

清香型白酒生产技术

康明官 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

清香型白酒生产技术/康明官编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 3

ISBN 7-5025-6747-X

I. 清… II. 康… III. 白酒-酿造 IV. TS262.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 018069 号

清香型白酒生产技术

康明官 编著

责任编辑: 孟 嘉 包 焱

责任校对: 战河红

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

[http: //www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

北京兴顺印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10 $\frac{3}{4}$ 字数 289 千字

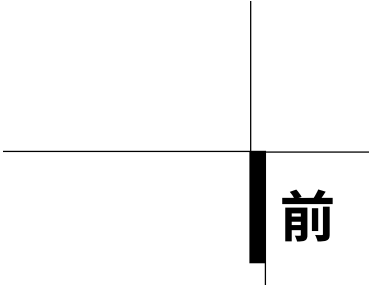
2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6747-X/TS · 258

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换



前言

几大香型白酒，除清香型白酒以外，如浓香型、酱香型及其他香型白酒等，均有专著出版，但未见从全方位的视角论述清香型白酒的专著，这似乎对于清香型白酒工业本身是不太“公平”的。“借问酒家何处有，牧童遥指杏花村”的诗句仍在不断地流传；清香型白酒的产量及其消费群体又那么大，于是，笔者写了这本小书，期望能对清香型白酒质量的提高，增进人们对清香型白酒的认识起到一点推动作用。

在这本书中，讲了清香型白酒的技术发展史及展望，因为人们有了解技术史的必要。据说在有些发达国家的博士生课程设置中，也是将本专业的技术史作为一门必修课的。因为如果不懂历史，就不可能真正明白现在和预示明天。书中还谈到了近 20 多年来对清香型白酒科研投入不够等状况，但“兵无常势、水无常形”，事在人为，一切均在变化之中。本书还将各种香型白酒的技术特点及产品风格做了对比，并说明了如此对比的必要性。其实它们之间在很多方面具有可比性，但也可以说在产品风味上的某些方面是不存在可比性的，各有其优势和劣势，也不能强求消费者的饮用习惯绝对一致。否则各种香型白酒为什么能如此长期并存、并将继续并存下去呢！

关于本书中的一些学术观点、意见和建议，大多是众多专家的

看法和想法，当然也有笔者的部分见解。一切正确的认识，均来自于实践而又高于实践，存在不同的观点是完全正常的现象，也是完全可以理解的，而且对于很多问题的讨论，理应不断地进行下去，这是进步的表现，应该予以提倡。

笔者虽与酒“为伍”已几十年，也可以说是科班出身，但至今仍然感到在酒的方面还存有不少盲点甚至可能是误区。因此，在写这本书的过程中，仍有力不从心之感，所以值此脱稿之际，还是觉得书中内容不够全面、不够深刻，很多深层次的内容还未述及。

协助本人编写此书的有郑俭持、康兆华、季永福等同志，在此一并表示谢忱。

限于笔者水平或疏忽，书中定有不当或错误之处，欢迎广大同仁批评指正。

编著者
2005 年 1 月

目 录

第一章 总论	1
第一节 清香型白酒的地位和特点	1
一、从白酒的分类看清香型白酒的地位	1
(一) 从各种香型白酒看清香型白酒的地位	1
(二) 从清香型白酒所包括的类别看其地位	4
二、10 种香型白酒的“三大”对比	7
(一) 10 种香型白酒生产技术的对比	8
(二) 10 种香型白酒的成分及香味特征对比	15
三、清香型白酒的优势	19
(一) 清香型白酒名声平平的原因	19
(二) 清香型白酒的若干优势	24
第二节 清香型白酒的技术发展简史	26
一、汾酒试点是清香型大曲白酒技术史上的一大亮点	26
(一) 制曲方面	26
(二) 分离菌株	28
(三) 酿酒工艺	28
(四) 分析与品尝等的研究	29
二、清香型小曲白酒的技术发展史略	30
三、清香型麴曲白酒技术发展简史	33

(一) 烟台试点及其发展	34
(二) 其他	36
四、各种新技术的应用进展较快	37
第三节 清香型白酒的技术展望	37
一、原料方面	37
二、糖化发酵剂	38
三、研制香酯和酯化液等	39
四、合理使用酒糟	39
五、运用基础知识, 研究解决清香型白酒生产中的问题	40
六、应用新技术改良清香型白酒工业	43
第二章 清香型白酒生产中的微生物与酶类	45
第一节 清香型白酒生产中的微生物	45
一、清香型白酒生产中的有益菌和有害菌	45
二、清香型大曲白酒生产中的微生物	46
三、清香型小曲白酒生产中的微生物及优良菌株	50
四、清香型麸曲白酒生产用的菌株	53
五、清香型白酒微生物的检测、选育、鉴定、复壮、保藏	55
(一) 清香型白酒菌种的要求	55
(二) 介绍几个微生物检测、菌种选育、复壮的实例	56
第二节 清香型白酒生产中的酶类	61
一、淀粉酶类	61
二、蛋白酶类	64
三、酒化酶及酯化酶	65
四、其他酶类	65
第三章 清香型大曲白酒生产技术	68
第一节 汾型大曲白酒生产技术	68
一、汾型大曲白酒生产实例	68
(一) 制曲厂房和设备及工艺	68
(二) 发酵及蒸馏设备和工艺	85

(三) 贮酒、勾兑	96
二、类汾型大曲酒生产实例	97
第二节 清香型大曲老白干酒生产工艺	105
一、以老五甑混蒸续 _续 法生产清香型大曲老白干酒的实例	105
二、以“清蒸二次清”工艺生产清香型大曲老白干酒的实例	111
第三节 清香型大曲青稞酒生产技术	112
一、清香型青稞酒大曲制作实例	114
二、清香型大曲青稞酒制酒技术实例	118
三、清香型大曲青稞酒生产中应用活性干酵母的实例	121
第四节 其他清香型大曲酒生产实例	126
一、台湾省清香型大曲酒生产实例	126
二、闽南清香型大曲白酒生产技术实例	132
第五节 清香型大曲白酒优质高产的措施	140
一、汾型大曲白酒高产优质的措施	140
(一) 关于制曲	140
(二) 投料发酵、蒸馏、贮酒	152
二、提高清香型大曲老白干酒质量的措施	164
(一) 优质红心曲的制作经验	164
(二) 老白干大曲酒酿制经验实例	169
三、提高大曲青稞酒原料出酒率的体会	173
第四章 清香型传统小曲白酒生产技术	175
第一节 传统小曲制法实例	175
一、闽西白酒药	175
二、册亨酒曲	176
三、湖北绿衣观音土曲的制作	177
四、湖北加药糠曲制法	181
五、制作强化小曲的 2 个实例	181
六、制作纯种小曲的讨论	184

第二节 清香型传统小曲白酒酿制实例	186
一、江西稻谷传统小曲白酒生产实例	186
二、湖北省传统小曲白酒生产实例	188
三、耐高温酿酒活性干酵母应用实例 2 则	189
第五章 纯种根霉酵母麴曲清香型白酒生产工艺	191
第一节 纯种根霉酵母麴曲制作技术	193
一、纯种根霉酵母麴曲制作的经验之谈	193
二、根霉麴曲的制作工艺	199
(一) 根霉麴曲种子的培养	199
(二) 制根霉麴曲三法	206
三、酵母麴曲的制作工艺	212
(一) 酵母麴曲种子的培养	212
(二) 培制酵母麴曲	214
四、根霉酵母麴曲的混成	215
(一) 根霉麴曲与酵母麴曲的混合比例	215
(二) 根霉酵母麴曲的质量标准	216
五、用耐高温酿酒活性干酵母与根霉制作根霉酵母 麴曲	218
(一) 实例 1	218
(二) 实例 2	219
第二节 根霉酵母麴曲清香型白酒制酒工艺	222
一、根霉酵母麴曲清香型白酒制酒工艺综述	222
(一) 原料浸泡与糊化	222
(二) 培菌糖化	225
(三) 发酵、蒸馏	227
二、各地区不同原料制根霉酵母麴曲清香型白酒的 实例	229
(一) 贵州用玉米制根霉酵母麴曲清香型白酒实例	229
(二) 四川用糯高粱和小麦制根霉酵母麴曲清香型白酒 实例	231

(三) 四川用大米、小麦制根霉酵母麴曲清香型白酒 实例	232
(四) 四川用稻谷制根霉酵母麴曲清香型白酒 2 例	234
(五) 利用根霉酵母麴曲制清香型青稞白酒	237
(六) 闽南地区和台湾省利用根霉、酵母生产大米白酒 的工艺	242
三、提高成品酒质量及原料出酒率的措施	248
(一) 培菌糖化和发酵过程不正常现象及其防止	248
(二) 提高酒质及出酒率的途径	251
第六章 曲霉麴曲清香型白酒生产技术	259
第一节 曲霉麴曲制作技术	259
一、白曲制作工艺	260
(一) 曲盒制曲	260
(二) 帘子制曲	261
二、制东酒 1 号曲	261
(一) 制种曲	261
(二) 曲池制曲	264
三、UV-11 及其变异株制麴曲工艺	265
(一) 菌种	265
(二) UV-11-48 曲盒法制麴曲例	268
(三) 帘子法制 UV-11-48 麴曲	271
(四) 曲池通风法制 UV-11-48 麴曲	272
四、方心芳先生的《高粱酒曲改造论》摘要	273
(一) 黑曲霉制麴曲实例	274
(二) 日本黑曲霉高粱曲及小米曲	276
五、米曲霉地面制麴曲法	277
六、UV-11 生料制麴曲	278
七、多菌种麴曲实例	279
第二节 酒母制作技术	280
一、酿酒酵母的酒母培养	281

(一) 液态法培养酒母	281
(二) 固态法培养酒母	285
二、生香酵母的培养	287
(一) 生香酵母的营养要求及培养条件和时间	287
(二) 生香酵母的液态和固态培养法	289
第三节 曲霉麴曲清香型白酒制酒工艺	294
一、制酒工艺概述	294
(一) 普通和优质白酒工艺类别	294
(二) 曲霉麴曲清香型白酒生产工艺条件综述	297
二、曲霉麴曲老白干酒生产技术与产品特点	305
三、二锅头酒的生产技术与产品特点	307
(一) 二锅头酒的生产技术演进	308
(二) 普通二锅头酒生产工艺实例	310
(三) 二锅头酒的质量特点	313
四、清香型麴曲玉兰酒生产工艺	315
五、多微麴曲清香型白酒生产实例	316
六、曲霉麴曲清香型白酒提质增产的途径	317
(一) 提高酒质的综述	317
(二) 提高曲霉麴曲清香型白酒质量的实例	323
(三) 低度清香型曲霉麴曲白酒生产实例	325
七、关于生料制曲霉麴曲清香型白酒	327
八、日本烧酎生产工艺	330
参考文献	332

第一节 清香型白酒的地位和特点

一、从白酒的分类看清香型白酒的地位

（一）从各种香型白酒看清香型白酒的地位

在 20 世纪 50 年代开始对白酒传统技术进行广泛、科学的总结，并在对各类白酒进行深入的分析和品评、比较的基础上，于 1979 年举行第三届全国评酒会期间，确定白酒按香型分为清香型、浓香型、酱香型、米香型及其他香型五大类产品进行品评。实际上为四大基本香型。因为所谓的其他香型白酒，大多是以一种或两种甚至两种以上基本香型白酒的工艺，乃至别的手段，相融合而形成具有自身独特技术和风格的产品。换言之，其他香型白酒除个别名酒外，大部分是从四大基本香型白酒衍生而来的，包括豉香型、特（香）型、芝麻香型、兼香型、凤（香）型及药香型 6 种香型白酒。10 种香型白酒的相互关系如图 1-1 所示，供参考。

即使是四大基本香型白酒，也不是绝对孤立存在的，它们在生产技术及产品成分等方面，也是“你中有我，我中有你”的。至于其他香型中的 6 种白酒：豉香型白酒很明显是由米香型白酒衍生而来的，因其原酒即为米香型白酒；特（香）型白酒由酱香型、清香

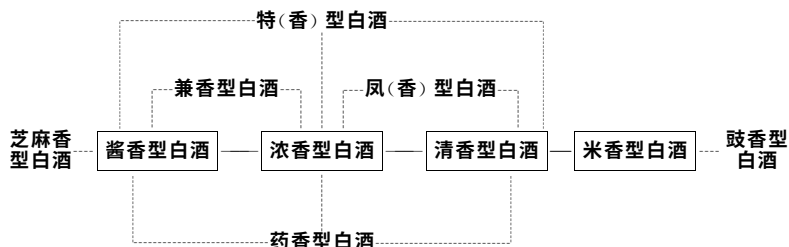


图 1-1 10 种香型白酒的相互关系

型、浓香型白酒衍生而来，因虽其原料为大米，但因采用固态发酵法等技术，故其风格与米香型和豉香型白酒迥异；芝麻香型白酒由酱香型白酒衍生而来，可以说是酱香型白酒的一个分支，具有轻微的酱香和明显的焦香，近似于炒芝麻的香气；兼香型白酒由浓香型和酱香型白酒衍生而来，如白云边酒“酱中带浓，以酱为主”，西陵特曲则为“浓中带酱，以浓为主”；凤（香）型白酒的制曲原料似清香型白酒，但制曲温度似浓香型白酒，为中高温曲，产品成分又以乙酸乙酯为主、己酸乙酯为辅，故成品酒兼具清香型及浓香型白酒的特点；药香型白酒所用的大曲和小曲，均使用了数十种中草药材，故带有中草药赋予的香味，但它是以固态发酵法制取的小曲白酒串蒸经长期发酵的香醅而成的，所以又有兼具“清、浓、酱”三种香型白酒的特点。

1981 年，有关单位对玉冰烧的香味成分进行了剖析，为其从原来的米香型白酒引申为豉香型白酒提供了科学依据，该酒在第四届和第五届全国白酒评酒会上，被评为国家优质酒；在 1984 年举行的原轻工业部酒类大赛中，芝麻香型白酒就被单列为一种香型的产品，在 1989 年第五届全国白酒评酒会上，又正式确定芝麻香型白酒为一种独立香型的产品；自 1980 年至 1994 年，原轻工业部食品发酵研究所等单位，对江西四特酒、山东景芝白干酒、湖北白云边酒、陕西西凤酒、贵州董酒的香味成分进行了分析，为确认特（香）型酒、芝麻香型酒、兼香型酒、凤（香）型酒、药香型酒提供了科学依据。其中四特酒在第五届全国白酒评酒会上，被评为国

家优质酒；白云边酒早在 1979 年的第三届全国白酒评酒会上，被评为国家优质酒；西凤酒在第一届全国评酒会上就已被评为国家名酒，其在第三届全国白酒评酒会上，被列为大曲清香型白酒，第四届、第五届两届全国白酒评酒会上，又被列入“其他香型”白酒，但未确定其为独立香型产品，直至 1992 年国家主管部门正式确认其为凤（香）型白酒，该酒连续三届均被评为国家名酒；董酒则早在 1963 年第二届全国白酒评酒会上，就被评为国家名酒。而名扬中外的属于清香型白酒的汾酒，则在历届全国评酒会上均荣获国家名酒称号；用其调制的配制酒“竹叶青酒”，自第二届全国评酒会起，也一直被评为国家名酒。

据统计，清香型白酒在 20 世纪 50 年代初期，其产量在全国各类白酒中占首位；在 20 世纪 90 年代之前，清香型白酒的产量也一直呈平稳上升的趋势。但由于种种原因，在以后的十多年中，浓香型白酒则超速于清香型白酒的发展。其实早在 20 世纪 80 年代初，就连北京有的白酒厂也到四川背“窖泥”回来仿制“五粮液”，也有的厂仿制“茅台酒”；即使是地处寒冷的黑龙江省，后来也以“浓、酱”相兼的白酒作为该省的主导产品。但是，近年来人们对白酒的香气开始重新认识，似乎更注重白酒香气的愉悦感、口味及卫生指标了：有人提出了研制淡雅型浓香类白酒的课题；有的试图生产以特型酒与浓香型白酒结合，或以米香型白酒为基础，与浓香型白酒结合的醇爽型白酒；还有人想以小曲酒为基础，调制浓香型白酒；而更多的人则把目光转移到清香型白酒的改进和新产品的开发上。这是酿酒工作者和白酒消费者在理念上进一步成熟的表现。

