

液体发酵法 白酒生产

• 沈 怡 芳 编 著 •

• 轻 工 业 出 版 社 •

液体发酵法白酒生产

沈怡方 编著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了液体发酵法白酒生产的基本原理、有关微生物、工艺流程及白酒中的香味成分。收集汇总了近十几年来各地在液体发酵法白酒生产工艺方面的经验及研究提高其风味质量的成果。对于小曲液体发酵法白酒也作了简单的介绍。可供白酒厂技术人员及工人参考。

液体发酵法白酒生产

沈怡方 编著

*

轻工业出版社出版

(北京阜成路8号)

重庆新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/32 印张: 4 12/32 字数: 94千字

1983年1月第一版 第一次印刷

印数: 1—15,500 定价: 0.41元

统一书号: 15042·1757

前 言

为了根本改变沿用的手工生产工艺，采用液体发酵法生产白酒是六十年代白酒工业战线的广大科技人员和工人共同试验成功的一项重大技术改革。近年来轻工业部又将提高液体发酵白酒质量列为重点科研项目，使风味质量有了进一步的提高。各地应用这种新工艺生产的普通白酒产量激增。

本书收集了有关这方面的科研成果及生产经验，总结了提高风味质量行之有效的技术措施，并将南方部分地区所沿用的小曲液体发酵白酒的资料一起汇编成册。本书力求通俗易懂，切合实际，对从事白酒生产的技术人员和工人有所帮助。

本书在编写过程中，参考了内蒙轻工业科学研究所、黑龙江、辽宁轻工业科学研究所等的研究报告以及山东、广西、广东、天津等有关厂的技术资料，得到了有关同志的支持和帮助，谨此表示感谢。

由于水平所限，不妥之处，请读者批评指正。

编 者

目 录

概说	(1)
第一章 麸曲及酒母的培养	(4)
一 曲霉糖化剂的制造	(4)
二 酒母的培养	(12)
第二章 产生白酒酯香的微生物	(15)
一 概说	(15)
二 产酯酵母的培养	(16)
第三章 己酸发酵	(25)
一 己酸发酵的研究史	(25)
二 己酸菌的性质	(27)
三 己酸菌的分离	(29)
四 己酸菌的培养方法	(32)
五 影响己酸发酵的诸因素	(37)
第四章 液体发酵法	(43)
一 原料的粉碎	(43)
二 淀粉质原料的蒸煮	(44)
三 蒸煮醪的糖化	(47)
四 糖化醪的发酵	(53)
五 发酵醪的蒸馏	(57)
六 酿酒的工艺操作	(71)
第五章 液、固结合法	(74)
一 概况	(74)
二 酒基的生产与除杂脱臭	(76)

三	固体发酵酿制香醅·····	(79)
四	复蒸增香·····	(84)
第六章	调香勾兑法·····	(89)
一	基质酒精·····	(89)
二	白酒香味物质的来源·····	(91)
三	勾兑用水·····	(98)
四	成品酒的调配勾兑·····	(98)
第七章	小曲液体发酵法·····	(101)
一	小曲的制造·····	(102)
二	小曲酿酒的生产工艺·····	(107)
三	小曲酒生产的技术改造·····	(111)
四	豉味玉冰烧·····	(115)
第八章	白酒的香味成分·····	(120)
一	白酒的风味质量·····	(120)
二	白酒香味成分的特征·····	(121)

概 说

白酒是我国传统发酵产品之一，生产工艺在世界各种蒸馏酒中独具一格。千古流传的不同酿酒技艺，生产出了像茅台、汾酒、泸州大曲和广西三花酒等各种香型的名牌产品以及二锅头一类的普通白酒。历来依其发酵方式分类，大体上有固体发酵和小曲液体发酵两种。前者所占比例大，后者仅广东、广西、福建等省部分地区有一定量的生产。

解放后的三十年，白酒工业在广开原料来源，充分利用薯类、代用品及野生植物资源酿酒；选育纯培养优良菌种，推广麸曲酒母代替自然发酵的大曲作糖化发酵剂，提高出酒率；对某些名牌白酒的生产工艺进行科学的总结；以及在一些工序采用机械化生产代替手工操作，减轻劳动强度，提高生产效率等方面都取得了较大的进展。但是，很多中小型厂仍停留在手工作坊的小集体生产方式上。随着生产的发展，势必要求对其进行全面的、根本性的技术改造。近十年来的生产实践基本上按照两个途径开展工作。一是固体发酵机械化，它是在工艺条件基本不变的情况下，将酿酒生产中的手工操作改变为机械操作，从而使劳动生产率提高约50%，劳动强度及条件均得到了改善，然而其蒸馏设备在技术上还不尽完善，以致辅料用量增多，影响酒的风味质量。同时，因酒醅酸度较大，对设备的腐蚀性较强。

