

酒药制作过程微生物的变化和作用

毛青钟

(东风绍兴酒有限公司, 浙江 绍兴 312030)

摘要: 黄酒酒药中微生物以拟内孢霉酵母最多, 酒药表面白粉中更多。其次为细菌(包括乳酸球菌、乳酸杆菌、醋酸菌等), 再次为霉菌(包括犁头霉、毛霉、红曲霉、念珠霉等)。经研究发现, 淋饭酒母搭窝糖化期的主要糖化菌、分解菌为拟内孢霉酵母、念珠霉菌、乳酸球菌、糖化酵母等, 而根霉、犁头霉等起次要作用。(丹妮)

关键词: 微生物; 黄酒酒药; 拟内孢霉; 念珠霉; 糖化酵母; 作用

中图分类号: TQ920; TS261.1; TS262.4 文献标识码: B 文章编号: 1001-9286(2004)05-0044-03

Microbial Changes and Functions in the Production of Wine Starter

MAO Qing-zhong

(Dongfeng Shaoxing Wine Co. Ltd., Shaoxing, Zhejiang 312030, China)

Abstract: The microbes in yellow rice wine starter in amount decreasing sequence included *Endomycopsis* and then bacteria (including *Streptococcus*, *Lactobacillus* and acetic acid bacteria etc.) and then mildew (including *Absidia*, *Mucor*, *Monascus* and *Monilia* etc.). And the research further indicated that the saccharifying bacteria and dissociative bacteria in the saccharification stage of wine starter by rice sprinkling were mainly *Endomycopsis*, *Monilia*, *Streptococcus* and saccharifying yeast etc. and *Rhizopus* and *Absidia* only played subordinate roles. (Tran. by YUE Yang)

Key words: microbe; yellow rice wine starter; *Endomycopsis*; *Monilia*; saccharifying yeast; function

黄酒酒药又称小曲、白药、酒饼, 是我国独特的酿酒用糖化发酵剂, 采用独特而优异的酿酒混合菌种保存方法, 把 1000 年前劳动人民从自然界中筛选出来、长期保藏(当时人们还不知道微生物, 因此是不自觉地筛选出来)的优良微生物一代一代地保存到现在。酒药中的微生物具有糖化力、分解力、发酵力强, 用药量少、药粒制造方法简单、设备简单, 易于保藏和使用方便等优点。

笔者经过检测分析以及参考文献对酒药微生物的检测分析报告^[1-5]表明: 酒药中有酵母菌、细菌、霉菌 3 大类数十种微生物, 许多微生物都是优良品种, 是优良微生物的宝库, 是我国劳动人民智慧的结晶。酵母菌有拟内孢霉属酵母(*Endomycopsis*, DS56 类酵母^[5-7], 下同)、酵母属酵母(*Saccharomyces*)、汉逊氏酵母属酵母(*Hansenula*)、假丝酵母属酵母(*Candida*)、丝孢酵母属酵母(*Trichasporon*)等。细菌主要有乳酸菌(乳酸球菌、乳酸杆菌)、醋酸菌、丁酸菌、枯草芽孢杆菌等。霉菌有念珠霉、毛霉、根霉、犁头霉、红曲霉、黄曲霉、黑曲霉、青霉等。酒药中最多的微生物是拟内孢霉属酵母^[5-7]。

笔者把对酒药制作过程微生物的变化和在黄酒酿造中的作用初探记录下来, 与大家共同探讨。

1 酒药微生物的来源

1.1 大部分微生物是从加入陈酒药粉中接入, 尤其是优良微生物品种就是这样一代一代地传下来。

1.2 少部分从原料微生物系中接入: 例如某年浙江入库新早稻谷, 每克谷粒外部带菌量为 4.8×10^4 个孢子, 其中黄曲霉占 72%, 侵入谷粒内部的黄曲霉占 9%。因此, 在米、米粉中细菌、放线菌、霉菌、酵母菌存在一定数量, 其菌数在 $10^2 \sim 10^4$ 个/g 粉^[8]。也直接接

入酒药中。水及其他原料中也存在一定数量的微生物, 也接入其中。

1.3 从熟地上微生物系中接入, 熟地: 制作酒药的工器具、场地及空气等中的微生物系, 也有少部分接入其中。

微生物系经过酒药制作过程的筛选, 如酒药制作工艺过程、温度、湿度等, 适宜于酒药环境的优良菌种被保存下来, 而许多无益的微生物被淘汰。

2 酒药制作过程微生物的变化

2.1 酒药保温、保湿培养过程, 即第一批菌丝的生长(主要是霉菌菌丝)