这里还有必要提一下，有的专家和学者是不赞成白酒以香型分类的；另外，虽然有关组织提出了白酒划为独立香型产品的 4 项条件，即工艺独特、有一定产量、必要的科学依据、拥有足够的消费对象。但总的说来还是较为抽象，难以把握，加之人们在执行中也产生了不少弊病。再则，假如白酒应以香型分类为好，那香型也应“不宜太多”才是。我们主张白酒产品的多样化，但绝不是为多样

化而多样化，而应推陈出新，取传统产品之精华，去其糟粕，以创造更有利于消费者健康的产品；而绝不应单纯地去追求所谓的“技术含量”多少、香气大小、附加值高低之类的目标。让我们考虑以下两个问题：就香型论香型，在已经“独立”的香型中，是否每一个都有“独立”的必要呢？据说还有一些“酒”想“独立”，试想，全国的白酒产品是数以千计、万计的，每种酒的工艺和产品风格绝不可能完全相同，即使是同一产品，其质量状况有时也波动很大。如果都搞“独立”，那白酒的分类还有什么意义呢？

综上所述，清香型白酒是白酒最基本的香型产品之一，具有怡人的苹果样芳香。所以笔者认为，也可喻为“果香型白酒”，并在口味的质感和安全性等方面，亦具有一定的优势，因此有其他白酒无可取代的地位和发展空间。

（二）从清香型白酒所包括的类别看其地位

按白酒生产时所用的糖化发酵剂分类，清香型白酒囊括了所有的糖化剂，而在浓香型和酱香型白酒的生产中，则大多使用大曲或麸曲，但不用小曲。

1. 大曲清香型白酒

如国家名酒汾酒、宝丰酒，以及衡水老白干等。

2. 小曲清香型白酒

小曲酒有4种香型的产物：即采用先经固态糖化后，再加水发酵、蒸馏而得的米香型小曲白酒，如桂林三花酒等；以米香型小曲白酒为原酒，浸泡肥猪肉而成的豉香型小曲白酒，如广东玉冰烧等；从固态法制取的清香型小曲原酒，串蒸大曲香醅而得的药香型白酒，董酒即为一例；采用固态培菌糖化、发酵、蒸馏法生产的清香型小曲白酒，也可称为川法清香型小曲白酒，这种酒在1993年时，产量约占四川省白酒总产量的1/3。实际上，川法清香型小曲白酒广布于贵州、云南、两广、两湖、福建、台湾等省，年产量为70万吨左右。所以清香型小曲白酒是小曲白酒中很重要的一类产物。这种酒的生产技术，理应在本书中作详细论述。

清香型小曲白酒具有独特的醪糟样香和 β -苯乙醇等呈现的香

气，以及口味清爽的特点。经有关单位对其生产技术及香味成分进行研究分析，认为应将其归为清香型白酒之列。这一建议已经得到白酒界的广泛认可。

清香型小曲白酒的香味成分特点如下。乙酸和乙酸乙酯含量居多；乙酸乙酯：乳酸乙酯=1：(1.0~0.6)；乙酸：乳酸=1：0.8；总酯：总酸=5：4。而清香型大曲白酒总酯：总酸=5.5：1；高级醇含量较高，异戊醇：异丁醇≈1：0.6；乙缩醛：乙醛=1：(1.0~0.6)；总酸：总酯：高级醇：总醛=1：1.07：3.07：0.37。

再仅将4种不同香型小曲白酒的乙酸乙酯与乳酸乙酯量比关系列于表1-1。从中不难看出确定其各自香型的科学依据。

表 1-1 四种不同香型小曲白酒的乙酸乙酯
与乳酸乙酯量比关系 单位：mg/100mL

酒 名	香 型	乙酸乙酯含量	乳酸乙酯含量
四川永川高粱酒	清香	36.8	10.3
四川江津高粱酒	清香	53.2	8.4
董酒	药香	121.1	75.2
桂林三花酒	米香	25.0	110.0
浏阳河小曲酒	米香	46.0	132.2
玉冰烧	豉香	13.9	166.8

凡是在总酯中的乙酸乙酯含量居于首位者，才是真正的清香型白酒。但有时有的清香型小曲白酒或米香型小曲白酒，其乙酸乙酯与乳酸乙酯的比值接近于1，很难断定两者的香型。所以有的专家建议，将米香型白酒也归入清香型小曲白酒的范围。如果这一建议被正式采用，则清香型小曲白酒的范围就更扩大了，其地位也相应地进一步提高了。

从表1-1可见，通常米香型小曲白酒的乳酸乙酯含量是大大超过乙酸乙酯的；而清香型小曲白酒则相反，其乙酸乙酯含量远大于乳酸乙酯。至于玉冰烧，在“两酯”的量比上，与米香型小曲酒相似，但因其具有经肥猪肉浸泡而形成的豉香味，故其香型也就独立而称了；而董酒的“两酯”量比关系，则接近于清香型小曲白酒，

但因其制取大曲、小曲时，使用了 135 味中草药，使成品酒具有药香味，所以也单独另立香型。

3. 小曲与大曲混用的白酒

如上述“2.”中提及的董酒，虽然也是小曲和大曲并用的白酒，但因其用于串蒸香醅的基酒即为小曲清香型白酒，所以有关著作将其列入小曲白酒的范围也未尝不可。

也有的白酒生产，是采用先由小曲培菌糖化、后加大曲粉进行发酵的，简称“先小后大”法。

“酒鬼”酒的生产，也是以小曲与大曲相结合的特例。但该酒的工艺，则以浓香型和酱香型大曲酒为主。因此，其香型当然也不能归入清香型小曲白酒之列了。但它与“白云边酒”也有区别，除地理环境外，“酒鬼”酒使用了小曲。

4. 散曲清香型白酒

中国古代称散曲为摊曲或撒曲和粉曲，是周朝时的主要酒曲，后来才演进为饼曲。但日本则从来无饼曲之类的小曲，就一直使用散曲酿酒。例如日本使用黑曲霉之一的泡盛曲霉制成散曲生产烧酒。可能是散曲培养较容易的缘故。但培养散曲需用糖化力强的曲霉或根霉，并须提供使其充分繁殖和分泌积累酶系的条件。

顾名思义，所谓散曲是指成曲呈粒状或粉状的曲，有别于成型的小曲和大曲。目前，中国用于生产清香型白酒的散曲，有以纯种黑曲霉或白曲霉等培养的麸曲、用纯种根霉培养的麸曲，或以根霉和酵母经分别培养成麸曲后按比例混合而成的散曲。被俗称为红大米的红曲，也是一种散曲。

这里有个概念应澄清一下，即过去人们往往把以纯种根霉和酵母培制的麸曲也称为小曲；而只把以曲霉、酵母培养而成的散曲称为麸曲。这是不确切的，混淆了小曲与散曲的基本概念。目前，在川法清香型白酒生产中，已大多采用了以根霉、酵母培制的麸曲。

以曲霉培制麸曲生产的清香型白酒，有的存在苦味较重或由于使用菌株不当、麸皮太细，以及稻壳过量或未予以彻底清蒸等原因，而带有较明显的稻壳气味的问题。这是应该注意的。即使是获

有国家名酒称号的大曲清香型白酒，如果不严格执行科学的操作规程，则成品酒也会产生类似于上述的问题，在生产实践中已发现过此类现象。

由于制曲时温度等条件的不同，麸曲也可用于酱香型或浓香型白酒的生产。

5. 以酶制剂及活性干酵母制取清香型白酒

前述的大曲、小曲和散曲，均为采用固态法培养后即使用的粗制糖化发酵剂；而酶制剂及活性干酵母则是以纯菌种培养而成的液态曲和酵母培养液经提取而得的糖化发酵剂。当然也可用上述的固态曲加水浸泡后，再提取酶制剂和活性干酵母。但由于产品纯度、成本及曲中有效成分损失等原因，通常不采用此法。

在前述的大曲、小曲或散曲清香型白酒生产中，有的厂使用部分糖化酶、酸性蛋白酶及活性干酵母，包括耐高温酒精活性干酵母及生香活性干酵母等；但也有的厂只用酶制剂和活性干酵母生产清香型白酒。例如有的“二锅头酒”生产厂，最早是用大曲制酒的；后来改用麸曲或麸曲加部分糖化酶及活性干酵母制酒；现在则完全不用曲了。但白酒酿造工作者通常认为，制取糖化发酵剂的菌类越少，则酒的风味更趋淡薄。所以有的厂使用纯种的多种霉菌及酵母菌株制取麸曲，名曰“多微麸曲”。如六曲香酒就是利用不同菌株培制的6种麸曲生产的。当然菌株如何组合，有很多形式，酿酒工作者可通过试验选择。但也不是使用菌株越多酒质就越好。国内外均有这样成功的例子：即选用2~3株优势互补的菌株，甚至1株霉菌及1株酵母，亦可以制取酒质较好的酒品。关键在于菌株的优秀程度。菌种选育工作并不难做，但须安排事业心强的专人，几十年如一日地不间断地去做这项工作。

二、10种香型白酒的“三大”对比

即它们之间在生产技术、产品香味成分及产品风格上的对比。实际上，这三者是统一的，密切相关的。作为白酒酿造工作者，应该大体了解国内外各种酒类、尤其是蒸馏酒的相关情况，至少应对

各类白酒的有关状况进行对比。因为只有建立在“初步百通”基础上的“一通”，才能融会贯通，举一反三。

（一）10 种香型白酒生产技术的对比

实际上，使白酒产品具有特色的因素很多，除了生产技术外，还有企业所在地域的气候、土壤、水质等自然条件，以及原料状况等。例如“珍酒”的原料和生产工艺，基本上相似于茅台酒，但由于所处的地理环境不同，所以两种酒的质量仍有较为明显的差别；中国历来有“名酒出自佳泉”之说，因为水中的矿物质等成分，必会或多或少地带入酒中，而且对微生物的生长和酶的生成也有直接的影响；白酒酿造界还有“高粱酒香、玉米酒甜、大米酒净、糯米酒浓、大麦酒冲”等说法。

限于篇幅，在此只将 10 种香型白酒的生产技术作简要的对比。这里所谓的技术，通常是指生产设备及工艺两大部分，但广而言之，有时也涉及原料和微生物。

1. 清香型白酒的技术特点

（1）清香型大曲白酒的技术特点 可概括为以下 12 个字：中温制曲、陶缸发酵、清蒸二清。

① 制曲。以大麦、豌豆为原料，经适度粉碎后，在最高品温不超过 50℃ 的条件下，分别制取清茬、红火、后火三种大曲。再按一定比例混合后使用。

② 制酒。采用“清蒸清烧二次清”的工艺，即 1 次投料、2 次加曲、2 次发酵、2 次蒸酒。流酒温度为 25~30℃，可谓低温流酒，该温度低于浓香型白酒的中温流酒和酱香型白酒的高温流酒温度。将高粱适度粉碎、清蒸、加曲粉发酵约 28 天后，蒸取“大_糖酒”；再加曲粉、发酵 28 天、蒸取“二_糖”酒后，即行扔糟。上述 2 种酒分别贮存 1 年后，再勾兑为成品酒。所以生产全过程突出一个“清”字，所谓“一清到底”，辅料也是先经清蒸后才使用的。

（2）清香型川法小曲或根霉麴曲白酒的技术特点 以整粒或粉碎的高粱或玉米等为原料，用天然或纯种根霉、酵母小曲或以纯种根霉和酵母制取的少量麴曲为糖化发酵剂，在木箱内培菌糖化 20

多小时后，配入原料量 3~4 倍的母糟，入池踩紧发酵 5~6 天，即可蒸酒。

(3) 清香型麸曲白酒技术特点 以高粱为原料，以纯种霉菌培养的麸曲、液态培养的酒糟酵母液（酒母）和固态培养的生香酵母为糖化发酵剂，利用陶瓷板贴面的水泥池、砖池或陶缸为发酵容器，个别厂采用“两排清”工艺，大多数厂采用清蒸清烧回醅发酵工艺。即通常每天有 6 甑的工作量：蒸 3 甑_糯子，1 甑回糟，2 甑新料。发酵期为 3~5 天，因季节而异。

(4) 采用纯酶制剂及活性干酵母制清香型白酒的技术特点 除糖化发酵剂外，其余基本同上述 (3)。

2. 浓香型白酒技术特点

以浓香型大曲白酒为例：以高粱为原料，采用中高温曲、泥池发酵、混蒸续_糯（多次投料）的老五甑工艺。其中，四川采用“原糟分层堆糟法”、“跑窖分层蒸馏法”等工艺；而苏、皖、豫、鲁等省，则采用混烧老五甑工艺。但均须掌握物料入池“三低一高”的原则：入池酸度、淀粉浓度、温度均较低；入池水分则较高。此外，还采用“滴窖”和“控黄水”的操作。四川的所谓“六分法”，是指分层投粮、分层发酵、分层堆糟、分层蒸馏、分段摘酒、分质并坛的操作方法。

(1) 制曲 原料为小麦或小麦中加一定比例的大麦。经适度粉碎、制坯后，在最高品温控制于 50~60℃ 的条件下制曲。

(2) 泥土老窖 窖的四壁及窖底的材质，均为适于己酸菌及丁酸菌生长的窖泥。讲究所谓的“千年窖、万年糟”之道。

(3) 制酒 采用如前所述的多次配料、多次发酵、蒸酒的混蒸混烧法。发酵期长达 45~90 天。其中四川为 60~90 天；苏、皖、鲁、豫等省为 45~60 天。浓香型大曲白酒流酒温度为 35℃ 以上，谓“中温流酒”；清香型大曲白酒为“低温流酒”，25~30℃；酱香型大曲白酒为“高温流酒”，35℃ 以上。成品酒贮存期与清香型大曲白酒相近，为 1 年左右。

也可用麸曲制浓香型白酒。但也须采用中高温曲及泥窖发酵等

工艺。制纯种麸曲的菌种为河内白曲霉或黑曲霉，加产酯酵母。

3. 酱香型白酒的技术特点

以酱香型大曲酒为例。原料为高粱。其技术特点可概括为：“两次投料”、“石壁泥底”、“四高一长”、“八轮发酵”。其中“石壁泥底”指发酵容器为以条石或碎石作壁、黄土作底的窖；“四高一长”指高温制曲、高温堆积、高温发酵、高温接酒，很长的发酵期和成品酒贮存期均居各类白酒之首。高温制曲有利于抑制适于在较低温度下生长的微生物的繁殖，而有利于耐高温的枯草杆菌等细菌的生长；并在较高的温度下，生成某些成分，最终带入酒中。高温堆积犹如“二次制曲”，品温可升至 $45\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。发酵品温高达 $42\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，当然也与醅中的菌况及其代谢有关。每轮发酵期为1个月，经8轮次发酵、完成整个酿造周期后，方能扔糟，足见其发酵期的惊人之长。这样原料出酒率当然会低，但酯化反应等则较充分。酱香型大曲白酒生产的用曲量，与酿酒原料高粱相等，若折算成制曲原料小麦，则其用量远大于高粱。生产1kg酒精体积分数为53%左右的酱香型大曲酒，约需高粱2.7kg，大曲3kg以上。而浓香型及清香型大曲酒的用曲量，则分别为高粱的20%~25%^①及20%以下。接酒温度为 $35\sim 42^{\circ}\text{C}$ ，甚至更高。这当然与成品酒中高沸点与低沸点香味成分的种类和比例相关。而浓香型和清香型大曲酒的接酒温度则分别为 35°C 左右和 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。蒸馏所得的酱香、窖底香及甜醇型三种酒分级入库存后勾兑。酱香型大曲白酒的贮存期长达3年之久。