另一途径就是仿酒精生产，采用液体发酵法以代替历来沿用的固体发酵法。这一重大技术改革，曾被列为国家重点

科研项目之一，在五十年代就曾作过酒精加香料人工调制白酒的尝试。由于当时技术条件所限，产品缺乏白酒应有的风味质量而未获成功。直到六十年代中期，在总结我国某些名牌白酒生产经验之后，将酒精生产的优点和白酒传统发酵的特点有机地结合起来，才使所得液体发酵法白酒的风味质量和白酒趋向一致。随后各地因地制宜地试验了多种制造方法。大体上可分为下列几种：

（1）液体发酵法 俗称“一步法”。本法从原料蒸煮、糖化、发酵直到蒸馏，基本上采用酒精生产的设备，工艺上注意吸取了白酒的传统操作特点，产品风味质量具有固体发酵与小曲液体发酵白酒的兼香味。这种生产方法一般适用于以粮食或伊枣为原料。其存在的问题主要是有的厂盲目套用酒精生产工艺，致使产品质量缺乏白酒所应有的风味。

（2）液固结合法 俗称“二步法”。本法将原料先生产出质量优良的精馏酒精，然后再用少量粮食或甘薯进行固体发酵制成香醅。用酒精再经香醅串香或浸香蒸馏而得产品。此法一般适用于薯类、代用料及野生植物为原料。这类原料制成的白酒其邪杂味较大，而这些固有的特殊气味如地瓜味、橡子味等在生产酒精时，绝大部分可以在精馏工序中排除，又经固体发酵的香醅复加工，可使产品风味和传统的普通麸曲白酒相似。只要工艺合理，根据不同情况采用相应的技术措施，本法生产的白酒往往比固体发酵法生产的风味质量要更为优良。

（3）调香勾兑法 这是指各种原料酿造成质量优良的精馏酒精之后，再调配不同来源的具有白酒香味的香味液，用人工直接勾兑而成的产品。白酒香源除化学香酯外，有以固体发酵的香料酒或白酒，也有用优质白酒的尾酒作香味液

的。采用固体发酵所得之香源实际上是液固结合法的发展，因而其产品风味质量较好。对于所使用的化学香酯，应符合食品卫生的要求。

(4) 小曲液体发酵法(酒钵法) 广东、广西、福建等地采用本法生产已有悠久的历史。应用小曲作为糖化发酵剂，原料大米经蒸煮，培菌糖化后，再加一定量的水，液体发酵产酒、蒸馏。产品风味质量清雅密香。不同于北方地区二锅头而具独特风格。广西三花、湘山以及广东的玉冰烧基酒是这一类型酒的代表。

液体发酵白酒和固体发酵法相比，原料出酒率提高5%以上，劳动生产率提高一倍多，机械化程度高，劳动强度与条件大为改善，在酿酒工段不用糠谷辅料，也为今后白酒工业进一步技术改造创造了良好的基础。因此，近年来采用此法生产的普通白酒产量激增，几乎已占国内白酒总产量的60%以上，有的省、区已占到80%以上。但是在发展的同时也出现了一些重数量忽视风味质量的倾向，使新工艺的白酒和固有的消费者习惯口味有矛盾。本书就液体发酵白酒的生产工艺及如何提高其风味质量的一些科学研究成果与经验予以阐述介绍。由于这种生产方式，除小曲液体发酵酒外，在国内生产的历史尚短，所以对其生产技术，风味质量的继续巩固、发展、提高仍然是今后需要进一步研究的问题。

第一章 麸曲及酒母的培养

一、曲霉糖化剂的制造

淀粉质原料制白酒首先必须经蒸煮、糖化过程，将淀粉转变为可发酵糖，才能进行发酵产酒。糖化过程所用的糖化剂，都由纯培养曲霉而取得。因此，根据不同原料，并按照曲霉菌的生长要求，选用优良曲霉菌种及掌握其适宜的培养条件，加以精心操作，才能获得糖化力强的麸曲糖化剂。

（一）酿酒生产中常用的几种霉菌

在白酒生产中使用的糖化菌主要是曲霉属的米曲霉 (*Aspergillus oryzae*)、黄曲霉 (*Asp. flavus*)、甘薯曲霉 (*Asp. batata*)、泡盛曲霉、河内白曲（泡盛曲霉的变种）、宇佐美曲霉 (*Asp. usamii*)、宇佐美曲霉的变种东酒1号，以及近年来大力推广应用的中国科学院微生物研究所选育诱变的UV-11号。这些曲霉菌可以分作两大类，前面两种是黄曲霉，其余的都是黑曲霉。