首先是第一批菌丝的第一小批: 根霉、犁头霉、毛霉、曲霉等霉菌菌丝的生长, 菌丝白色, 菌丝较长(20~30 mm), 它们分解原料中少部分淀粉、蛋白质等, 给以后微生物的生长提供一定的营养。而后是第一批菌丝的第二小批: 念珠霉菌丝的快速生长, 念珠霉菌丝匍匐生长, 气生菌丝少或无, 菌丝白色, 念珠霉菌丝交叉编织成网状, 致密, 并很快长满酒药球表面, 呈现一层白色菌丝膜包裹着酒药。而念珠霉菌丝的生长有强力抑制根霉、犁头霉、毛霉、曲霉、青霉等的生长能力, 使它们的菌丝收缩而倒伏, 为以后酵母菌丝、酵母菌、细菌的生长铺平道路, 不会因根霉、犁头霉、毛霉、曲霉、青霉等菌丝的大量生长, 而使酵母菌丝无法生长, 又可以防止外界其他微生物的接入并且操作方便。念珠霉菌丝少量生入酒药内部, 并分解米粉中部分淀粉、蛋白质等物质, 提供给酵母、细菌生长所需的一定营养。此时期, 酒药内部的细菌和酵母也有少量生长繁殖, 拟内孢霉菌丝和芽孢也有少量生长。内部的根霉、犁头霉、毛霉、曲霉、青霉等霉菌因缺氧, 也受到抑制, 很少有生长繁殖。

收稿日期: 2004-05-17

作者简介: 毛青钟(1965-), 男, 浙江嵊州人, 大学, 高级工程师, 从事绍兴酒酿造机理、微生物和工艺技术的研究, 发表论文、译文 20 余篇。

2.2 酒药并置入保温室培养过程 ,即第二批菌丝的生长(主要是拟内孢霉菌丝)⁹⁾

因酒药水分的逐渐下降 ,念珠霉菌丝减少 ;“ 酵母状 ” 个体大量增加 ,也即我们所看到的白色粉状。由于营养充足 ,拟内孢霉酵母在酒药表面大量生长繁殖 ,菌丝短而密 ,布满整个酒药表面 ,又如一层菌丝薄膜包裹着酒药 ,拟内孢霉不断地向内部生长 ,长满整个酒药。其分解淀粉等物质 ,提供其他酵母和细菌生长繁殖所需的营养 ,并产生独特的酒药香气。另外 ,糖化酵母¹⁰⁾等、部分细菌、丝孢酵母等也分解淀粉、蛋白质、脂肪等物质 ,提供部分营养。

2.3 晒药过程

由于水分不断下降 ,各种菌丝体收缩而脱落。念珠霉以“ 酵母状 ” 个体(有些是厚垣孢子) 为主保存下来 ,拟内孢霉也以芽细胞状态为主 ,内部和外部菌丝都减少 ,因此 ,成品酒药表面为白色粉层 ,白色粉层主要以拟内孢霉的芽细胞 (尖头卵圆形和尖头椭圆形)、念珠霉的“ 酵母状 ” 个体和干燥米粉组成 ,尚有少量菌丝体(霉菌、酵母) 和多量细菌等。

3 成品酒药中微生物的测定、分析和作用

笔者测定了成品酒药中的酵母和细菌数量 ,而霉菌的数量引自日本高桥桢造的测定数据¹¹⁾ ,酒药中微生物的菌落数如表 1。

表 1 酒药中微生物的菌落数 (每克计)	
菌名	整个酒药平均数
拟内孢霉属	1.06 × 10 ⁹
酵母属	+++++
丝孢酵母属	+
汉逊氏酵母属	+++
假丝酵母属	+++
合计	
	1.04 × 10 ⁶
细菌	6.68 × 10 ⁸
根霉	1.287 × 10 ³
毛霉	1.287 × 10 ³
犁头霉	1.493 × 10 ⁵
红曲霉	1.278 × 10 ⁵
曲霉	++++
青霉	+
念珠霉	1.278 × 10 ³

酒药中微生物拟内孢霉酵母为最多 ,酒药表面白粉中更如此 ,其次是细菌 ,而后是霉菌 ,品种丰富。

3.1 酵母

酒药中有拟内孢霉属、酵母属、汉逊氏酵母属、假丝酵母属、丝孢酵母属酵母等。

3.1.1 拟内孢霉属酵母^[5-7] :以尖头卵圆形、尖头椭圆形的芽细胞和真菌丝形式存在 ,菌丝分枝、分节 ,节有隔膜。笔者已分离出 10 余株在玉米汁琼脂培养基上产不同子囊孢子的菌株。拟内孢霉属酵母在酒药中数量多、品种多 ,是酒药香气的主要产生菌 ,是淋饭酒母搭窝糖化期、静止期、搅拌期饭的主要糖化分解菌之一 ,是甜酒酿香气的主要产生菌 ,是淋饭酒母独特风味的贡献菌之一 ,具有边生长边糖化淀粉的能力。

