂、陕西西凤酒厂等^[42]。

在中国浓香型白酒生产过程中, 我国研究者经过长期坚持不懈的努力, 研究、探索和总结出许多有利于提高浓香型白酒品质的生香技术措施, 如“回酒发酵”、“回泥发酵”、“人工培养老窖泥”、“生态优化技术培养窖泥”、“超浓缩复合己酸菌液培制老熟窖泥”、“超临界技术萃取产香混合功能菌发酵液”、“延长发酵周期”等, 这些技术措施在实际生产中取得了良好的效果^[8,43-45], 但在实际生产实施过程中, 也存在一定的缺陷, 如发酵周期长、设备利用率低、粮耗高、出酒率低等。浓香型白酒生产率及优质品率的提高, 除与

生产工艺相关外, 还与窖池微生物直接相关, 所以要利用好产香功能菌, 以便更好地养护窖池, 提高效率。

浓香型白酒作为多菌种混合固态静止自然发酵技术, 具有独特的魅力, 对于其中微生物特别是产香功能性微生物的研究具有很高的理论和应用价值。尽管前人对浓香型白酒糟醅及窖泥中产香功能菌做了大量研究, 为后续的生产应用奠定了理论基础, 同时产香功能菌的应用研究为中国浓香型白酒行业发展做出了重要的贡献。但对于产香微生物的研究多停留于传统的微生物学手段, 要想真正的弄清产香微生物本质及发挥最大功能, 必须借助于先进的理论和方法, 如引入微生物工程、基因工程、代谢工程、发酵工程及环境微生物生态学等理论以及分子生物学的方法, 以便更好的促进酒业发展, 使中国白酒生产实现质的提高。

参 考 文 献

- [1] 王国良, 宋俊梅, 曲静然. 产香微生物的应用现状[J]. 食品研究与开发, 2007, 128(7): 157-160.
- [2] 廖建民, 任道琼, 唐玉明, 等. 浓香型曲药中酵母菌的初步分类和选育[J]. 酿酒, 2000(2): 47-48.
- [3] 姚惟琦, 陈茂彬, 镇达, 等. 浓香型白酒酒醅中乳酸菌分离及其对模拟固态发酵的影响[J]. 酿酒, 2010, 37(3): 37-41.
- [4] 熊俐, 胡洋, 刘俊, 等. 窖泥己酸菌的分离培养与诱变选育[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2010, 23(3): 324-327.
- [5] 姚继承, 武建国, 刘红军. 超浓缩复合己酸菌液在窖池中的应用[J]. 酿酒科技, 2004(2): 47-48.
- [6] 陈翔, 王亚庆, 邵海燕. 己酸菌纯种培养与混合培养技术在窖泥生产中的应用[J]. 酿酒, 2009, 36(3): 35-37.
- [7] 沈怡方. 白酒中四大乙酯在酿造发酵中形成的探

- 讨[J]. 酿酒科技, 2003(5): 28–31.
- [8] 胡承, 应鸿, 许德富, 等. 窖泥微生物群落的研究及其应用[J]. 酿酒科技, 2005, 129(3): 34–38.
- [9] 张丽莺. 窖池微生态资源库的建立、管理及菌种保藏[D]. 成都: 四川大学硕士学位论文, 2006: 1–120.
- [10] 罗志腾. 大曲发酵酒醅微生物区系的初步研究[J]. 微生物学通报, 1986(2): 59–60, 80.
- [11] 施安辉. 浓香型白酒发酵过程窖中微生物区系的分析[J]. 酿酒, 1986(4): 24–29.
- [12] 刘莉萌, 张斌, 东秀珠, 等. 浓香型白酒窖池中片球菌的分离与鉴定[J]. 酿酒科技, 2007, 152(2): 22–24, 28.
- [13] 李大和, 刘念, 李国红. 浓香型大曲酒酿造中酯化菌研究的现状与展望[J]. 酿酒科技, 2008, 164(2): 92–98.
- [14] Katherine Smart. Brewing yeast fermentation performance[M]. Oxford, UK: Blackwell science Ltd, a Blackwell publishing company, 2003: 213–228.
- [15] 王治国, 夏明星, 管清先, 等. 应用产酯酵母提高浓香型白酒质量的研究[J]. 酿酒科技, 1994(4): 13–15.
- [16] 黄丹, 张强, 严芳, 等. 浓香型大曲中酯化酶细菌的分离鉴定及产酶条件研究[J]. 中国酿造, 2009, 209(8): 57–59.
- [17] Gupta R, Gupta N, Rathi P. Bacterial lipases: an overview of production, purification and biochemical properties[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2004, 64(6): 763–781.
- [18] 杨恩超, 程世春, 刘光烨. 己酸乙酯酯化菌分离筛选及鉴定[J]. 食品与发酵科技, 2010, 46(3): 33–36.
- [19] 黄芳. 己酸菌的分离纯化及生长规律的研究[J]. 酿酒, 2008, 35(4): 41–43.
- [20] 徐军, 谭崇尧. 枝江老窖泥中己酸菌的分离纯化及培养条件的研究[J]. 酿酒科技, 2010, 5(191): 42–43.
- [21] 岳元媛, 张文学, 刘霞, 等. 浓香型白酒窖泥中兼性厌氧细菌的分离鉴定[J]. 微生物学通报, 2007, 34 (2): 251–255.
- [22] 乔宗伟, 张文学, 张丽莺, 等. 浓香型白酒发酵过程中酒醅的微生物区系分析[J]. 酿酒, 2005, 32(1): 18–22.
- [23] Liu LM, Bin Z, Tong HC, et al. *Pediococcus ethanolidurans* sp. nov., isolated from the walls of a distilled-spirit-fermentingcellar[J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2006, 56: 2405–2408.
- [24] Zhang WX, Qiao ZW, Shigematsu T, et al. Analysis of the bacterial community in *Zaopei* during production of Chinese *Luzhou-flavor* liquor[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2005, 111(2): 215–222.
- [25] Zhang WX, Qiao ZW, Tang YQ, et al. Analysis of the fungal community in *Zaopei* during the production of Chinese *Luzhou-flavour* liquor[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2007, 133(1): 21–27.
- [26] 黄丹, 刘清斌, 刘达玉, 等. 一株产己酸乙酯酯化酶霉菌的分离鉴定及产酶条件研究[J]. 酿酒科技, 2008, 164(2): 27–29, 33.
- [27] 王世宽, 潘明, 侯华, 等. 伏曲酵母菌的分类鉴定及来源分析的研究[J]. 生物技术, 2010, 20(2): 37–39.
- [28] 姚万春, 唐玉明, 任道群. 浓香型白酒窖泥关键功能菌的优化培养[J]. 酿酒, 2010, 37(6): 18–21.
- [29] 谢玉球, 钟雨, 谢旭, 等. 乳酸菌在固态法白酒生产中的地位与作用[J]. 酿酒科技, 2008, 273(11): 83–86.
- [30] 李维青. 浓香型白酒与乳酸菌、乳酸、乳酸乙酯[J]. 酿酒, 2010, 37(3): 90–93.
- [31] 万朕, 李莉, 郑裴, 等. 一株产丁酸菌的分离、纯化及产酸研究[J]. 酿酒, 2011, 38(1): 26–29.
- [32] 侯小歌, 杜红阳, 李学思, 等. 宋河大曲中醋酸菌的分离鉴定及产酸特性[J]. 中国酿造, 2011,