霉菌糖化剂在白酒生产上的作用，主要是利用它所含的淀粉酶将淀粉糖化。各种曲霉菌的淀粉酶的种类、含量及性质都有差异。这就直接影响到其使用效果。黑曲霉与黄曲霉相比较，黄曲霉的 α -淀粉酶含量高，糖化酶含量少，故液化力强而糖化力弱。黑曲霉则与之相反，其糖化力强而液化力弱，而且其糖化作用的最适pH比黄曲霉低，温度也高（见表1-1），即通常所说的耐酸、耐高温。糖化力高及耐酸的性

质在白酒生产中具有重大的作用。

表1-1 黄、黑、白三种曲霉的最适温度及pH

曲 霉 名 称	最 适 pH	最适温度 (°C)
黄曲霉 (<i>Asp. oryzae</i>)	5.0~5.6	50~55
黑曲霉 (<i>Asp. batata</i>)	4.0~4.6	60~65
白曲霉 (<i>Asp. kawachii</i>)	4.0~4.6	65

这些年来，糖化菌种在白酒生产中的使用主要是根据出酒率而演变的。生产实践证明黑曲霉比黄曲霉的出酒率要高，这是和上述淀粉酶的种类与性质相吻合的。所以自六十年代以来，黄曲霉已被黑曲霉所替代，目前仅用于制作菌种用的米曲汁培养基上了。

在曲霉中，酶的体系除含有主要的淀粉酶外，还存在少量的蛋白酶、果胶酶及单宁酶等。在白酒工业上对于曲霉菌种的选用，除了要求淀粉酶含量多，性能适宜外，还要根据酿酒原料中所含的某些独特成分来考虑。例如利用橡子酿酒时，由于橡子中含有多量的单宁，就需要选用单宁分解酶较强的黑曲霉。上述米曲汁培养基使用黄曲霉，是利用它的蛋白分解酶强，以增加培养基氨基酸营养成分。同时，也应该注意到选用某种曲霉后对酒的质量影响。黑曲霉中含有较多的果胶酶，在以含果胶质较多的原料酿酒时，利用黑曲霉做糖化剂生产的酒中，甲醇含量即偏高。最近还发现曲霉对酯化有作用。因此，各种曲霉菌种，因其所含酶的种类不同，对于白酒的风味质量也具有一定的影响。一般认为，使用黄曲霉或白曲霉做糖化剂的白酒，口味较好些，但出酒率低于黑曲霉。

（二）曲霉的培养方法

于适宜的条件下，让曲霉原菌在固体培养基上生长发育，并经逐步扩大培养至生产所需数量的、含有丰富的淀粉酶及其他酶类的曲，此过程在酿酒上称为制曲工艺。制曲原料采用大米的叫米曲，采用麸皮为主的称麸曲。其培养操作过程为：

菌种（试管斜面培养）→三角瓶培养→种曲→麸曲

在种曲之前的所有工序是以得到最大量的曲霉菌孢子为目的。因而从原菌试管接种到三角瓶培养进而到种曲培养时，其麸皮培养基的厚度要薄，如若麸层太厚，则表面生长孢子，内部只长菌丝，势必影响质量。同时，在要求保持低温高湿的条件下，培养时间也较长。但在麸曲制造时主要是以获得强糖化力为目的。所以操作要求有所不同，其培养时间也较种曲为短。曲霉的具体培养方法请参阅烟台操作法，在此仅就其培养过程简述如下：

1. 原菌试管培养

试管培养基用米曲汁、琼脂制成。在无菌箱内用经火焰杀菌后的接种针，将原试管的曲霉孢子接入新制的培养基上，接种后在28~30℃培养4~5天以后即可使用。

2. 三角瓶扩大培养

按麸皮90%，谷糠10%配料，加水80%~100%，混匀润料，30分钟后，装在纱布包中，和空三角瓶一起在常压下蒸40分钟，取出，将蒸熟之麸皮过筛除去疙瘩后，分装入上述空三角瓶中。每一500毫升的三角瓶中装料30~35克，其厚度约为0.3厘米。然后在1公斤压力下灭菌30分钟，取出放冷至40℃以下，在无菌室内接种，摇匀，并将料在三角瓶