(1) 制曲 以小麦为原料。制曲过程最高品温为 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 制酒 自第二轮发酵后，全过程为清蒸清烧。

酱香型白酒也可用高温麸曲生产：大多使用河内白曲霉和汉逊酵母、球拟酵母、1312酵母等产酯酵母，有的使用从高温麸曲分离而得的细菌。采用清蒸二次配醅的四大甑，以及清蒸清烧三遍清的清六甑工艺；还有采用老五甑制取基础酒，单作酱香和窖香调味

① 如未特殊注明，本书所提及的百分数为质量分数。——编者注

酒进行勾调的。还与生产浓香型麴曲白酒不同的是，在入窖条件上，要求高淀粉、低水分。另外，要注意“三高”的原则，即高温堆积、高温发酵、高温流酒。

从上述三大香型白酒的主要技术特征，是否可以提炼出如下4条核心技术：一是在高温及中高温曲制作过程中所培养的微生物和产生的成分，有助于增强成品酒的“醇厚度”；二是无论采用全泥窖或只是窖底为泥的窖，均有助于己酸菌、丁酸菌和甲烷菌等微生物的生长，以及己酸、丁酸、己酸乙酯及丁酸乙酯等相关成分的生成；三是发酵方式和发酵期的长短，也是影响成品酒的决定性因素之一；四是不同香型的大曲酒，应有相应的流酒温度和贮酒期。

4. 米香型白酒的技术特点

以大米为原料，以药小曲、无药纯种小曲或散曲、散曲加酒母为糖化发酵剂。有以下3种生产方法。

(1) 先固态后半固态法 大米蒸饭、冷却后，加0.8%~1.0%药小曲粉拌匀，搭窝进行固态培菌糖化20~24h后，再加原料量约130%的水，在半固态下发酵6~7天，再蒸酒。

(2) 全程半固态法 大米蒸饭、冷却后，加原料量约130%的水及18%~22%的小曲饼粉，进行糖化发酵15~20天。再蒸酒。

(3) 液态培菌糖化、发酵法 台湾米酒原用白药（小曲）酿制。由于出酒率和酒质不稳定，于1950年改用机械化操作的阿米诺法：在无菌条件下，利用纯种根霉和酵母培养液体曲和酒母。投料12t，蒸饭冷却后，加原料量约150%的水，以及1~2L的液体曲，在35~38℃下，培菌糖化36~40h。期间每隔3~4h通风搅拌30min。再接入1~2L酒母，在20~24h内，定时进行通风搅拌，至发酵旺盛期开始为止。此后再静置发酵7~8天。即可使用蒸馏釜或连续蒸馏机蒸酒。该法类似于日本烧酎的生产。但日本烧酎的糖化剂是以黑曲霉或白曲霉培制的散曲。

5. 其他香型白酒的技术特点

(1) 豉香型白酒的技术特点 以玉冰烧为例：以上述全程半固

态法制取的米香型小曲酒为基酒，用肥猪肉浸泡 3 个月后，再精心勾兑即可。

这里需说明一下，笔者将这种以整粒大米为原料，加水量较少的醪之状态称为半固态；而只将那种原料充分粉碎或不粉碎，但加水量均较多，使醪呈较稀薄的状态才称之为液态，如酒精发酵醪等。但有的酿酒工作者则将上述两种状态均称为液态，而只将前期固态培菌糖化、后期加原料量 125% 左右水的糖化发酵法称之为半固态发酵法。另外，在有些专著中，将边糖化边发酵的形式称为“双边发酵”。其实，称之为“并行复式发酵”法较为贴切。

(2) 芝麻香型白酒的技术特点 举 2 例如下。

① 梅兰春酒。选用河内白曲霉及酵母、细菌各类菌种达 20 多株，麸曲与大曲并用，即麸曲加 10% 的大曲。制酒原料配比为：高粱 80%、小麦 10%、麸皮 10%。发酵容器为水泥池，但池底材质为经发酵的“香泥”。

工艺要点为“四高一定”，即高温制曲，高温堆积，高温发酵，高温流酒，定期贮酒。制曲最高品温为 45~55℃，属于中高温曲；入池前物料堆积温度可升至 50℃；发酵最高品温为 45~50℃，发酵期为 30 天；流酒温度为 35℃ 左右；用陶瓷缸贮酒，为期 1 年。

② 景芝白干。糖化发酵剂为以小麦为原料制取的中高温大曲，最高品温 50~55℃，制曲周期为 1 个月；用白曲霉、5 株生香酵母及 8 株细菌，分别制取麸曲。加曲量为：大曲 5%、白缸 16%、生香酵母麸曲 10%、细菌麸曲 4%。

制酒原料配比为：高粱 85%、小麦 5%、麸皮 10%。

采用老五甑工艺：料醅比为 1 : (4~4.5)；堆积温度从 20~25℃ 升至 47~50℃，时间为 24h 左右；发酵期为 1 个月；流酒温度为 25~30℃；用贮存 1~2 年的基础酒，调以贮存 3~5 年的陈酒、芝麻香突出的调味酒，以及酒尾或焦香突出的酒。

(3) 兼香型白酒的技术特点 通常糅合酱香、浓香两种香型白酒的技术特点，如高中温制曲、多次投料、高温堆积、续_糟发酵、

8个轮次、窖泥增香等。通常采用老泥窖或石窖泥底、泥封。举2例如下。

①“酱中有浓”型的兼香型大曲酒技术特点。前7轮操作按酱香型白酒进行，并使用高温大曲；第8轮发酵则按浓香型白酒工艺操作，用曲也改为中高温曲。所用的高温大曲，其制作时的最高温度达65℃左右。某厂使用的发酵容器为3.5m×3m×3m（长×宽×高）的砖砌水泥池，池底垫有6~10cm厚的人工窖泥。每轮的发酵期为1个月。各轮次、各层次醅蒸得的酒，质量是不同的，须分型、按质摘取、贮存。通常为：上层醅蒸的酒乙酸乙酯香气较明显，并微呈酱香；中层醅蒸的酒较醇和、清雅；下层醅蒸的酒己酸乙酯香气较突出；酒尾虽酱香较浓，但酸味重，且乳酸乙酯和糠醛含量均很高。所以，酒贮存后的勾兑成型操作尤为重要。

②“浓中带酱”型兼香型大曲白酒的技术特点。采用酱香型白酒和浓香型白酒分别发酵产酒、蒸馏、贮存后精心勾兑的工艺路线。制酒原料均为高粱。

a. 制酱香型白酒。高温小麦大曲的用量为制酒原料高粱的100%。前6轮整粒原料投1次料，在水泥池中按大曲酱香型白酒生产工艺操作，每轮发酵期缩短为25天；6轮后继续投料，转入泥池，按浓香型白酒的续_糟老五甑混烧工艺操作，发酵期为45天。使生产的酱香型白酒的乙酸乙酯与乳酸乙酯的比值大于1。也可提前为第4轮后及时续粮，以提高酒醅淀粉浓度。续料后转为浓香型白酒工艺。这样可避免“酱大欠浓”的缺点。

b. 制浓香型白酒。采用人工老窖、以小麦中高温大曲为糖化发酵剂、续_糟混蒸、发酵60天的工艺路线。为稳定和提高成品酒的质量，还采取辅料清蒸、双轮底发酵、增浆加馅、己酸增香、增己降乳、养窖泥盖、高度摘酒等综合措施，使所制成的浓香型白酒的乙酸乙酯与乳酸乙酯的比值小于1。

c. 还采用“酱、浓”分型发酵后，将两种酒醅按预定比例进行混蒸取酒的工艺。

上述各类基础酒的贮存期各不相同：在大曲酱香工艺酒中，6

个轮次的酒也各不相同，通常为 2~3 年，按质而异；酱香转浓香工艺的酒为 2 年；浓香型工艺酒为 1.5 年；浓香醅与酱香醅混蒸而得的酒为 1.5 年；特殊老酒则为 5 年；特殊调味酒在 3 年以上。

浓香酒与酱香酒的勾兑比例（体积），以 8:2 为宜。过去曾将兼香型白酒误认为浓香型白酒。因此，应掌握勾兑的恰当比例。

（4）特（香）型白酒的技术特点 以四特酒为例，有人归纳为：“整粒大米为原料，大曲面麸加酒糟，红褚条石垒酒窖，三型兼备又不靠”。

① 以整粒大米为原料。不同于碎大米或未脱稻壳的稻谷粒，大米未经浸泡，直接与酒醅混蒸，必然会将特有的饭香等成分带入酒中。

② 大曲原料配比独特。面粉 35%~40%；麦麸 40%~50%；酒糟 15%~20%。其好处一是调整了碳氮比，生麸皮也带来了自身的 β -淀粉酶；二是酒糟的菌体自溶物等提供了许多特殊的微量营养成分；三是改善了曲坯的疏松度，以利于有益微生物的生长；四是酒糟经再次堆积后加入其他原料中，等于接种了四特酒大曲特有的微生物；五是酒糟调整了物料的酸度，有利于抑制杂菌而促进有益菌的生长，霉菌和酵母均适于在偏酸性条件下繁殖。

③ 特有的发酵窖。用当地特产红褚条石砌制，以水泥勾缝，仅在窖底和封窖时用泥。据分析，红褚条石具有质地疏松、吸水性能强等优点。

④ 成品酒具有“清、浓、酱”三香型兼备的特征。

四特酒的生产工艺，由原来的老五甑法演进为现在的续_糟混蒸 4 甑操作法。窖的容积为 7m³。4 甑入窖物料为大_糟、小_糟、二_糟、回活。其中大_糟和二_糟的料醅比和用曲量随季节不同而有所调整。

（5）药香型白酒的技术特点 以董酒为例。制酒原料为高粱；制大曲原料为小麦，小曲原料为大米。

① 制曲。将原料分别粉碎后，分别加入中草药粉末等制坯培曲。大曲为中温曲。大曲用量为总用曲量的 90% 左右。

② 制醅。小曲酒醅按固态法制取；大曲香醅的配料较特别：大曲粉为高粱的 10%，小曲酒酒糟、董酒糟、未蒸酒的香醅分别

为高粱的 50%、30%、20%，并回入酒精体积分数为 60% 的小曲酒约 3%。制大曲香醅的泥窖也较特殊：不同于浓香型白酒强化己酸菌培养，而以当地的白泥、石灰筑窖，并用当地的猕猴桃□浸泡汁抹窖壁，这对董酒成分的量比关系和风格的形成，具有重要的作用。香醅的发酵期长达半年至一年。

③ 串蒸。有两种串蒸法，传统的董酒生产采用“复蒸串蒸法”，即将用固态小曲的酒醅蒸取的小曲白酒，放入底锅后，把上述大曲香醅置于甑箴上，再进行串蒸；另一种叫“双醅串蒸法”，即先将小曲酒醅置于甑箴，再将香醅盖在上面后，用底锅水进行串蒸。现在即采用此法。

(6) 凤（香）型白酒的技术特点 有人归纳为：“清香曲料中高温，酒醅做进土窖里，发酵期短混蒸烧，一年一度换新泥”。另外，采用“酒海”贮酒。

① “清香曲料中高温”。即制大曲的原料与清香型大曲酒相似，大麦为 60%~70%，豌豆为 30%~40%，现改为另加小麦 5%~10%；但制曲温度接近于浓香型大曲白酒，制曲过程中最高品温控制为 60℃。因此，成曲具有“清、浓”相兼的特点。

② 新泥窖。现在虽不是“一年一度换新泥”，而是每年要去掉窖内壁、窖底的窖皮泥，再换上新土。那也大不同于生产浓香型白酒讲究所谓的“千年老窖”，以控制成品酒中己酸乙酯之类成分的含量。

③ 制酒工艺。采用续_糟混蒸的老六甑工艺路线。发酵期原为 11~14 天；现改为 18~23 天，或更长些。但仍是各大曲酒类国家名酒中发酵期最短者。1 年为 1 个生产大周期。

④ 使用“酒海”贮酒：所谓“酒海”，是指用荆条编制、内壁糊百层麻纸、并涂以猪血、石灰后，再用蛋清、蜂蜡、熟菜籽油按一定比例配制而成的涂料涂擦、晾干的大篓。其容量为 100kg~8t。酒在贮存过程中，“酒海”溶出的成分多于陶缸。故成品酒的固形物含量也相对为高。贮酒期相当于酱香型白酒，为 3 年左右。

(二) 10 种香型白酒的成分及香味特征对比

如果人们能预先初步确定某种白酒的香味特征及相应的主要成

分和量比关系，再设计实施预期效果的技术方案，并研制出产品来，这是比较好的步骤。但限于历史条件，传统的白酒即使在生产几百年之后，还未能有人全面地去分析其成分。对白酒成分的探析，就经历了不断深化、修正的过程，这个过程至今尚未结束。但目前基本上已能做到：在讨论各种香型白酒成分特征的同时，会自然地联想到它们的香味状况；并想到各种香型白酒之间的区别和相互关系。这是可喜的一大进步。

对于 10 种香型白酒的四大基本香型白酒中的主体香成分，惟酱香型白酒的情况最为复杂。但也可从与高温有关的美拉德反应等产物着眼，认为其香味可能是由芳香族类、呋喃类、吡嗪类及酸、酯等化合物共同呈现的质感。而清香型、米香型、浓香型白酒的主体香成分，则比较清楚，无非是主要表现在乙酸乙酯、乳酸乙酯及己酸乙酯这 3 种酯的量比关系上。例如，清香型白酒以乙酸乙酯为主体香成分，其含量大于乳酸乙酯；米香型白酒则相反，其乳酸乙酯的含量超过乙酸乙酯；浓香型白酒以己酸乙酯为其主体香成分，含量居各香型白酒之首，当然与此相关的己酸等的含量也很高。

在 6 种“其他香型”白酒中，凤（香）型、特（香）型、兼香型白酒，可从它们所兼香型的“清、浓、酱”三型中的“二兼”或“三兼”中探究，它们的很多成分含量是介于“二型”或“三型”之间的。至于药香型的董酒，虽然呈药香的主体成分尚未清楚，但酒的一些主要成分还是比较清楚的：例如在酯类中，乙酸乙酯含量最高，这与使用多量的清香型固态小曲酒醅有关；并含有一定量的丁酸乙酯，这与筑窖时使用一些白泥等材料有关。还有豉香型白酒和芝麻香型白酒的特征性成分，也可分别与米香型白酒和酱香型白酒作比照。当然，由于在豉香型白酒生产中有浸泡肥猪肉的工序，所以还含有 α -萜烯、庚二酸、壬二酸及其二酯等特征性成分；芝麻香型白酒也含有与独特的原料和工艺相关的 3-甲硫基丙醇之类的特征性成分。