3.1.2 酵母属酵母 :酒药中酵母属酵母数量不多 ,但品种丰富。笔者已分离出许多菌株^[10]。酒药中酵母属酵母有酿酒酵母、果酒酵母、糖化酵母等 ,以酿酒酵母和果酒酵母为主 ,是淋饭酒母、摊饭酒母主要发酵菌之一 ,糖化酵母能直接同化淀粉、糊精发酵产酒精。

3.1.3 汉逊氏酵母 :它们在淋饭酒母制作和摊饭酒发酵过程中主要是发酵产酯、乙醇和其他风味物质。

3.1.4 假丝酵母 :有些假丝酵母具有直接同化淀粉、糊精发酵产生酒精或其他风味物质的能力。另外一些假丝酵母作用尚不详。

3.1.5 丝孢酵母 :有些丝孢酵母分解脂肪的能力强 ,在淋饭酒母制作和摊饭酒发酵过程中可能与分解脂肪有关 ,有些丝孢酵母的耐酒精度在 17 % (v/v) 以上。

酵母属中的糖化酵母、假丝酵母属中能同化淀粉、糊精的酵母、丝孢酵母等是淋饭酒母搭窝糖化期的主要糖化分解菌之一。

酒药中尚有另外一些酵母未分离鉴定。

3.2 细菌

酒药中细菌数仅次于拟内孢霉酵母数 ,在有些酒药中细菌数超过酵母数。经检测分析 ,酒药中细菌包括乳酸球菌、乳酸杆菌、醋酸菌、丁酸菌、枯草芽孢杆菌等等^[2]。

3.2.1 乳酸球菌^[3,4,11] :酒药中乳酸球菌包括肠球菌属 (*Enterococcus*)、乳球菌属 (*Lactococcus*)、片球菌属 (*Pedicoccus* ,主要是糊精片球菌 *Pedicoccus dextrinicus* 和戊糖片球菌 *Pedicoccus pentosaceus* 等)、明串珠菌属 (*Leuconostoc*)、酒球菌属 (*Oenococcus* ,主要是酒类球菌 *Oenococcus oeni* 等)。乳酸球菌在淋饭酒母搭窝糖化期对饭起糖化分解作用 ,尤其是对蛋白质 (胨、肽、多肽) 的分解起重要作用 ,并发酵产乳酸等 ,使饭和窝中糖液的 pH 值快速降低到 3.0 左右 ,并产生和累积乳酸球菌素。多量乳酸、低 pH 值、乳酸球菌素、高糖度、H₂O₂ 等抑制腐败、有害细菌的生长繁殖 ,确保淋饭酒母搭窝糖化期和静止期、搅拌期的正常、顺利进行。而糊精片球菌等能直接同化淀粉、糊精产酸。当乳酸杆菌增加 ,乳酸球菌数减少较快。

3.2.2 乳酸杆菌^[11,12] :酒药中乳酸杆菌的数量很少 ,通过淋饭酒母的制作而选择性地筛选、培养出优良的、有益于发酵过程的乳酸杆菌 (有部分乳酸杆菌是从麦曲、熟地中接入淋饭酒母) ,经淋饭酒母加入发酵醪而接入其中 (有部分乳酸杆菌从生麦曲、熟地上接入)。乳酸杆菌就是淋饭酒母后酵期和摊饭酒发酵过程胨、肽、多肽的主要分解菌之一 ;摊饭酒醪蛋白质主要由曲中根霉等所产生的酸性蛋白酶分解成胨、肽、多肽 ,乳酸杆菌把胨、肽、多肽分解成氨基酸 ,并发酵产生乳酸和乳杆菌素。有些乳杆菌参与淀粉、糊精等物质的分解作用 ,尤其在后发酵期 ,是淀粉、糊精的主要糖化、分解菌之一。乳酸杆菌是确保淋饭酒母后发酵期和摊饭酒发酵过程正常发酵和顺利完成的關鍵菌 ,乳酸杆菌在发酵产乳酸等的同时产生肽聚糖 ,不同的乳酸杆菌产生不同类型的肽聚糖 ,高密度的乳酸杆菌发酵产生大量的肽聚糖 ,是形成黄酒风味的醇厚性 (肉质厚) 的成分之一。