之一端堆成小丘状，于28~30℃保温培养。经16~18小时后摇瓶一次，使瓶壁附着的冷凝水再渗入料中，仍放置如前，又经5~7小时，培养基稍显白色，进行第二次摇瓶，并将培养基摊平于瓶底。再经11~12小时，白色菌丝已布满培养基表面，并连接成饼，即进行扣瓶。扣瓶后3小时左右，将瓶翻转继续保温培养。从接种起共培养5天即可取出，装入杀菌的纸袋中，在35~40℃干燥室内进行干燥，使水分降至15%以下，即可保存备用。

3. 种曲制造

取麸皮80斤，新鲜酒糟20斤，加水80斤，拌匀。蒸料50分钟，出锅散冷至40℃以下，接入三角瓶扩大菌种0.2%，混合均匀。并控制品温在30~31℃，放在木箱内保温堆积培养。4小时后倒堆翻拌一次，再收成堆培养4小时，品温上升至32~34℃，即分装入曲匣之中，匣内料厚约0.9~1.1厘米。将匣叠成柱形，放在二尺高的曲架上，每叠夏季4个，冬季6个匣子。每层上盖空匣一个，并覆盖灭菌的湿草帘。装匣后品温28~30℃，室温29~30℃，干湿球差1~2度。

经过5~6小时，品温上升至34~35℃，上下互相倒匣一次。再经4~5小时，菌丝生长即将连成饼状，品温升至35~37℃，进行第一次划匣，再次倒匣，同时将曲匣摆成品字形。随后曲霉生长进入旺盛期，品温上升快，适当降低室温至25~27℃，控制品温勿超过38℃，在此期间每隔2~3小时就需倒匣一次。又经4~5小时，菌丝连结较好，可进行第二次划匣。之后，应严格控制品温不超过38℃，保持曲料足够的水分，以使孢子正常生长变黑。一般在接种后36小时开始生长孢子，48小时孢子变黑，60小时揭去草帘，72小时全部成熟。然后提高室温，干燥排潮后，放置于低温干燥处

备用。

4. 麸曲制造

通常有三种方法，即曲匣、帘子及通风制曲。实际上也是制曲工序不断向机械化发展的过程。前两种方法以手工操作为主。在整个培养过程中，用人工上下倒动曲料盛放的器具，以调节控制品温。机械通风制曲则固定曲料在培养箱内，使空气流通来达到培养曲霉菌之目的。因而制曲的劳动强度大为减轻，条件得以改善，节约人力，提高劳动生产率。所以自1960年以后，该法在绝大部分白酒厂已广为采用。现将通风制曲的操作简述如下：

木制开放式培养箱容积为 $3800 \times 1900 \times 600$ 毫米，附有离心式鼓风机及通风管道。每次投料量 500 公斤（麸皮：风干酒糟或稻壳 = 85:15），加水使曲料含水分 45~48%，拌匀，装锅蒸料 50 分钟，取出散冷至 40°C ，接种 0.4% 的曲种，混合均匀，在曲房堆积培养 8 小时后装入培养箱。按不同时期掌握通风操作，至 32 小时成熟出箱，打碎放在凉曲场。其通风操作的工艺条件见表 1-2。

（三）影响麸曲质量的诸因素

1. 合理配料

营养物质，即调配适宜的碳氮比及其他微量有效成分（如磷、镁、锌、锰、铁等），是霉菌生长发育，产生强有力淀粉酶活力的首要基础。培养曲霉的碳源以淀粉为最好。但淀粉含量过多时，升温猛，升酸大，对产酶反而不利。作为氮源的蛋白质含量过大，将使蛋白酶活力增加，淀粉酶活力下降。此外，在通风制曲时还要考虑料层的疏松程度，以保证通风均匀，配料太粘过细，影响通风降温，将使曲子质量下降。加水量及曲料的酸度也要掌握适当。所有这些条件是

表1-2

通风制曲操作工艺条件

项目 培养时间 (小时)	品温 (°C)	室温 (°C)	室内湿球 温 度 (°C)	通 风 系 统 掌 握				
				风温 (°C)	风的相 对湿度 (%)	风压 (毫米 水柱)	风 源	操作要点
0~8	30~31	28~30	26~28	—	—	—	—	堆积培 养, 4小 时后倒堆 一次
8~14	36~38	26~28	26~27.5	26~28	90以上	20~ 100	循环风	间隙鼓风
14~24	37~38	25~26	24.5~25.5	25~26	90~95	100~ 200	循环风为 主, 加部 分新鲜风	连续鼓风
24~30	37~38	26	24.5~25	“	“	180~ 240	循环风为 主, 加部 分新鲜风	连续鼓风