10 种香型白酒的成分及香味特征对比，归纳如表 1-2 所示。

至于它们的风格，因比较抽象，且相互间的形容词又多有雷同，例如大多含“具有本品固有的风格”之类的说法等，故未列入表中。

表 1-2 10 种香型白酒的成分及香味特征对比

10 种香型白酒	成 分 特 征	香气特征	口味特征
清香型白酒	乙酸乙酯为主体香成分。其含量多于乳酸乙酯。例如汾酒某样品的乙酸乙酯为总酯的 56%，乳酸乙酯为总酯的 42%；也有样品其乙酸乙酯：乳酸乙酯=1：0.58 的。纵观大曲、麸曲等各种清香型白酒，其乙酸乙酯与乳酸乙酯之比，以 1：(0.5~1) 为宜，原则上比值绝不能 <1。异戊醇为主要高级醇。丁二酸乙酯是川法清香型小曲白酒的重要酯类成分	清香纯正	清 甘 柔 谐。 其中清香型小曲和麸曲白酒微有苦味
浓香型白酒	己酸乙酯为主体香成分。以浓香型大曲酒为例，其名优酒的己酸乙酯含量大多在 160~250mg/100mL 之间。己酸乙酯：丁酸乙酯以 10：1 为好；己酸乙酯：乳酸乙酯以 1：(0.6~0.8) 为好，若此比值≥1，则无爽口回甜感。总酸：总酯以 1：4 左右为好；醇(高级醇)酯比以 1：(5~6) 为宜	窖香浓郁	绵甜爽净
酱香型白酒	酸含量高，含较多高沸点的酸类；总酯含量虽不及浓香型白酒，但种类也较多；含氮化合物和糠醛含量均居各香型白酒之首，氨基酸含量达 18.9mg/100mL 之多。以下三类化合物可能是特征性成分： ① 呋喃化合物：如糠醛含量高达 260mg/L ② 吡嗪化合物：以四甲基吡嗪为主，其含量最高达 3000~5000mg/L，高于浓香型白酒 ③ 芳香族化合物：如 4-乙基愈创木酚、酪醇及苯甲醛。其中苯甲醛达 5.6mg/L，高于浓香型和其他香型白酒。有人认为，5-羟基麦芽酚、二级戊醇、二级异戊醇及某些高级脂肪酸酯也可能是特征性成分	酱香明显，酒香幽雅细腻，空杯隔夜留香	醇厚丰满，余味悠长

10 种香型白酒	成 分 特 征	香气特征	口味特征
米香型白酒	乳酸乙酯、乙酸乙酯、 β -苯乙醇为特征性成分。乳酸乙酯含量占总酯的 73% 左右	米香纯正、清雅	爽冽绵甜, 回味怡畅
豉香型白酒	α -蒎烯、庚二酸和壬二酸及其酯类为特征性成分; β -苯乙醇含量为 8mg/100mL, 居各香型白酒之首; 酸、酯含量低, 总酯为 0.34g/L 左右, 总酸约为 0.19g/L	豉香独特, 以米香型香气为基础	醇和甘滑, 余味爽净
芝麻香型白酒	3-甲巯基丙醇为特征性成分; 含氮化合物及糠醛含量居各香型白酒的第二位; 在景之白干酒中, 丁二酸二乙酯及四甲基吡嗪等含量较高	有炒芝麻样香和轻微的酱香	纯净回甜
兼香型白酒	己酸乙酯含量可控制在 60~120mg/100mL 之间, 这是区别于浓香型白酒的主要指标; 某些香味成分介于浓、酱两香型白酒之间, 体现两者兼而有之的特征。白云边酒的特征性成分为丁酸、异丁酸、庚酸、2-辛酮、庚酸乙酯、乙酸-二甲基丁酯、乙酸异戊酯	芳香幽雅, “浓酱兼具”, 但又有“酱中带浓”、“浓中带酱”之分	“酱浓”谐和
特(香)型白酒	① 正丙醇含量较高, 相应的丙酸及丙酸乙酯含量也较高 ② 与米香型白酒相似, 总酯中乳酸乙酯含量最多, 其次为乙酸乙酯, 第三为己酸乙酯; 包括丙酸乙酯、戊酸乙酯、庚酸乙酯、壬酸乙酯的奇数碳、脂肪酸乙酯含量居各香型白酒之首; 高级脂肪酸乙酯的含量超过其他白酒约 1 倍, 相应的高级脂肪酸含量也较高	“酱、浓、清”兼备, 诸香谐调	柔绵醇和
药香型白酒	主要呈香酯类为乙酸乙酯、乳酸乙酯和己酸乙酯。另有“三高一低”的特点: 即高级醇、总酸及丁酸乙酯含量均较高, 而乳酸乙酯含量较低。高级醇中, 主要为正丙醇、仲丁醇; 总酸含量为其他名白酒的 2~3 倍, 总酸中尤以丁酸含量高为其特征; 丁酸乙酯与己酸乙酯之比比其他香型白酒的 3~4 倍	幽雅怡人, 微呈药香	醇和浓郁, 绵甜爽适

10 种香型白酒	成 分 特 征	香气特征	口味特征
凤(香)型白酒	① 从已定量的 82 种香味成分含量看, 有 53.7% 介于“清、浓”之间; 从组分的总含量看, 均低于浓香型白酒和清香型白酒, 其中总酸和总酯含量均明显低于浓香型白酒, 而略低于清香型白酒。总酯含量仅为浓香型白酒的 40% 左右; 为清香型白酒的 65% 左右。而乙酸乙酯为清香型白酒的 50% 左右; 但接近于浓香型白酒 ② 己酸乙酯含量的重要性: 当己酸乙酯含量大于 50mg/100mL 时, 风格偏向于浓香型白酒; 而在己酸乙酯低于 10mg/100mL 时, 则又会偏向于清香型白酒。通常, 凤(香)型白酒乙酸乙酯: 己酸乙酯 = 1 : (0.12~0.37) [而清香型白酒为 1 : (0.002~0.003); 浓香型白酒为 1 : (1.08~1.55)]; 乙酸乙酯: 乳酸乙酯 = 1 : (0.6~0.8)。丁酸乙酯含量低于浓香型白酒, 但高于清香型白酒。在酯类中, 乙酸乙酯含量最高。所以, 它与己酸乙酯是共同决定成品酒香型的两种酯 ③ 高级醇含量明显高于浓香型和清香型白酒。所以, 醇酯比约为 0.55 : 1; 而清香型白酒为 0.18 : 1; 浓香型白酒为 0.13 : 1 ④ 含有特征性成分丙酸羟胺和乙酸羟胺	清浓兼备	醇厚甘润

三、清香型白酒的优势

(一) 清香型白酒名声平平的原因

清香型白酒与浓香型等白酒相比, 20 世纪 80 年代以来, 似有“此抑彼扬”的状况。据统计, 目前浓香型白酒的产量, 已约占全国白酒总产量的 2/3。其原因是多方面的, 现简析如下, 供参考。

1. 全国评酒会的导向

(1) 国际上对蒸馏酒的质量标准要求 国外对蒸馏酒的质量要

求，除注意卫生、安全性外，还较注重口味，在判定蒸馏酒的标准中，通常讲究“五度”，即醇和度、柔顺度、丰满度、开胃度、消化度。换言之，即注重酒质细腻、协调、回味良好。要求名优蒸馏酒的香气不太浓而使人愉悦，口感舒适。

例如法国优级白兰地，呈金黄色或琥珀色，具有独特的橡木气味、酯香和果香；在口中不刺、冲、麻、燥、也无苦、涩感。即使有辣味，也较轻。威士忌呈琥珀色，具有醇香而微辣。与白兰地相比，无果香而有来自于麦芽的香气。其中苏格兰威士忌具有独特的麦芽烟熏气味，爱尔兰威士忌则无泥炭的烟熏气味，口味柔和甜润，醇厚稍辣。波兰等国的伏特加，通常芳香平和，酒味清纯、爽滑明快。古巴等国的老姆酒口感轻淡而细腻。有的老姆酒酯含量高，或酒味厚重，但这类酒适于作餐后酒，或用于制作点心。金酒的香气清爽，口味明快。墨西哥的龙舌兰酒，酒体很重，具有火辣的口味。但适于与果汁、香甜酒调制鸡尾酒。威士忌、老姆酒等蒸馏酒，也大多用于调制鸡尾酒。

国外的名优蒸馏酒，有的也有辣味或苦味。但辣味较轻、不冲，苦味较短。应该说，恰到好处的甜、苦、酸、涩成分，都有助于蒸馏酒的醇厚度。但如果苦、涩、酸味等突显且长，例如苦涩味长时间沾在舌上，挥之不去，而不是稍纵即逝；酸气等刺鼻、呛喉，则很难受。所以贵在诸味协调。当然不是成分越复杂越好。有人主张喝纯而又纯的酒精兑水，或任何酒都不喝，那也未尝不可。中国国内的白酒从业人员应该注意到很多白酒存在香气太浓而不愉悦，口味上存在国外忌讳的刺、苦、涩、燥的弊病，以及“卫生”标准要求较低的问题。

国际上除老姆酒以香味浓郁或清淡分类外，白兰地、威士忌等蒸馏酒，多是以原料、地名、人名等分类或命名的。当然各国也均很重视对酒类香味成分的分析 and 研究。据说英国有的品评威士忌的专家，在品酒时是只闻不尝的，一天要闻很多酒样。但总的说来，中国目前还是太看重于白酒的香气大小了，甚至往往忽视了香气的质量。

(2) 评酒岂能“重香轻味” 中国过去偏重于白酒的香气，历

来有“闻香下马”、“开坛十里香”等说法。应该说，白酒以香型分类，以便鉴评，这与有的专家建议评酒时应以白酒生产所用的糖化发酵剂进行分类等一样，是一种思路和方法，值得研究、讨论和采用。但若认为似乎白酒香气浓就是好酒的标志，那就未免太片面了。因为白酒既是看的，又是需要闻的，更是要喝下肚的真正“进口货”。所以虽然难以强调白酒的营养和保健价值，但也须喝得舒服、安全，即注重其卫生标准，酒中对人体有害的成分含量应尽可能地减少。至于香气，也不是只要是香气就好，更不是香气越浓就越好，要引导消费者学会选择。有的白酒专家认为，白酒的香气，在评分中占的比重太大；过去有的评奖结果，似乎成了左右市场的指挥棒，这从几届全国白酒评酒会的状况可见一斑。

(3) 历届全国白酒评酒会的各种香型白酒“国家名酒”数的状况 在1952年第一届全国评酒会上，被称为“八大名酒”中，有4种白酒，其中，清香型白酒有2种（包括西凤酒，该酒直至第三届全国评酒会时，也归为清香型白酒类）；而浓香型和酱香型白酒仅各占1种。

时隔11年，在1963年举行的第二届全国白酒评酒会上，白酒的“国家名酒”数量增至8个，也号称“八大名酒”，而且浓香型白酒占了一半。但此“八大名酒”并非彼“八大名酒”也。仅仅相隔一届，“八大名酒”的概念就如此被弄得有些模糊了。

再过16年后，在1979年、1984年、1989年每隔5年举办1次的第三届至第五届全国白酒评酒会上，白酒的“国家名酒”数量分别为8种、13种、17种，有增无减。而且浓香型白酒均占半数以上，最后增至9个，数量超过了第一届全国评酒会的所有酒类全部“国家名酒”数的总和。而清香型和酱香型白酒的“国家名酒”数量各为3种，各为浓香型白酒的 $\frac{1}{3}$ 。其他香型白酒有6种香型，但总的“国家名酒”数仅为2个还不到浓香型白酒的 $\frac{1}{4}$ （而且还包括了从清香型转为其他香型的西凤酒）。有些人对召开全国白酒评酒会的兴趣越来越浓，到第五届全国评酒会时，干脆只评白酒，葡萄酒、果酒、黄酒、啤酒、配制酒都一概不评了。白酒真正

走到了“一统天下”的地步，尤以浓香型白酒“独领风骚”而更为显赫。人们不禁要不无担忧地发问：这究竟是怎么了？针对评酒会带来的某些负面效应，在有关部门的干预之下，全国评酒会“暂停”。如果照上述势头和“频度”，全国白酒评酒会一直开下去，现在该是八届之年了，人们不难想像，会开成何种情景。应该说，“评酒会”本身并不是“有百害而无一利”的代名词，不是绝对不能开，国际上也有这种会，要开得100%完美也不现实。问题是开这类会的指导思想，有关的体制、机制，乃至方法，难道不是值得认真研究的吗？

2. 白酒的广告之风

有些报纸、杂志、广播电台和电视台等宣传媒体，可能出于“经济效应”的考虑，在承登承播某些白酒广告时，在“黄金时段”、广告次数及时间、广告内容上，均大开绿灯，鸣锣开道，起到了推波助澜的作用。

3. 清香型名优酒价格偏低

1986年，名酒调价时，有的消费者提出汾酒香气不如某某酒；也有人说喝汾酒不及某种酒刺激、过瘾。但在1987年的汾酒厂市场调查时，曾邀请各界人士，将有关名酒以密码编号的方式，进行品评，公开评议，当场发表意见，并由报界发表评比结果，就此消除了消费者对汾酒的一些片面认识。但汾酒的价位仍一直相对偏低。由于名白酒大多用作礼品，使人们误以为“低价无好酒”、“价位越高的酒越名贵”、“高档品”拿得出手。清香型白酒无高价位的產品，自然在人们心目中地位较低。

4. 毒酒风波的影响

1998年，山西朔州特大毒酒案的发生，使人们一度对清香型白酒甚至国家名酒汾酒也产生了某些不应有的怀疑。其实，毒酒与清香型白酒完全是风马牛不相及的。

5. 清香型白酒行业本身的事情

相对于浓香型白酒和“其他香型”等酒种而言，近十几年来，清香型白酒行业的技术力量投入较小，科研、产品改进、市场开发

等力度均较小；厂际技术协作活动也欠活跃。例如浓香型白酒采用多种原料酿酒；选育己酸菌、丁酸菌、酯化菌的优良菌株，人工培养各种窖泥、己酸菌液，用黄水及酒尾培养酯化液并应用；采用回酒、回糟、回醅、夹泥、灌培养液等增香措施……从酿酒行业的主要报刊《酿酒》、《酿酒科技》及《华夏酒报》这“两刊一报”所刊登的新技术应用的数量看，清香型白酒行业可以说也远不及浓香型白酒业界。在基酒流通方面，清香型白酒的影响度也相对小。笔者经常走访北京一些大型商场或超市，往往发现陈列有价位很高甚至贵得惊人的浓香型、酱香型及“其他香型”的白酒，但有时却很难找到汾酒。一种产品如果市场覆盖面缩小，有人想喝也喝不到，加之宣传、价格等因素，人们自然会逐渐对它失去印象，它也就必然会失去原有的消费群体。

6. 正面宣传力度较弱，人们的白酒消费观念有待改善

究竟什么样的白酒才算是较好的酒品？怎样才称得上是“科学饮酒”……诸如此类的问题，有多少人能真正说得清楚呢？这不仅值得“酒文化研究会”之类的组织研究，更值得每一个人认真思考。诚然，我们完全有理由相信，随着社会的进步和发展、国民综合素养的日益提高、生活质量的不断改善，人们的白酒消费意识也会有所改观，更趋理性和成熟。但是，有关的良性引导和科学饮酒知识的广为普及，则是一项必不可少的社会工程。

由于气候和人们原有消费习惯的差异，以及饮酒知识的局限，各类白酒的产量呈现一定的地域性。但是，据初步统计，目前大部分人对白酒的消费，并无固定的酒种和品牌，约70%的消费者，不固定喝哪种白酒。另外，从四川的浓香型白酒“冲”向山东乃至全国各地的现象看，某种酒原有的地域性是完全可以打破的。某种酒为什么卖得那么“火”，一定有各种原因。应当说，各类白酒相比较，均有各自的优势和劣势。所谓优势是指实力和潜力；劣势是指可以克服或难以克服的缺点。白酒工作者不必过分地去强调某种酒的长处和短处，而应实事求是，求实创新，并正确地引导消费者作出自己的选择，白酒消费者应有知情权。

除有关部门、组织及宣传媒体应正确引导人们对白酒的消费外，即使是商店的导购员，也有责任做好这项工作。

综上所述，清香型白酒名气较小的原因是多方面的，这也与某些社会现象有关，当然各种现象都不可能是孤立的。关键是各有关方面，应以科学的现代观念，正确引导白酒工作者和消费者，使之不要走入误区而不知走出。这无疑是一项长期而艰巨的工作。毫无疑问，判断对白酒工业某个导向的良性或非良性的标准，理应以环保、节粮、视之怡然、闻之悦然、饮之适然、饮后泰然为重，因为白酒的质量、饮用者的健康、安全均非小事。笔者认为，在未来的有关酒的法规中，应对白酒的生产、流通、税率、消费、价位、宣传、管理等有关问题，作出行之有效的相应规定。