3.2.3 醋酸菌 :发酵糖、乙醇等产醋酸。是酒药制作、淋饭酒母制作、摊饭酒发酵过程的有害菌 ,低 pH 值、乳酸菌素、高糖度、快速生成的酒精能抑制其生长。

3.2.4 枯草杆菌 :枯草杆菌能产生中性和碱性蛋白酶 ,分解米粉中的蛋白质为氨基酸 ,提供给酵母一定的营养。而在淋饭酒母制作和摊饭酒发酵过程中是有害菌 ,醪液中低 pH 值、适量乳酸就能抑制枯草杆菌的生长 ,并致其死亡。

3.2.5 丁酸菌 :丁酸菌的作用尚不详。

另外尚有一些细菌未检测和鉴定。

3.3 霉菌

酒药中霉菌种类较多 ,分离鉴定困难 ,又因许多霉菌的菌丝也能长成菌落 ,因此 ,在平板上的菌落数并不能代表酒药中霉菌的真正数量。酒药中霉菌的菌落数引自日本高桥桢造的测定数据。

3.3.1 根霉 :酒药中存在一定数量的根霉 ,有些根霉的生料糖化力、液化力非常之高。酒药中有优良的根霉品种 ,但在酒药制作过程中生长期短 ,很快就被念珠霉所抑制。根霉在熟料中生长缓慢且酶活低^[2]。根霉在酒药制作时生长期短 ,在淋饭酒母搭窝糖化期饭

上生长很少,糖化作用小。

3.3.2 犁头霉:酒药中有一定数量的犁头霉。据日本山田健一郎报道,犁头霉在 α -米上的增殖特性和酶活与爪哇根霉相同,即在熟料中生长缓慢,其在酒药后淋饭酒母中的作用同根霉。

3.3.3 毛霉:酒药中有一定数量的毛霉,毛霉对米粉蛋白质分解起一定作用。而在淋饭酒母搭窝糖化期,它的糖化、分解作用小。

3.3.4 酒药中有一定数量的红曲霉、曲霉(黄曲霉、米曲霉等),它们作用小。

3.3.5 青霉:酒药中青霉数量极少,青霉对制酒药有害。

3.3.6 念珠霉:笔者对酒药中念珠霉菌的“酵母状”个体(有些是厚垣孢子)进行了测定:酒药表面(新制好的成品酒药表面有白粉层厚,粉层基本无脱落)念珠霉的“酵母状”个体为 1.25×10^6 个/g酒药。有的酒药整个酒药念珠霉的“酵母状”个体平均数达 1.0×10^7 个/g酒药。酒药中尚有少量念珠霉菌丝存在。念珠霉是淋饭酒母搭窝糖化期的主要糖化、分解菌之一,并产独特的清香(念珠霉香),抑制其他霉菌在饭上生长繁殖;搭窝糖化期缸内的香气有清香(念珠霉香)、甜酒酿香、淡淡的酒药香和酒香;在淋饭酒母静止期、搅拌期也起一定的糖化、分解作用。酒药中有优良的念珠霉菌。

酒药中还有共头霉、丛梗孢等另外一些霉菌。

本文对酒药中主要微生物及作用进行了分析,其他尚有一些微生物无法分离、鉴定,有待于进一步研究。

笔者对淋饭酒母搭窝糖化期进一步研究发现:淋饭酒母搭窝糖化期的主要糖化、分解菌为拟内孢霉酵母、念珠霉菌、乳酸球菌、能同化淀粉和糊精的酵母(拟内孢霉以外的酵母如糖化酵母、丝孢酵母等),而根霉、犁头霉等霉菌起次要作用,而不是目前黄酒文献所述:“根霉等起主要糖化作用”。

笔者推测传统四川白酒的小曲、苏州甜酒曲中,也有拟内孢霉

酵母和念珠霉菌,已有不少改为纯种根霉、酵母制作小曲,是否有把拟内孢霉、念珠霉等的优良品种丢失的可能?因为,日本柳田藤治于1984~1985年对中国云贵小曲中微生物的研究,都发现拟内孢霉^[4]。东南亚、南亚各国所用的酿酒小曲(从中国古代传出)中也发现有拟内孢霉^[13]。因此,对小曲中拟内孢霉、念珠霉、糖化酵母等应引起高度重视。

参考文献:

- [1] 轻工业部科学研究院.黄酒酿造[M].北京:中国轻工业出版社,1960.
- [2] 徐成勇,等.酿酒小曲研究进展[J].食品与发酵工业,2002(3):72-75.
- [3] 管间城之助.日中酿酒技术交流的先驱者山崎百治教授[A].‘94国际酒文化学术研讨会论文集[C].杭州:浙江大学出版社,1994.
- [4] 黄平.中国酒曲[M].北京:中国轻工业出版社,2000.
- [5] 毛青钟.DS56酵母的性能及在黄酒酿造中的作用[J].酿酒科技,2003,(5):37-38.
- [6] 毛青钟.拟内孢霉的性能研究和在黄酒酿造中的作用初探[J].中国黄酒,2004(1):22-24.
- [7] 毛青钟.酒药(小曲)香气的产生菌DS56₃₋₆菌株的分离选育[J].中国黄酒,2004(1):25-27.
- [8] 蔡静平.粮油食品微生物学[M].北京:中国轻工业出版社,2002:182.
- [9] 管敦仪.啤酒工业手册(上册)[M].北京:中国轻工业出版社,1985.
- [10] 毛青钟.黄酒发酵醪中酵母的分离与性能的研究[J].中国黄酒,2002,(4):6-13.
- [11] 毛青钟.黄酒发酵过程中乳酸杆菌的功与过[J].酿酒,2001(6):72-75.
- [12] 毛青钟.黄酒发酵醪中乳酸杆菌的分离和性能浅析[J].中国黄酒,2002(3):23-29.
- [13] Brian J.B.Wood.徐岩译.发酵食品微生物学(第二版)[M].北京:中国轻工业出版社,2001.

(上接第48页)

了30d,成品质量显著提高,曲房与曲房之间,批次与批次之间的质量稳定,优级曲的比例大幅度提高,曲坯结构泡气明显,曲香味浓郁;特别是红心黄心曲比例平均高于60%,有的比例高达90%,曲坯断面就是一幅幅色彩斑斓的图画,实属罕见。

4.3.2 酿酒效果(见表5)

表5 架式曲酿酒效果对比 (g/L)			
项目		原架式曲	现架式曲
特级	乙酸乙酯	1.04	1.73
	丁酸乙酯	0.45	0.37
	乳酸乙酯	1.65	2.44
	己酸乙酯	5.36	6.19
甲级	乙酸乙酯	0.96	1.05
	丁酸乙酯	0.36	0.34
	乳酸乙酯	2.3	1.92
	己酸乙酯	4.56	5.82
前段	乙酸乙酯	1.47	1.72
	丁酸乙酯	0.29	0.27
	乳酸乙酯	1.63	1.69
	己酸乙酯	2.94	3.77
乙级	乙酸乙酯	0.77	0.84
	丁酸乙酯	0.21	0.18
	乳酸乙酯	2.49	2.75
	己酸乙酯	2.24	2.65
出酒率(%)		40.3	42.6
优质品率(%)		30.6	49.1

架式曲的工艺改进和完善后,其酒体比地面曲干净,绵甜,优

质品率显著提高,己酸乙酯含量大幅度上升。

5 结果与讨论

5.1 架式制曲工艺是传统制曲工艺的继承和发展,习酒坚持走架式制曲工艺,经过长期的生产实践和探索,走出了一条独具特色的习酒工艺;“大水分粗麦粉架式无稻草制曲工艺”应运而生,使得成品曲中原来存在的质量问题迎刃而解。

5.2 习酒架式曲工艺经过改进和完善后,降低了生产成本,缩短了发酵周期,成品曲质量显著提高,并有很高的水平,生产中未添加任何菌种,其红心黄心曲的高产出比例高,是习酒架式曲工艺技术成熟的标志,也是生产优质习酒的重要前提。

5.3 不论选择任何工艺,制曲质量的好坏与原料质量有直接关系。现在各地区的陈化粮不少,有的经过了多次农药杀虫,小麦中的酶遭到了严重破坏和损伤,这种小麦凭感官看不出任何异常,但投入到制曲生产过程中,则影响曲质量。做好小麦的感官鉴别把关很重要。

5.4 架式制曲工艺切实可行,其生产工艺具有单位面积产量高,出曲率高,质量保证,工序变复杂为简单,净化了生产环境,减轻了工人的劳动强度,操作和管理方便,该工艺将会越来越成熟。

本文承蒙曾凡君同志的大力支持,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 曾凡君.对微机监控架式制曲升温条件的探讨[J].酿酒,1995(2):11-12.
- [2] 钟方达.微机控制架式制曲的完善和发展[J].酿酒科技,2002(4):31-32.