在配料时必须综合考虑的因素。生产实践证明, 通风制曲比较适宜的配料比例是麸皮占70~85%, 其余部分用风干酒糟及稻壳各半。曲料的堆积水分含量在45~48%之间。

2. 曲层厚度

在保证麸曲质量前提下, 提高曲层厚度有利于增加单位面积产量。目前国内采用的厚度一般为30~50厘米。曲层薄, 质量好些, 曲层厚, 由于上下层品温差大, 质量差些。曾经用宇佐美黑曲霉在45厘米厚的曲料中进行通风制曲, 分别测定上、中、下三层的糖化力, 结果以中层为最高, 下层最差。料层的厚度也应和配料疏松度结合考虑, 较疏松的曲料可适当装厚一些。

3. 通风系统的管理

一切通风的操作管理必须服从于工艺的要求。培养曲霉的工艺要求即是通常所说的前缓后急、诱导繁殖、低温大潮、

通风供氧。品温的控制是为了有利于曲霉菌繁殖及大量产生淀粉酶。因此通过风温来降低品温是有一定的要求范围的，而且要妥善掌握。风温的掌握，应该是前高后低，一般控制在 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ 之间，根据不同生长时期调节风温高低及循环风与新鲜风的比例。有的厂怕烧曲而通入大量冷风，致使品温降低过度，产品质量低劣，应引以为戒。

通风量应由小到大，前期通风量小，间隙停留时间由长到短。若前期通风量太大，则因震动而使曲料收缩，减少空隙。故在曲料未开始结块前风量不宜过大。但在此期间，若通风量太小，则将造成曲霉菌的窒息现象。若品温又偏低，在较长时间内不升温，又不通风，最终将导致培养失败。在接种后14小时左右，曲霉生长进入旺盛期，此时必须保证连续通风直至培养成熟。

在正常情况下，风压是前低后高。这是因为前期曲霉菌丝体尚未繁殖，料层疏松，阻力小，故风压低。随着曲霉菌的生长繁殖，曲料连结成的块越来越结实，阻力随之增大，为散发其所产生之热量，风量也逐渐加大，故风压渐高。从风压的增长情况也可看出麸曲培养的好坏。仅有风量而风压不够，就不能及时排除料层中的二氧化碳，也会使曲霉菌窒息，培养不出质量好的麸曲。因此应选用中压的鼓风机。

低温大潮是制曲工艺的要求之一。在培养过程中必须严格控制通入空气的湿度。这是因为曲霉在生长过程中的代谢作用，产生了大量的热量，随着通风降温，促使曲料中的水分大量蒸发。若不以含有高湿度及适宜温度的风量予以调整补充，将不能保证曲霉的正常生长及淀粉酶的产生。在目前生产条件下，曲房中的空气具有适宜的温湿度，所以采用循环风为主来解决风的温湿度问题，比较经济合理。

4. 通风制曲的质量事故

(1) 酸败 产生的原因往往是堆积或装箱后品温过低, 水分大, 升温缓慢又不进行通风, 造成杂菌侵入曲料, 变酸, 松散而不结块。出现这种异常情况, 应立即提高室温, 加强通入循环风, 以风温带品温, 充分供氧促使曲霉繁殖。而且要提高装箱品温, 做好曲房的杀菌与卫生工作。

(2) 烧曲 在培养过程中品温过高(超过 45°C 以上), 且持续时间在20分钟以上的容易引起烧曲事故。常见料层内有夹心窝水现象, 闻有局部酸臭。预防措施是调整配料比, 装箱时要轻、匀, 保持曲料疏松一致, 并注意压紧四周板条, 消除漏风。

(四)成品质量的检查

从试管原菌逐步扩大培养到种曲, 各工序的质量要求大体上是一致的。

(1) 感观检查 菌丝应健壮整齐, 顶、囊肥大, 孢子丛生, 繁殖良好, 内外均匀一致, 具有本菌固有色泽, 不得有异常颜色, 异状菌丝及杂菌。

(2) 显微镜检查 孢子形状均匀一致, 无杂菌。

麸曲质量要求:

(1) 感观检查 菌丝生长茂盛, 曲料结块结实, 内外一致, 无夹心及干皮, 稍有分生子柄, 无穗。具有麸曲固有的曲香味, 不得有酸臭味。

(2) 化验指标 黑曲绝干, 糖化力700毫克葡萄糖/克·小时以上。

(3) 显微镜检查 菌丝健壮整齐, 无异状菌丝, 杂菌少。