（二）清香型白酒的若干优势

1. 历史悠久，名扬中外

据说山西杏花村是白酒工业的发源地，在明清时期，那里的白酒业很兴盛，杏花村的白酒作坊最多时有 72 家。

汾酒在 1916 年巴拿马万国博览会上曾荣获金质大奖章；也曾在北京农商展览会、南洋劝商会和西湖博览会上获金质奖或银质奖。汾酒在历届全国评酒会上，均蝉联国家名酒称号；用其配制的竹叶青酒，也一直居国家名酒之列。所以，汾酒有“千年名酒，今更高质”之美誉。

汾酒及竹叶青酒，不但畅销全国，还行銷日本、印度尼西亚、马来西亚、新加坡、泰国、柬埔寨、前苏联、德国、法国等 30 多个国家。

2. 节粮

清香型白酒的发酵期和贮酒期都较短。且原料出酒率高、正品率高，达 99% 以上。

3. 有害成分含量相对低

与浓香型名酒及酱香型名酒相比，清香型名酒的酯类组分最多，总酯含量有时也最高。但在白酒的国家标准中规定，清香型白酒的总酯及主体香成分含量的下限，均低于浓香型白酒，如表 1-3

及表 1-4 所示。当然，总酯和这些主体香成分不能被认定是有害成分。但也由此可见，不必太在意白酒的酯香。

表 1-3 两种香型白酒的国家标准中总酯及主体香成分下限之比较

单位：g/L

国 际 规 定	优级浓香型白酒	优级清香型白酒
总酸的下限	0.50	0.40
总酯的下限	2.50	1.40
主体香成分己酸乙酯的下限	1.50	—
主体香成分乙酸乙酯的下限	—	0.80

针对清香型、酱香型和浓香型大曲白酒的微量成分，原轻工部的权威检测部门对某些酒样进行了分析，在 204 种微量成分中的主要微量成分含量状况，如表 1-4 所示。

表 1-4 3 种香型白酒主要微量成分含量对比

单位：g/L

成 分	某清香型酒	某酱香型酒	某浓香型酒
总酯	5.67	3.84	5.45
乙酸乙酯	3.20	1.47	1.13
乳酸乙酯	2.38	1.37	1.61
己酸乙酯	0.0023	0.43	2.21
丁酸乙酯	0.0012	0.26	0.27
总酸	1.13	2.94	1.91
乙酸	0.84	1.11	0.44
乳酸	0.27	1.05	0.45
己酸	0.002	0.22	0.678
丁酸	0.009	0.20	0.125
总醇(乙醇除外)	0.98	1.98	1.06
甲醇	0.127	0.210	0.180
异丁醇	0.106	0.172	0.106
异戊醇	0.511	0.494	0.396
乙醛	0.21	0.55	0.26
乙缩醛	0.357	1.21	0.86
糠醛	0.00004	0.29	0.035

总醇表示除甲醇、乙醇以外的高级醇总和，俗称杂醇油。从表 1-4 可见，清香型白酒具有“四低”的优点，即有害成分甲醇、杂醇油、乙醛、糠醛的含量均较低，尤其是甲醇和糠醛含量低。

4. 色、香、味

清香型白酒外观上接近于伏特加，香气清雅，口味纯净。

5. 可扩大销路和用途

采用现代除浊技术等制取的低度清香型白酒，在添加冰块或矿泉水时，不会出现“返浊”现象；其口味也较接近国际上人们的饮用习惯，故适于外销。清香型白酒也是生产配制酒及保健酒或调配鸡尾酒的良好酒基，可使所加的物料香味不被浓香或艳香掩盖，并保持酒体纯正、醇和、柔顺的特质。

第二节 清香型白酒的技术发展简史

一、汾酒试点是清香型大曲白酒技术史上的一大亮点

1964年3月至1965年5月，原轻工业部发酵工业科学研究所与原山西省轻化工业厅，组织汾酒厂等由工人、技术人员和领导干部共56人组成的“总结提高汾酒生产经验试验工作组”，在秦含章先生亲自指导下，对汾酒厂的生产技术进行了全面的总结和研究，共研究了200多个项目，进行了3000多次试验，得到了20000多个数据，取得了良好的成果，完成了预定的三项任务：汾酒产品质量定型；在逐道工序现场写实的基础上，进行科学试验，以总结提高生产技术水准；制订了一套完整的汾酒品评及检验方法。现在看来，这些成果仍有其指导意义和参考价值。故很有必要简述如下。

（一）制曲方面

通过对清茬曲、后火曲和红心曲三轮伏曲的生产写实、研究，初步掌握了每种大曲在培养过程中的微生物和生化变化规律，从而制定了一套较完整、科学的汾酒大曲制作法。

1. 原料及其配比

大麦与豌豆的比例，应与其特性及气候相结合进行考虑：大麦因皮多、皮厚、黏度小，故可使曲块较疏松、空隙较大，制曲过程

中“上火猛、后火快”，水分和热量散发过快；但有利于微生物充分繁殖，并形成多量的酶。豌豆因皮较薄、黏度较大，故有利于物料结块后保持水分和热量，并能赋予汾酒特有的香味；但不利于有益菌的充分生长。因此，大麦与豌豆的质量之比，应以 6 : 4 左右为好。冬季豌豆可略少些，以免曲块外干内湿或生心。但决不能少于原料总质量的 30%，否则曲坯易碎散。

2. 原料的粉碎度

可将上述 2 种原料混合后进行粉碎。粉碎度以能通过 0.3mm 筛孔者占 34%~40% 为宜，其余为小米粒状。以冬粗些、夏细些为粉碎原则。

3. 加水量

加水量为原料的 42%~50%：夏季用 16~18℃ 的凉水；冬季用 32~35℃ 的温水。

4. 曲坯

松紧适度。为增加汾酒酿造的有益菌，可在踩曲时加入适量的母曲粉。每块曲坯的质量为 3.2~3.5kg。

5. 培曲

3 种大曲的原料、配比、粉碎度、踩制及翻曲操作等，基本上相同。但加水量、培养温度略有差异。各曲培养过程均须经上霉、晾霉、潮火、大火、后火、养曲 6 个阶段，但应掌握好“潮火”和“后火”两个主要环节：清茬曲与后火曲的温度控制基本相似，惟后火曲各阶段的晾曲温度比清茬曲高 1.5℃ 左右；潮火末期和大火期的最高品温比清茬曲高 2.5℃ 左右而已。红心曲自晾霉到潮火期开始，无明显温度界线；在潮火末期至大火前期，有 2~3 天的座火期，以后逐渐降温至 35~38℃ 的极限。

6. 贮曲时间

伏曲的贮曲期，由过去的 6 个月改为 3 个月左右为宜。若再延长，则会导致有益菌死亡率增加、酶活力下降。可采用华勃呼吸器测定大曲的呼吸商。在大曲贮存 3 个月 after，呼吸商下降速度增大。若 3 种曲混合，则呼吸强度提高。

（二）分离菌株

从汾酒大曲及酒醅中分离所得的霉菌、酵母等优良菌株，为以后的“六曲香”等麸曲白酒的生产，提供了菌源。

（三）酿酒工艺

1. 高温润糝

经粉碎的高粱称为糝。拌料时，加入原料质量 56%~62% 的热水。水温夏季为 76~80℃；冬季为 82~90℃。拌匀后，堆积、加覆盖物，润料 18~20h。期间应翻动 2~3 次。若发现翻动时糝皮干燥，则可追加原料质量 2.5% 左右的热水。物料最高温度冬季为 40~45℃；夏季为 48~52℃。润糝后要求物料不淋浆、手捻成粉无硬心、无疙瘩、无异味。润糝的作用是：使物料吸水均匀，且蒸后、加曲入缸时不淋浆而发酵时能缓慢升温，最终成品酒较甜绵；高温润糝时，使部分果胶分解成甲醇，以便在蒸料时排除，相对降低了成品酒的甲醇含量；堆积过程中，物料上的一些野生菌繁殖、代谢，生成某些香味成分，对增进成品酒的回甜有一定作用。这些在较高温度下能成活下来的较良微生物，在以后的发酵中，仍会起到较好的作用。

2. 混合用曲

清茬曲糖化、液化、蛋白分解酶活力最高；后火曲发酵力最强。通常曲皮比曲心糖化酶活力强；曲心比曲皮发酵力强。

将 3 种曲进行单独或混合酿酒对比试验，考察酒的产量和质量：3 种曲混合使用的效果最佳，其后的效果顺序为单用后火曲、清茬曲、红心曲。但单用红心曲做成的酒，甘油含量较高，有利于增强酒的绵甜感。清茬曲：后火曲：红心曲的用量比例为 3：4：3。使用混合曲制取的酒，具有清香纯正、醇和、爽口、回甜等特点，大酒、二酒均可达到优级标准。

3. 发酵

物料入缸水分分为 53% 左右。初步探索了酒醅发酵过程中的微生物消长状况和物质变化规律，为控制发酵条件提供了依据。采用“酒醅多点温度遥测仪”，测量地缸发酵酒醅及保温材料的温度，总

结出“前缓、中挺、后缓落”的发酵保温经验，也适用于其他曲类白酒的生产。因为温度是微生物活动中诸多条件中的主要因素。

4. “四回”

为改善成品酒的香味，采用回糁发酵、回醅发酵、回糟发酵、加“回糁香醅”蒸酒的措施。其用量分别为8%、5%、5%、9.4%。

（四）分析与品尝等的研究

1. 制“香料酒”

当时所谓的“香料酒”，即现在所称的调味酒。实际上应叫调香味酒。很多香气成分也是口味成分，香和味往往是很难截然分开理解和体会的。现在，人们太注重于白酒的香气，所以所谓的调味实际上还是偏重于调香。真正的调味比调香难度大，所用的酒的量也多。现在有些兼香型的白酒口味还可以，香气也能被有的消费者所接受。因为它们兼具多种大曲酒和小曲酒的特点，在生产中注意了调香和调味的统一性。这在汾酒试点中早已被重视了。

2. 生香酵母的使用

添加生香酵母，在凌川白酒生产中有明显的效果，但用同样的操作方法在汾酒试点试验，效果并不理想。而从汾酒厂分离所得的生香酵母，对太原市的一般白酒生产有很好的效果。

3. 解决汾酒的两个沉淀问题

通过试验，发现汾酒的蓝色沉淀是一种由单宁与铁结合而成的络合物。单宁来自木塞子或木塞片；铁来源于封瓶的铁盖、加浆中微量的铁（浆是水的俗称）、装酒管道也可能把微量的铁带入酒中。经对木塞处理除去单宁，并对加浆用水进行处理除铁后，即解决了汾酒的蓝色沉淀问题。

汾酒的白色沉淀来源是多方面的。沉淀物可能是有机的或无机的。但其主体是二水合硫酸钙，硫酸钙俗称石膏，源于井水。汾酒在出厂前3个月左右，须加一定量的井水降低酒度，习惯上称为“加浆”。出厂汾酒虽经沉降、过滤，但仍有一定数量溶解态的硫酸根及钙离子存在，在出厂后酒温变化时，又结合成硫酸钙沉淀析出。将井水经离子交换树脂处理后，再作为加浆用水，就不会使汾

酒产生沉淀了。

4. 对汾酒中成分作用的认识

通过研究、分析和学习，对汾酒中的一些成分有了初步的认识，以利于更好地利用和控制：乙醛是酒精的前体，也是酒头的芳香成分，但应予以控制；高级醇类除呈香外，对酒的口感和回味（后味）也有影响，但含量多则有害；乙酸含量多要“酸败”，但含量少时难以生成一定量似苹果香的乙酸乙酯；汾酒中的酯类，大多为中性酯类；有机酸和其他特殊成分，也均起微妙作用，不能忽视。总之，汾酒中的杂质，比浓香型和酱香型大曲酒少，比较卫生，口味也较清爽。

5. 合成“原体”

所谓“原体”，是指具有本质的本体。进行了人工合成汾酒、五粮液和泸州大曲酒“原体”的试验，并作了品尝对比。

6. 成品酒的检评

除运用品尝法外，又增加了“四度分级法”所测定的指标，即酒精度、总酸度、导电度、氧化度。按照“四度”数值，将每天所产的酒分级归类，按类入库；以后产品出厂前，再取样品尝，根据得分排序分级，进行勾兑。

二、清香型小曲白酒的技术发展史略

1. 制无药糠曲

20 世纪 30 年代，台湾省人民在厦门用纯种根霉和酵母制成无药的米糠厦门白曲；1959 年，在四川永川进行制小曲不用中药的试点，并编写《无药糠曲制造》，总结出一套“两准、一匀、三不可”的无药糠曲操作法，打破了无药不成曲的传统观念。所谓“两准”是指水分准、温度准；“一匀”是物料拌和均匀；“三不”是不可用馊酸的原料，不可用粗糠粉，不可在起烧前窝棚，以保证成曲质量。

2. 制酒工艺

（1）四川永川糯高粱小曲白酒试点及其发展 1957 年，国家食品工业部等组织 14 个省共 158 人，在四川永川城关酒厂进行高

梁小曲白酒先进经验试点，并编写了《四川糯高粱小曲酒操作法》一书。其工艺要点为：采取“闷水蒸粮、柔熟轻涎”的泡粮、闷粮、蒸粮操作；推行“低温、嫩箱、定温定时”的培菌和发酵措施。例如李友澄小组的“匀、适、透”三字诀：“匀”指原料要蒸至柔熟、均匀；培菌糖化、发酵的温度、酸度、水分、时间要适当；糖化、发酵要较彻底。

1964年7月至1965年底，在四川柏林酒厂组织了2次高粱小曲酒试点和绵竹酒厂小曲酒试点，并对原有的糯高粱小曲酒操作法进行修改，写出《四川小曲酒操作工艺及检验方法》。主要作了如下改进。

① 简化蒸粮操作。减去“泼烟水”及“打搥”两项操作，并将高粱和玉米的处理方法统一起来。“烟水”是指泡粮后的水；“打搥”意为翻拌，都是当地技术俗语。

② 明确技术关键，要求做到“三减、一嫩、四配合”。“三减”指减少初蒸时间、减少熟料水分、减少小曲用量；“一嫩”指培菌后嫩箱；“四配合”指原料、水分、“团烧品温”及配糟四者之间要协调和谐，“团烧品温”是指物料入发酵桶后2h的平均品温。该经验连同“低温、快装、紧桶”的操作经验，被全面地推广到西南、中南地区的高粱、玉米小曲白酒生产之中。

(2) 试行“四合一”生产工艺 1981年，四川省有些小曲酒厂将蒸煮、培菌、发酵、蒸馏四大工序简并为三道工序。

① “泡蒸合一”：泡粮和蒸粮在同一桶内进行。

② “槽箱合一”：配糟冷却与培菌糖化在同一箱中进行。

③ “甑桶合一”：即发酵与蒸馏合一。

(3) 四川万县的经验 1982年，四川万县的科技人员，在推广“匀、透、适”及“三减一嫩四配合”经验的基础上，对固态发酵法小曲白酒生产工艺作出了“稳、准、匀、适、勤”和“观念为先导、原料是条件、配糟是基础、曲药是动力、质量是前提、操作是关键”的“五字诀”、“六相关”经验总结。