- 229(4): 112-115.
- [33] 隋延铎. 产酯酵母在白酒生产过程中的应用[J]. 酿酒, 2004, 31(3): 16-17.
- [34] 吴根福, 陈佩华, 彭晓国. 己酸乙酯酯化酶产生菌的自然选育及其酶学特性的初步研究[J]. 科技通报, 1996, 12(6): 333-337.
- [35] 任道群, 唐玉明, 姚万春, 等. 酯化酶动力学研究[J]. 酿酒科技, 2006(6): 39-40.
- [36] 杜礼泉, 饶家权, 唐聪, 等. 窖泥功能菌在浓香型大曲酒生产中的应用[J]. 酿酒, 2010, 37(6): 43-44.
- [37] 姚万春, 唐玉明, 任道群, 等. 优良窖泥功能菌的筛选及其生物学特性的初步研究[J]. 酿酒科技, 2010, 197(11): 33-35.
- [38] 郭霞. 浓香型白酒酒糟微生物分离及发酵试验[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2005, 22(1): 50-52.
- [39] 朱振元, 满金浩, 周家萍, 等. 酿酒酵母对红曲霉菌丝体生长的影响[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(4): 25-29.
- [40] 吴衍庸. 酯化酶技术与白酒增香[J]. 酿酒科技, 1999, 95(5): 24-25.
- [41] 李大和, 李国洪. 浓香型曲酒酿造生产工艺要素(二)[J]. 酿酒, 2010, 37(5): 6-9.
- [42] 方跃进. 酯化红曲在浓香型白酒生产中的应用及实例[J]. 酿酒, 2011, 38(3): 75-78.
- [43] 熊翔, 杨志龙, 方跃进, 等. 超浓缩复合己酸菌液在湘窖酒业窖泥培养中的应用[J]. 酿酒科技, 2011, 39(9): 62-64.
- [44] 张义正, 尹昌树, 刘波, 等. 利用微生物生产多粮浓香型白酒粮香、糟香、窖香风味物质的研究[J]. 酿酒, 2012, 39(3): 41-44.
- [45] 朱弟雄, 涂向勇. 生态窖泥有益微生物菌群富集与培养方法的研究[J]. 酿酒, 2012, 39(1): 30-35.

科技信息摘录

Nature: 科学家发现 HIV 病毒攻击免疫细胞机制

艾滋病的难治疗之处在于 HIV 病毒杀死负责机体保卫的免疫细胞, 但 HIV 病毒什么时候并如何进行该破坏依然是个谜。近日 NIH 下属的美国国家过敏症和传染病研究所科学家揭示了 HIV 病毒如何触发信号让受感染的免疫细胞死亡。该发现的重要意义在于未来可以保护 HIV 阳性患者的免疫系统免受损伤。

HIV 病毒在 CD4+T 细胞内进行复制, 该过程非常复杂包括了将病毒基因插入到细胞基因组内。科学家发现在 DNA 整合过程中, 一种称之为 DNA 依赖的蛋白激酶 (DNA-dependent protein kinase, DNA-PK) 开始活化, DNA-PK 通常负责 DNA 双链的断口修复过程。当 HIV 病毒将其基因整合到细胞 DNA 内时, 病毒 DNA 与细胞 DNA 结合处的单链 DNA 是断开的。然而, 科学家发现 HIV 整合造成的断口会激活 DNA-PK, 而该蛋白却扮演了破坏性的角色: 启动死亡信号让宿主 CD4+T 细胞死亡。这种濒临死亡的 T 细胞不可能再去攻击入侵物。

科学家表示该发现对治疗 HIV 阳性患者的早期阻断病毒复制过程有重要意义。改变 DNA-PK 活性不仅能够防止病毒复制也能提高 CD4+T 细胞的存活率, 并保持其免疫功能。

——摘自《中国生物技术信息网》2013/6/26
<http://www.biotech.org.cn/information/108689>