① “五字诀”。“稳”是指配料方案要相对稳定。“准”是指原

辅料等称量要准确；蒸料、培菌糖化、发酵时物料的水分、温度及有关时间，按预定的最适要求值掌握准确；生产过程中的现场原始记录、各项化验数据要求及时写好，且完全、准确，以作为进行生产试验和改进工艺操作的可靠依据；生产过程中的感官鉴别及判断要准确；对上批发酵过程及本批发酵的实况要联系起来，进行对比，做到心中有数，措施得当、有力，各工序间环环紧扣，力争掌握正常生产的技术主动权，以免失误。“匀”是指泡粮要均匀、泡粮和闷粮时吸水要均匀、熟料摊凉时品温要调整均匀、曲粉要撒匀、装箱时物料厚薄要均匀、入箱品温要匀、培菌糖化糖化醅与配糟要混合均匀。这即谓“七匀”。“适”是指“六适”：严格按照操作规程，做到时间合适，水分合适，温度合适，酸度合适，出箱时培菌糖化醅的老嫩程度合适，或谓箱口老嫩合适，装桶及发酵条件合适。“勤”有“六勤”：勤洗箱板箱席；勤换箱底稻壳；勤检查发酵升温速度及“吹口”状况，以利于改进入桶条件，从物料进发酵桶后，每24h为一个“吹口”，通常观察1~4个“吹口”，从“吹口”的温度、气味、放出气体的多少判断桶内发酵是否正常；勤洗工具和黄水坑，黄水是指醅经发酵后，沉到桶底的含有酒精等复杂成分的液体，可经蒸馏回收酒精等有效成分；勤于检查蒸馏过程中是否有跑气、冲气现象；勤于打扫车间内外，搞好生产环境卫生。

②“六相关”。说明观念、原料、曲药、配糟、操作、酒质这6个方面各自的重要性和相互关系；简述了“一曲、二火、三功夫”的道理；也说明了醅和糟的湿度、温度、淀粉浓度、糖度、酸度、根霉和酵母的繁殖及生化反应的程度这“六度”必须有最佳的范围，以及各工序间密切配合的必要性。但又必须灵活而准确地处理好“定”与“变”的辩证关系。因为目前小曲白酒的生产工艺，在很大程度上还受到气温等条件的制约。

(4) 综述清香型小曲白酒的工艺变革过程

①泡粮。“燎子”→“天锅”水泡→开水泡→甑内泡→泡闷合一。“燎子”是一种传统操作，即将粮食在甑内煮后，再进行淘洗、蒸粮。此法后被泡粮初蒸所取代。“天锅”是传统的白酒蒸馏用的

一种冷凝器，俗称“锡锅”，小曲酒厂还称其为“穹顶锅”。

② 蒸煮。“燎子”→“水回”→“旱回”→“闷水”。“水回”是经“燎子”后的粮食在蒸粮时，进行泼烟水、翻搥（即打搥）的传统操作，使粮粒进一步吸足水分。通常要进行多次后再蒸粮，即所谓的“三水六搥”。此法后被“闷水”取代。“旱回”意为若“燎子”使粮粒偏软，则不再“水回”，可直接蒸粮。“闷水”的全称为“闷水操作法”，即经泡粮、初蒸至熟透后，从甑底渗入上次蒸馏时的冷凝用热水，闷至粮粒水分适度后，放水、复蒸。

③ 培菌糖化。厚箱→薄箱→老箱→嫩箱。并将俗称的“糖化、培箱”操作统称为“培菌糖化”。

④ 发酵。少配糟→多配糟→按一定比例配糟→使用“底面糟”，或称“大底糟”。“底面糟”或简称“底糟”，是指用丢糟上一轮的酒糟，作为发酵桶的垫底材料，具有保底温和吸存黄水的作用。此糟经发酵、蒸馏后丢糟。

⑤ 蒸馏。推广“三大一甑烤”及“三水自来化”。即“大锅、大甑、大灶烤酒”；使用“闷水、底锅水、冷凝用水”自来化。“烤”即蒸意。

3. 设备及用具的改革

（1）培菌糖化设备 由“岩箱”改为活箱。“岩箱”又称“慢箱”，指因入箱物料温度低、用曲量少、保温不及时而使品温难以上升的箱。

（2）测温度和湿度 采用温度计和干湿度计。

（3）蒸馏设备 云盘，或称迫盖、天盘，是甑盖的俗称。云盘的材料由原来的厚木改为铝材。并使用行车和滑轮装置吊运云盘，代替原来以人力抬运云盘的笨重劳作；以新型的冷凝器代替原来的天锅。其材质为纯锡或铝材、不锈钢。而传统的天锅则以杂锡料制成，其所含有毒的铅等成分很高，会进入酒中危及人体健康和生命。

三、清香型麸曲白酒技术发展简史

早在 1935 年，方心芳先生等就于四川乐山县原黄海化学研究

社试制麴曲和糟曲酿制白酒，嗣后在威海酒厂取得了较好的经验；1937年，抚顺酒厂引用日本菌株试产麴曲白酒；1950年，周恒刚先生等在哈尔滨第四酒厂生产曲霉麴曲白酒；1952年，原北京酿酒厂以曲霉麴曲取代大曲生产二锅头酒；1955年烟台试点后，曲霉麴曲白酒生产技术才在全国推广。所以这里着重介绍烟台试点及其发展状况。

（一）烟台试点及其发展

1. 烟台试点

1955年初，原中央地方工业部组织全国11个省、直辖市、自治区的有关人员共70人，在山东烟台市酒厂进行了以薯类原料酿制白酒的试点。这次试点，是在烟台及威海酒厂多年生产实践的基础上，进行分析和试验，从实践到理论、从理论到实践，科学地总结出了“黄曲酒母、低温发酵、定温蒸烧”的经验要点。

在1955年11月，在全国第一届酿酒会议上，着重讨论了烟台酿酒的“黄曲酒母、低温入池、养_糯挤回、定温蒸烧”的操作法，在全国掀起了推广此法的热潮。并在1956年初，出版《烟台酿酒操作法》一书。该法是当时生产白酒的技术典范，它不但是将薯类酿制白酒的操作加以规范化，而且也是以其他原料生产白酒的技术参考依据，并创造了以点带面的工作经验，培训了一大批技术骨干，至今仍有参考价值。

2. 涿县试点

1957年，原中央食品工业部组织力量在涿县进行试点，在烟台经验的基础上，总结了曲霉麴曲白酒全年不“掉排”的先进经验，提出了“稳、准、细、净”的操作法。所谓“掉排”，又称“垮窖”，是指一排或连续几排原料出酒率下降的现象。

所谓“稳”，是指生产条件不得轻易变动；“准”是严格配料、严格操作，入池物料的淀粉浓度、水分、酸度、温度均须符合操作规程的要求；“细”是指原料要适度细、管理要细致；“净”是注意卫生，做到文明生产。通过上述操作要求，最后又落实到成品酒的产量、质量“稳”定上来。所以，“四字”之间是不可分割的“系

统”关系。由于采取了粗料配大_楂、细料配小_楂、物料入池时降低品温、降低淀粉浓度、控制酸度等措施，因而减少了曲霉麯曲和酒母的用量、缩短了发酵期。但又保证了酒醅的质量，有效地防止了夏季掉排的现象，使夏季薯干原料的出酒率达到将近 60%。

3. 修订《烟台酿酒操作法》

1963 年初，原轻工业部组织 9 个省、直辖市、自治区有关的技术人员，对《烟台酿酒操作法》一书进行修订，更名为《烟台酿制白酒操作法》，总结为“麯曲酒母、合理配料、低温入窖、定温蒸烧”的 16 字技术要点。其中黄曲改为以黑曲为主或只用黑曲，多种酵母改为 1 种，若使用多种酵母，则须鉴定和经长期生产考验；强调配料与低温入池、定温蒸烧的关系；推广通风晾_楂操作；并增添了生产计划和安全度夏的措施。

所谓“麯曲酒母”，是指选用适应性强、繁殖力及代谢能力强的优良曲霉和酵母菌株，制好麯曲和酒母；“合理配料”是指制曲和酒母的物料配方要适于曲霉生长、产酶和培育优良的酒母，入窖物料的水分、淀粉浓度、酸度等要达到有利于糖化发酵的进行，乃至保证成品酒产量和优质的最佳方案；“低温入窖”是指入窖时的物料，应根据酿酒原料的不同和季节，保持适宜且较低的品温，以利于有益微生物的作用，并抑制杂菌的生长，确保原料出酒率和酒质；“定温蒸烧”是指确定适宜的发酵温度和发酵期，掌握蒸馏的最佳时机，即在发酵温度和醅的酒度等达到一定程度时，应即行蒸馏，以免酒醅生酸过多而掉排。

4. 验证烟台、涿县试点经验的合理性

1973 年，安次酒厂通过一系列试验测定，以论据和数据证明烟台、涿县试点经验的合理性。认为主要须掌握好“六度”：即粉碎度、糊化度、淀粉浓度、温度、酸度和酒度。只有原料的粉碎度适当，才能使其充分吸水膨润，有利于糊化和增加微生物和酶对物料的接触面，促进糖化、发酵作用并排出杂质；糊化充分的物料，是保证微生物生长和糖化发酵顺利进行的必要条件；淀粉浓度则是合理配料的主要指标，所以必须准确地把握、处理好辅料、原料、

酒醅与水分四者的关系；酒醅的酒精浓度随物料的淀粉浓度增高而增大，但按原料出酒率计，则随淀粉浓度增高而下降；在 25~35℃ 范围内，酒醅中的酵母数随温度增高而增多，超过 35℃ 时，酵母数会下降，淀粉酶活力在酒醅品温超过 35℃ 时，也随时间延长而下降，这充分说明低温发酵的必要性和合理性；若酸度增得过高，则酵母细胞数下降，活酵母数更为减少，当然适当的 pH 对酵母、霉菌的生长和酶的作用是有利的，因为霉菌和酵母是喜欢偏酸性环境的，酸败细菌则是喜欢偏碱性的环境，酸性蛋白酶等的作用，也是应在偏酸性的条件下进行的。但若酸度过高，则淀粉酶的活力会遭破坏，所以应了解各种酶的作用条件。延长发酵期，固然对酯化作用等有利，但酒精等成分会损失，所以“定温蒸烧”也是必要的。

（二）其他

1. 曲霉麴曲加香醅生产清香型白酒

20 世纪 60 年代初，原北京酿酒厂以麴曲代替大曲生产白酒。并利用生香酵母等制成香醅，与麴曲酒醅一起蒸酒。此法后被不少厂仿效而沿用至今。

2. 以根霉酵母麴曲代小曲

根霉、酵母散曲是采用纯种培养技术，将根霉和酵母分别培制成熟曲后，再按一定比例混合、使用。

1963 年，贵州省轻工科研所研制成根霉、酵母麴曲，以替代传统的药曲。并很快在两广、两湖、云南、四川等省推广，一直沿用至今。该成果曾获 1978 年全国科技进步奖。

目前，在白酒生产中，有的厂仍使用传统小曲，有的厂则使用根霉酵母麴曲。而一些著作中只将以曲霉培制的麴曲称为麴曲，而将以根霉和酵母培制的麴曲称为小曲，这是不大确切的。故在本书中，笔者将根霉酵母麴曲归为麴曲之列。

3. 多种麴曲和酵母酿制白酒

1973 年，山西省祁县酒厂以 6 株霉菌和 3 株酵母，培制成 5 种麴曲、1 种红曲，以及 3 种固态和液态酵母培养物，研制成六曲香酒。该酒曾连续三届荣获国家优质白酒称号。这说明在白酒生产

中，尤其是麸曲清香型白酒生产中，在使用优良菌种方面，还大有文章可做；麸曲白酒生产企业完全可以向名优产品方向前进。

综上所述，无论是大曲清香型白酒，还是小曲或麸曲清香型白酒的技术发展史、酿酒理论和技术要点，很多是相通的，可以相互借鉴的；在具体操作上，又都突出“严、细”二字。实际上，往往在某些细小处开动脑筋，改进一下，可能就是改变产品风格的关键所在；而在生产细节上一不注意，又往往会影响产品质量。笔者也接触过不少生产各种酒类的大、中、小工厂，深感凡是产品质量稳定并不断提升层次、开发新产品的酒厂，都是管理到位、全员素质较高的企业。凡搞科研或生产，均须做到“四严”才是，即严肃的态度、严格的要求、严密的方法、严明的纪律。白酒酿造工作者岂能例外！

这里还想提一下，不应片面地追求原料出酒率，而更应注重提高清香型白酒的质量。如果用营养价值很低的酒糟作为饲料，那也可以说是得不偿失之举。

四、各种新技术的应用进展较快

自 20 世纪 80 年代以来，各种新的综合性技术陆续被应用于清香型白酒。例如：各种酶制剂和活性干酵母的应用；计算机在制曲时的温湿度控制、白酒蒸馏、酒库管理、白酒勾兑及品评方面的应用；各种现代化分析仪器的应用；生物工程的基因工程、细胞工程、酶工程等的应用；在白酒低度化中，新型除浊设备的应用；新型白酒生产中新型除杂技术的应用等。

第三节 清香型白酒的技术展望

一、原料方面

1. 制曲原料

生产清香型白酒所用的大曲、其原料配方中是否可加少量绿豆

或酒糟等？或使用一定量的小麦。制麴曲时也可使用一定量的优质酒糟。

2. 制酒原料

清香型白酒也可使用复合原料。现在有的厂使用不去壳的稻谷，采用固态发酵法生产清香型白酒。台湾省在生产白酒时，在浸米过程中加少量盐酸；生产啤酒时，在浸麦过程中也进行一些处理。能否将稻谷先进行浸渍、发芽、适度干燥后制酒？日本的烧酎有薯干气味，中国有的麴曲白酒有稻壳气味，能否在厂内将酒糟筛出稻壳后，再出售酒糟？这样可在稻壳连续蒸酒中消除稻壳气味。现在使用大米不能进行全程固态发酵，如果大米与粗麦片或粗麴皮混合制酒，进行固态发酵，以制取清香型白酒，是否可能？大米也有各种精白度，应通过试验择用。有的地方使用大米，也能生产出清香型白酒，那当然是技术在起作用了。

有一个小曲酒厂，将数味中药材粉碎成细粉、熬成浆状后，与酿酒原料一起蒸熟。再培菌糖化、发酵，蒸取的酒风味明显、具有口感醇厚柔和的特点，并带有轻微的药香味。

二、糖化发酵剂

1. 大曲

现在已有专门生产大曲的工厂，但产品应具有高标准要求的质量综合指标。有的大厂，可将优质的成曲供应小厂，作为母曲。现在不少小厂使用劣质杂粮小麦曲或大麦豌豆曲，制成的清香型白酒有霉苦味、邪杂味，质量还不及麴曲清香型白酒。因为这些厂的制曲原料质量、配方、粉碎度、制曲条件等，不符合要求。要做好3种生产清香型白酒的大曲不容易，必须严格执行优化的工艺规程。在大曲生产中，可以使用一些优良菌株，制取强化大曲，逐步向纯种化、架子化、机械化、自动控制化的方向迈进。

2. 麴曲

采用优良菌株非常重要。现已使用黑曲霉、白曲霉、红曲霉、

根霉、酵母等。要在原有的基础上提高这些菌株的质量。并开发新菌源，研究麴曲的原料配方和培制条件。现在有的厂采用湿蒸续^精老五甑工艺生产的纯种麴曲白酒，由于所用的麴皮太细，所用的菌种不当，加之辅料用量太多、不清蒸，使产品有严重的糖杂味和苦味。有些大曲酒厂，也曾出现过类似现象。

有的厂采用 2 种或多种麴曲。例如“黑曲”糖化力强；白曲对成品酒的风味有利，但糖化力低于“黑曲”；根霉麴曲糖化力较强，能使酒具有一定醇厚感……因此，若 2 种或多种麴曲混合使用，包括用酵母培养的麴曲，则应掌握好各种曲的用量比例。

3. 使用好各种酶制剂及活性干酵母

完全不用曲的“全酶法”白酒生产，只是白酒工业的发展方向之一。目前应做的工作是根据白酒产品的质量目标，适当扩大酶制剂的应用种类，例如使用酸性蛋白酶等。

三、研制香醅和酯化液等

优质而具有特色的香醅、调味酒、生物酯化液或调味液，对于麴曲和小曲清香型白酒而言，尤为重要。香醅可置于普通酒醅上面，进行蒸馏。在这方面，可借鉴浓香型白酒企业的一些方法，但决不要照搬或低水平地重复，以解决清香型白酒欠香欠“厚”的问题。“厚”是指口味而言。

四、合理使用酒糟

目前，已有一些白酒厂将酒糟干燥成商品；农村采用生料发酵法生产白酒，可以发酵饲料为主。在农场，完全可以考虑“产业链”和“生物链”。即白酒厂所产的酒糟，不要营养太“枯”。可在距离白酒厂不太远的适当位置，设置养殖场。养殖场的肥料用于农作物。

1t 干酒糟相当于 450kg 饲料粮。而每产 1t 一般酒度的白酒，可产 1.5t 干酒糟，即相当于 675kg 饲料粮。干酒糟也可制成各种配合饲料。

五、运用基础知识，研究解决清香型白酒生产中的问题

白酒生产中所用的水质量如何？其 pH 多少？水中有哪些一般成分或特殊成分？制曲和制酒的各种原料各有哪些一般成分和特殊成分？参与白酒生产的微生物及酶，各有哪些特性？如何改良和应用它们？白酒是一种什么状态的溶液？它的基本成分是什么？每种白酒有何特殊成分？可以推测但又未知的成分有哪些？白酒的成分是怎样从原料一步步变来的？如何认识、促进或抑制某些成分的生成？如果想使白酒含有某些新的成分，应采取什么手段？白酒的蒸馏、贮存设备和方法可从哪几个方面改进？如何降低（包括去除）白酒中特别有害的成分？诸如此类的一大堆问题或未提及的问题，其实都可运用一些基本知识加以分析、研究、解决。例如有的厂制不好红曲，其原因就是没有掌握好 pH；有的白酒会产生这样或那样的浑浊沉淀现象，就是因为含有某些有机或无机的物质，即使是杂醇油，在不同酒度下的溶解度也不同。

可是，有些大学在读同学，却认为学习那些基础知识没有用；或抱怨“这些东西太陈旧了，已过时了，”主张只讲最新技术。于是，他们以学生会的名义，请来从外国回来的北京大学、清华大学的老教授演讲最新技术。这当然是件好事。但当有人提起究竟讲了些什么时，有的同学就只说讲得很好，而只能说出一些提纲式的内容，具体内容则说不清楚。然而不久，前述演讲的教授在参加某个酒类科研成果鉴定会上，发表了意见和建议后，很谦虚地说：很抱歉，我们谈了一些看法，但都谈不到点子上。为什么 2 个例子形成如此大的反差呢？问题就在于对基础知识和最新或尖端技术关系的认识差异上。众所周知，华罗庚先生在晚年还重看初中数学课本的故事。为什么要这样做？也很简单，因为生存于公元前 551 年～公元前 479 年，距今约 2500 年的孔丘先生早已说过：“温故而知新”。是否可理解为每次看同样的书，其体会和认识不同？是否还有在原有基础上有所创新的意思？

因此，笔者也有感于在一些培训班上听到的许多提问，建议常

年忙于工作而对基础知识略显生疏的同仁，安排 15~30 天的时间，系统地复读一下有关微生物学，五大化学即生物化学、无机化学、有机化学、物理化学、分析化学，以及化学工程等方面的基础课本。笔者也曾在“不惑之年”试过，有效。

以下谈一些在白酒发酵方式上要深入研究的问题。

1. 如何采取液态发酵法而获取接近于固态发酵法的效果

(1) 成品酒高级醇含量问题 在以麸曲为糖化剂生产白酒时，酵母在液态醪中生成的高级醇比固态发酵法高得多。可选育使用产高级醇较少的优良酵母，并调整发酵时温度等条件。另外，在蒸馏时，尽量除去高级醇。或采用白酒专用活性炭吸附及氧化复蒸等方法，降低成品酒高级醇等含量。再进行勾兑增香增味。

(2) 蒸馏方式、设备和条件 有人做过如下试验：将白酒固态发酵醪加水后，装入釜式蒸馏器中蒸馏，则所得的白酒风味，向液态发酵、蒸馏法白酒靠近；反之，将白酒的液态发酵醪加糠拌和，使呈固态状后，装甑蒸馏，则所得的白酒，其风味向固态发酵法白酒靠拢。

因此，蒸馏设备、蒸馏方式和蒸馏条件都值得研究。可以仔细分析国外烧酎、白兰地、威士忌、老姆酒、金酒的蒸馏技术，应用“三传一反”等有关理论，改进中国现有的蒸馏设备。能否在白酒液态发酵醪上方的适当位置的筛板上，放置固态香醅或酒糟进行蒸馏，看效果如何？另外，蒸馏时的加热方式、温度、压力、蒸馏速度等，均应考虑。

(3) 菌株的生理 日本在使用某种米曲霉进行固态培养时发现，能同时启动 2 种糖化酶基因产生，而在液态发酵时，则只表达一种糖化酶。所以应对优良菌株进行在不同条件下的生理特征测定，并将 2~3 株菌种组合使用。

2. 白酒固态发酵技术的探究

目前，清香型固态法白酒的生产面临两大问题：一是生产过程还未能被较深刻地认识和精确地控制；二是有必要对原有的产品及相应的技术作改进。例如清香型大曲白酒的合格率号称在 99% 以

上，但真正要从合格酒中拿出香、绵、甜、净、爽的全优优质酒，则几乎不足 5%。所以只能在勾兑中切忌大掺混。应分产品档次。

清香型固态生产法白酒的制曲、糖化、发酵是由多菌系、多酶系参与的，在较长的生产周期内，还有许多成分单独或相互间不断发生作用的“非酶”反应，情况错综复杂。而单就微生物的生育和代谢的控制而言，就有“遗传型控制”和外界条件的控制两方面：前者如菌种选育、改良等；后者如 pH、温度、氧气、水分、各种物质浓度等控制。通过代谢和非代谢控制，才能使整个生产过程，朝着人们预定的路线和速度进行，以得到理想的产品。

但是，只有认识才能利用和改进。为此，首先要弄清楚在现有的整个生产过程中的各种状况变化规律。那就必须运用微生物的形态学、生理学、生长动力学、酶化学及其反应动力学，以及非酶参与的化学反应动力学和传热、传质等综合性的知识，包括通常所说的四大化学，即无机化学、有机化学、物理化学、分析化学。这些知识都可从前述的大学基础课程中找到。

“分析”是科研和生产的“眼睛”。但国内目前的检测手段还较落后。例如在区分白酒的级别时，往往只测酯、酸之类的成分。起码应将色谱仪和质谱仪联用，分析得知各类成分之间的量比关系，以利于较准确地区分优质和低质清香型白酒。另外，有条件的大型企业、高校或科研单位，在试验中可逐步搞“在线检测”，即通过传感器自动检测系统等使制曲、糖化、发酵、蒸馏乃至贮酒过程中物料的 pH、温度、湿度、压力、溶解氧浓度、CO₂ 浓度及各种成分的变化状况自动记录或显示出来，这样才能准确地掌握某些规律，并据此采取必要的控制手段。这就要用到微机、自动控制方面的基本知识和技能了，当然，如果是小型试验，还有个“放大”过程问题。一些中、小型白酒企业可采用普通的半导体温度、干湿球计、pH 计甚至 pH 试纸、糖度计、CO₂ 计，以及快速的容量分析法等，并把测得的原始数据均保存下来，画成许多曲线等形式进行比对，以利于找到不同季节最佳的工艺“路线”并予以控制。

若以大米或高粱作原料,采用半封闭式固态发酵法生产白酒时,发酵初期挥发的香气是较好闻的。可利用冷凝和分凝的原理,将其收集起来,经适当处理后,在勾兑时再加入酒中,以利于酒的香味。

据报道,荷兰等国近年来在研究固态发酵方面也已取得一定的进展,中国理应不甘落后,因为固态发酵原是东方的特有技术。

六、应用新技术改良清香型白酒工业

1. 应用纳米 (nm) 科学技术

纳米为十亿分之一米,长度相当于原子直径的 4 倍。纳米科学技术使人类认识和改造世界的手段和能力延伸到原子和分子。在微生物细胞和细胞膜内就存在纳米结构,可对此进行研究。有人将纳米技术试用于研究白酒,发现不同品牌的白酒,在原子显微镜下存在不同形状的颗粒体,并阐述了白酒是由大小在纳米范围内的胶体所形成的胶体溶液的观点,并据此发表了控制和提高白酒品质的一些新思路。今后,应在这方面进行探索。

2. 应用生物工程

生物工程又叫生物技术,包括基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、生物反应器五个部分。这五方面均可应用于清香型白酒的科研和生产:如将白酒生产中应用的优良曲霉的糖化基因转移于优良白酒酵母,使其兼具糖化、发酵的双重功能,这即为基因工程的内容;若将 2 种酿酒酵母的细胞融合,使其兼有 2 种酵母的某些优良特性,这就是细胞工程的内容;研究白酒生产中使用的酶的结构,并改变某些部位等,这就是酶工程的内容;白酒就是发酵工程的产物,人们所做的发酵条件调控等,均为发酵工程的内容;白酒生产中所用的培菌糖化、发酵容器,就是生物反应器。

据报道,日本应用细胞融合技术所得的新菌种,研制成具有以正戊酸乙酯为主体香的吟酿香的烧酒已面市。日本还对烧酒生产中所用的多种曲霉的酸性淀粉酶、糖化酶、 β -葡聚糖酶、木聚糖酶、纤维素酶等功能性酶的基因进行了研究,并进而利用基因工程的基

因定点突变等技术，对这些酶的结构、功能、稳定性，以及如何充分地发挥它们在烧酒酿造中的作用等方面，作了较深入的探讨。

江南大学生物工程学院自 20 世纪 90 年代以来，在固态法发酵白酒的研究方面，取得了较大的进展。例如在大曲霉菌的固态发酵机理方面，有许多新的发现；在利用酶工程合成可用于白酒勾调的酯类等方面，取得了可喜的成绩。有的白酒厂还利用代谢指纹技术研究大曲与成品酒风格的关系。

国内外的上述研究成果，在细胞水平或分子水平上，加深了人们对白酒和烧酎生产中有关微生物和酶类的认识。这是从表象到本质、从宏观到微观的研究手段及认识的较变和深入。就像人们在学校里学习那样，中小学的知识大多是宏观的，而大学则转为微观了。

另外，计算机在白酒酿造的各个环节，以及白酒勾兑和辅助品评等方面的应用，也应不断深化。

综上所述，清香型白酒的技术前景，是令人乐观的。如能加强大中专院校、科研部门及厂际的技术交流和合作，一定会不断取得可喜的进展，符合人们欣赏口味且卫生的清香型白酒品种，一定会陆续问世。

清香型白酒生产中的微生物与酶类

第一节 清香型白酒生产中的微生物

一、清香型白酒生产中的有益菌和有害菌

参与清香型白酒生产的微生物，主要有霉菌、酵母、细菌三大类。这里所谓的有益菌和有害菌，有的也是相对而言的。

1. 清香型白酒生产中的有益菌

(1) 霉菌 包括能分泌淀粉酶、蛋白酶、纤维素酶等酶系的霉菌。如根霉、黑曲霉、白曲霉、米曲霉、黄曲霉、红曲霉、少数犁头霉和木霉等。

(2) 酵母及类酵母 有酿酒酵母、产酯的汉逊酵母、球拟酵母、拟内孢霉、白地霉等。

(3) 细菌 如芽孢杆菌、产气杆菌、一定量的醋酸菌、乳酸菌等。

2. 清香型白酒生产中的有害菌

(1) 霉菌 青霉菌的繁殖温度较低，能使成品酒呈苦味；灰绿曲霉及孢子呈灰褐色的小克银汗菌，是以 AS 3.4309 菌株制麴曲时污染的“水毛菌”；曲房中一旦污染了链孢霉，则难以根除；过多的犁头霉也可视其为不良菌。

(2) 细菌 多量的醋酸菌和乳酸菌也不利于清香型大曲酒或小曲酒的酿造；若麸曲或酒母培养中污染了大量醋酸菌和乳酸菌，则会导致酸败。腐败细菌和丁酸菌等均为有害菌。

二、清香型大曲白酒生产中的微生物

1. 汾酒大曲微生物的来源

(1) 霉菌 主要来自曲房、用具及辅料。曲房空气中的主要微生物是黄曲霉、根霉、犁头霉、拟内孢霉，其中拟内孢霉是大曲“上霉”的主要菌；席片、谷糠中菌的种类相近，以犁头霉、根霉、拟内孢霉为主。拟内孢霉也可列为类酵母。

(2) 酵母及细菌 制曲原料带入的微生物以酵母为主，也有一定的细菌。芽孢杆菌主要来自原料和曲房空气。曲房空气中除芽孢杆菌外，其他细菌很少。

2. 汾酒大曲微生物形态和生理的主要特性

(1) 霉菌 以米曲霉、根霉、犁头霉为主。

① 米曲霉。在曲块表面可观察到其黄色或绿色的分生子穗。它是汾酒大曲的主要糖化菌，液化力、糖化力、蛋白质分解力均较强。

② 根霉。在曲块表面的气生菌丝形成网状，呈白色、灰色至黑色，产生明显的孢子囊，尤其用麻袋覆盖的2块曲之间，可以经常看到。但在制曲后期，则以营养菌丝的形式长入曲块内层。根霉具有较强的液化力和糖化力。

③ 犁头霉。在大曲和酒醅中含量均最多。故虽然它糖化力不强，但仍可看作是汾酒酿造中的主要糖化菌之一。其网状菌丝呈青灰色至白色而纤细，孢子囊较小。

④ 黑曲霉。形态类似于米曲霉，但分生子穗呈黑色。其在曲块中含量较少，糖化力很强。

⑤ 红曲霉。在清茬曲的红心部位最多。它具有较强的糖化力；能产一定量的有机酸，并营微弱的酒精发酵；耐酸力和耐酒精力均很强。

⑥ 毛霉。在大曲中极少，偶尔可从大曲中分离到。该菌可与根霉和犁头霉区别：其气生菌丝整齐、菌丛短，呈淡黄至黄褐色。毛霉的蛋白质分解力较强，也有一定的糖化力。

米曲霉、根霉、红曲霉能使成品酒清香自然、绵甜净爽、饮后有余香。

（2）酵母属及类酵母

① 酿酒酵母。在大曲中含量较少。多居于曲块中心。这与大曲发酵率的测定结果是一致的，即曲心强于曲皮。该菌酒精发酵力强，在汾酒发酵中起主要作用。

② 汉逊酵母。也多居于曲心。其酒精发酵力仅次于酿酒酵母，并生成多种有机酸，能形成以乙酸乙酯为主的多种酯，耐酒精能力较强。

③ 假丝酵母和拟内孢霉。是曲块中为数最多的酵母，曲皮中多于曲心。在大曲表面呈黄色小斑点者，主要为假丝酵母；而呈白色小点，有时甚至成一大片的，则为拟内孢霉，俗称“上霉子”。这2种菌均有一定的产香能力。假丝酵母具有一定的产酒精能力；拟内孢霉产酒精能力较弱。

④ 白地霉。这是一种近似酵母的霉菌，因其菌丝呈白色茸毛状，故名。该菌能产清香成分。

（3）细菌 汾酒大曲中的细菌种类甚多。列举主要者如下。

① 乳酸菌。有乳杆菌和乳球菌。乳球菌中主要是足球菌和少理乳链球菌。在大曲中，乳酸菌含量较多，以纯型乳酸菌为主，即将糖类发酵生成的产物仅为乳酸的乳酸菌。

② 醋酸菌。在大曲中含量较少，但生酸能力较强。醋酸菌在酒醅中的数量比大曲多，几乎是随着发酵时间的增加而增加的，直至发酵结束，仍能从酒醅中分离到醋酸菌。而乳球菌则在酒醅发酵3天后，就已分离不到了；乳杆菌在酒醅发酵12天后，也很少出现过。

③ 芽孢杆菌。在大曲中虽含量不多，但其繁殖迅速。在大曲温度较高、水分大、曲块发软的部位，往往很容易找到。其中枯草

芽孢杆菌具有水解淀粉和蛋白质的能力，V·P 反应（Voges-Proskauer reaction）正，产膜，能生成二乙酰和 2,3-丁二醇。这些成分有助于汾酒的清香和绵甜。有人将枯草芽孢杆菌的发酵液蒸馏后，用少量蒸馏液勾调清香型白酒，初步认为具有增香和改善后味的效果。

④ 产气杆菌。在曲块中含量较少。具有较强的乙酰甲基甲醇反应，并与 2,3-丁二醇、二乙酰等成分的生成有关。

3. 微生物在大曲和酒醅中的生长和存活状况比较

由于大曲和酒醅各种条件的差异，以及各种微生物本身特性的不同，它们的生存状况也各异。

（1）霉菌

① 在大曲中。如前所述，以犁头霉数量为最，多于米曲霉、根霉，更多于黑曲霉、毛霉。

② 在酒醅中。米曲霉菌数仍远少于犁头霉；根霉在酒醅中也为数不多；仍以犁头霉为最多。由于霉菌的好气性强，故在酒醅内难以生长和存活。在发酵前期的 4 天之内，还能分离到红曲霉以外的一些霉菌；此后，由于霉菌的孢子已丧失发芽能力，所以就分离不到了。从酒醅中很少能获得黄曲霉和黑曲霉，更分离不到毛霉；红曲霉在酒醅中始终能找到。

（2）酵母

① 在大曲中。有较多的酵母。但拟内孢霉和假丝酵母为数最多，多于酿酒酵母。拟内孢霉是“上霉”的主要菌，在成曲中更多；假丝酵母在“潮火”前期较多，约占酵母总数的 80%，但经“大火”期高温后，数量减少一半左右；白地霉在“踩曲”至“潮火”期较多。

② 酒醅中。在发酵 7 天前，能分离到拟内孢霉、假丝酵母、汉逊酵母。但此后则几乎完全是酿酒酵母了，直至发酵结束时，还能分离得到。在酒醅堆积时，侵入了大量酵母。入缸时，酒醅中酵母占总菌数的 82%~98%；入缸后，非酿酒酵母数逐渐减少，而酿酒酵母的数量则在发酵前期增加较多。

(3) 细菌

① 大曲中。以乳酸菌为主，其数量远多于醋酸菌。在“潮火”前期，乳杆菌和乳球菌以等量存在；但到“潮火”后期，则乳球菌的数量增至约为乳杆菌的 1.7 倍。

② 酒醅中。酒醅入缸后，细菌与酵母相反，总数有所增多。在发酵 15 天时，细菌数约占总菌数的 64%，其中主要是醋酸菌；到酒醅出缸时，细菌数占总菌数的 75% 以上。

毫无疑问，大曲和酒醅中各类微生物的消长状况，决定其代谢产物的种类及数量，最终影响成品酒的香味。因此，掌握清香型大曲白酒生产过程中微生物的动态和白酒香味成分的变化规律，对于改进和控制工艺条件，具有极为重要的意义。

4. 从微生物的生长和作用规律，认识和控制发酵过程及条件

(1) 大_糖 发酵全过程 霉菌及其酶类的糖化作用和酵母等的发酵同时进行。前期以酵母等繁殖为主；中期以酵母等发酵为主；后期以酯化等作用为主，产香酵母虽已不存在，但其酶会溶出而发生作用。

(2) 二_糖 发酵中 由于酒醅入缸时淀粉含量相对低，所以若采取与大_糖 发酵相同的入缸条件，则势必品温难以上升；中期也不能保持相当长时间的发酵温度；后期品温却迅速下降。简言之，发酵品温不能保持“前缓、中挺、后缓落”的变化规律。而有益微生物就未能充分发挥作用，致使出酒率低、酒质差。因此，二_糖 采取了较高入缸温度和较大入缸水分的条件。这样可促使酿酒酵母在酒醅入缸后很快繁殖，并将产酒期提前，也相对延长了酯化期。所以，二_糖 发酵结束后的含酯量要比大_糖 发酵后多 1 倍；而具有刺激性的醛，由于较长时间的挥发和氧化作用，则仅为大_糖 发酵结束后的 1/3 左右。

5. 利用微生物“增乙降乳”

这里的“乙”是指乙酸乙酯，“乳”是指乳酸乙酯。大曲清香型白酒的乙酸乙酯和乳酸乙酯的比例与成品酒的风格密切相关。有的厂的产品的乳酸乙酯含量几乎接近于乙酸乙酯了。可采用以下 2

种菌进行“增乙降乳”。

(1) 利用生香酵母“增乙降乳” 使用产乙酸乙酯能力很强的异常汉逊酵母、间型香酵母、假丝酵母，将其纯种培养后，与酒醅入缸共酵，可使成品酒的乙酸乙酯含量在原有基础上增加 80mg/100mL 左右。从而增大乙乳比，使产品的典型性突出，提高优级品率约 8%。

(2) 利用降乳菌降低大曲清香型白酒的乳酸乙酯含量 乳酸乙酯是较为稳定的成分，难以将其降解。可以通过分解乳酸乙酯的前体成分乳酸的方法，达到降低乳酸乙酯的目的。丙酸菌可将乳酸分解为丙酸、乙酸、丁酸、庚酸。但清香型白酒是需要严格控制丁酸和丁酸乙酯等含量的。因此，某厂从酒醅中分离、筛选到 1 株将乳酸只降解为丙酸和乙酸的芽孢杆菌。并用激光诱化，提高其降解乳酸的能力。将该菌纯培养后，加入酒醅中共酵，可使成品酒的乳酸乙酯含量，在原来的基础上降低约 27%，使产品的优级品率提高 10% 以上。

三、清香型小曲白酒生产中的微生物及优良菌株

1. 传统小曲中的微生物

(1) 霉菌 自然培养小曲中的霉菌有根霉、毛霉、米曲霉、黄曲霉、黑曲霉等，以根霉为主。常见的根霉有河内根霉、米根霉、黑根霉、白曲根霉、华根霉、德氏根霉、台湾根霉、爪哇根霉等。它们的生长适应性、生长特征、糖化力强弱、代谢产物等各异。举例如下。

① 河内根霉。具有一定的液化力，糖化力和产有机酸的能力均较强，尤其能产生多量的乳酸。

② 黑根霉。能生成富马酸，但糖化力较低。其菌丛粗壮，在品温高、水分大时，会大量繁殖。它通常被视为影响小曲糖化力的有害菌。

③ 白曲根霉。其适应能力较差。因糖化力及产乳酸等有机酸的能力均较强，并具有一定的产酒精能力，故被用于制作米糠曲

丸；在培制麴曲时也用得较多。

④ 华根霉。孢子呈鲜灰色。其具有较强的糖化力及产有机酸的能力。

⑤ 爪哇根霉。菌丛呈黑色。其具有较强的糖化力。

上述 5 种根霉的生长适温多为 $25\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；所产的酶作用的适温为 $45\sim 55^{\circ}\text{C}$ ；最适生长和作用 pH 为 $4.5\sim 5.5$ 。

(2) 酵母及类酵母 自然培养小曲中的酵母种类也很多，如酿酒酵母、汉逊酵母、假丝酵母、红孢酵母、拟内孢霉、白地霉等，以酿酒酵母和汉逊酵母为主。有的酵母能耐 $35\sim 36^{\circ}\text{C}$ 的较高温度。

(3) 细菌 天然培养的小曲，含有乳酸菌、醋酸菌、丁酸菌。在管理正常时，这些细菌不会影响酒质，而有利于香味的形成；若操作不当，例如使制曲或发酵品温过高，则会促使乳酸菌、醋酸菌繁殖过多而招致小曲和酒醋酸败，影响酒质。

在小曲培制过程中，杆菌生长占优势；而在发酵前期的酒醅或配糟中，往往是球菌占优势；到发酵后期，乳酸菌等杆菌才占优势。纯型乳酸菌大多为嫌气性杆菌，能将糖只转化为乳酸。

小曲中也有一些呈球状的异型乳酸菌，具有偏嫌气性或好气性，除了能将糖生成乳酸外，还生成部分酒精和 CO_2 。

小曲中的醋酸菌，呈单球状、链球状、长杆状或短杆状。能将糖生成乙酸。有人认为，在正常操作下，小曲中的醋酸菌不是太多，而是略显不足（当然也不宜过多地存在）。

小曲中的黏液菌、枯草芽孢杆菌等，通常应视为有害菌。因为它们能使小曲发黏或板结。

2. 清香型小曲白酒生产中使用的人工菌株

目前，清香型小曲白酒生产中使用的的小曲，有自然培养而成的，也有以纯种根霉和酵母培制的，如厦门白曲等。

(1) 根霉菌株

① 对根霉菌株的要求。生长迅速，适应环境的能力较强；能产生一定量的乳酸等有机酸；成曲的糖化力较强。其综合特性如下。

a. 根霉适于在生料上生长、产酶；在熟料上培养时，则成曲的糖化酶活力较低。

b. 根霉产有机酸的能力远强于米曲霉等霉菌。根霉所产的乳酸为 L 型乳酸，易被人体或微生物直接利用。

c. 根霉能在小曲中与酵母、细菌等共生，并以根霉为主；曲霉若与细菌、酵母等混合培养，则自身难以生长旺盛。

d. 根霉具有较强的糖化力。其糖化力略低于某些黑曲霉、米曲霉等。

e. 根霉具有边繁殖、边糖化、边发酵的特性，且保持三者的速度相对平衡，并抑制杂菌生长。

② 优良的根霉菌株

a. AS 3.866：河内根霉。其糖化力、产乳酸的能力均较强，并有一定的产酒精能力。该菌即使在炎热的季节，产酸量也适中。

顺便说明一下，有些文献上提到的将根霉分为“上海型”和“川黔型”的说法，是方心芳和乐爱华两位先生在 1959 年提出的。从 1956 年起，这两位前辈在全国各地小店中购得共 137 个小曲试样，从中分离得根霉菌株 643 株。按糖化力强弱，分成 5 个等级。其中 AS 3.866、AS 3.867 是从上海小曲中分离得到的；AS 3.868、AS 3.852 是从四川小曲中获得的；AS 3.851 是从北京小曲中获取的。“上海型”和“川黔型”根霉均具有较强的糖化力及一定的产酒精能力。它们的主要区别在于：“上海型”根霉的产酸量约为“川黔型”根霉的 1 倍，对薯类原料糖化力强；产酸量少的“川黔型”根霉，则对高粱原料的作用效果好。对其他酿酒原料，这 2 类根霉的作用效果差异不明显。

b. Q303：是 1977 年由贵州省轻工科研所从小曲中分离所得的菌株。该菌株生长速度快，糖化力比 AS 3.866 更强，且性能稳定，在夏季以外的季节，能产酸适度。但酒化酶活力较弱。

c. C-24 和 LZ-24：这是 1994 年由四川泸州市酿酒科学研究所唐玉明先生等选育所得的根霉菌株。他们从纯化的 64 株根霉中，根据各株的培养特征及稀碘液测透明圈大小、糖化酶活力、试饭的

糖度、酸度、酒度等指标，筛选出 2 株“出发株”。再对其进行紫外线诱变，选育得 C-24 和 LZ-24。据说这 2 株根霉某些性能优于 AS 3.866 和 Q303，具有生长速度快、糖化酶活力高、产酸量少、对酿酒原料适应性广、出酒率高及酒质优的优点。

(2) 优良酵母菌株

① 酿酒酵母。有 AS 2.109、AS 2.541、Rasse XII（德国 12 号）、K 氏酵母、南阳混合酵母 1308、米酒酵母等。其中 K 氏酵母和 1308 的发酵速度快，发酵力强，能耐 22% 的糖度及体积分数为 12% 的酒精度，耐温性能也较好；Rasse XII 和米酒酵母的环境适应性良好，发酵力强，所产的成品酒质量稳定。

② 生香酵母。有的厂在培制小曲时，接入若干生香酵母，以增强成品酒的香味。常用的菌株有：汉逊酵母属中的 AS 2.300、AS 2.297、汾I、汾II；中国食品发酵工业研究院的 1312、1342、1343、1274 等。

这些生香酵母属于氧化型酵母，所产的酯以乙酸乙酯为主，产酒精能力很差，培养时需较充足的氧。若生香酵母小曲用量过多，则由于酯香过分突出，会使酒体与香气失衡而不协调；并会生成较多的异戊醇，使成品酒呈不良的苦味。

四、清香型麸曲白酒生产用的菌株

1. 曲霉麸曲、酒母用的菌株

(1) 曲霉麸曲用的菌株 “烟台试点”以薯干为酿酒原料，所用的制麸曲菌株有糖化力和耐酸性强的郭氏曲霉 AS 3.758、甘薯曲霉 AS 3.324、黄曲霉 AS 3.800、米曲霉 AS 3.384 及黑曲霉菌株等。黄曲霉的液化力较强而糖化力较弱，故后来改为黑曲和黄曲混合使用，黑曲比例稍低于 70%。

目前用于粮谷白酒麸曲的曲霉优秀菌株如下。

① 黑曲霉 AS 3.4309。这是中国科学院微生物研究所从土壤中分离而得的一株高效糖化菌。即 UV-11。其再经紫外线等诱变所得的变种有 UV-11-48、及 UV-11JU5 等。该菌所产的淀粉酶有 α -淀粉酶、糖化酶、葡萄糖苷转移酶等；产酸性蛋白酶的能力很弱。

该菌也被用于生产酒精和糖化酶制剂。在 20 世纪 40 年代, 日本人在中国东北保藏着白曲霉、黄曲霉、黑曲霉菌种。但糖化力均较弱。当时, 方心芳先生等就已分离到一株糖化力较强的黑曲霉菌株。

② 河内白曲霉。该菌源自盛产烧酎的日本南九州。早在 20 世纪 40 年代, 中国东北有的厂已使用白曲霉培制的麯曲生产白酒。

该菌能分泌 α -淀粉酶、糖化酶, 还能分泌多量的酸性蛋白酶, 此酶能将蛋白质分解为 L-氨基酸, 供微生物直接利用。

河内白曲具有以下 5 个优点: 产酸量大, 有利于白酒生产过程中抑制杂菌生长; 酸性蛋白酶含量高, 有利于白酒某些香味成分的生成; 耐酸、耐酒精能力强; 制曲容易, 白曲霉生长旺盛; 糖化生淀粉的能力较强。因此可用以生产优质麯曲白酒和生料制白酒。

③ 东酒 1 号。这是上海工业微生物研究所等选育所得的糖化菌株, 普遍被用于白酒或酒精生产。

④ 红曲霉菌株。如 10005、AS 3.2666、AS 3.2848、AS 3.991 等。

⑤ 龙轻 52 号。这是 1972 年由黑龙江省轻工研究所选育的分解纤维素的菌株。

(2) 酒母菌株 适于淀粉质原料酿制白酒的有 Rasse XII (德国 12 号) 或称拉斯 12、K 氏酵母、南阳 5 号酵母、南阳混合酵母等。

(3) 生香酵母菌株 有异常汉逊酵母 AS 2.296、AS 2.300、AS 2.470、AS 2.641、AS 2.877、汾 I、汾 II、AS 2.1182, 球拟酵母 AS 2.202, 原轻工业部发酵工业科学研究所的 1312、1342、1343、1274 等。

2. 根霉、酵母麯曲用的菌株

(1) 根霉麯曲菌株

① 中国科学院微生物研究所的 AS 3.866、AS 3.851、AS 3.867、AS 3.852、AS 3.868。前 3 株为东京根霉, 后 2 株为日本根霉。AS 3.866 在前面纯种小曲菌株中已介绍其若干性能。该菌株生长速度快, 形成孢子多, 对各种原料的适应性均很强。

② 贵州省轻工科研所的菌株: Q301、Q302、Q303、Q304。

其中 Q303 也在纯种小曲菌株中介绍过。该菌株属台湾根霉，糖化、发酵力均高于其他 3 株菌株，且能产类似蜂蜜香味的成分，这是目前全国应用最广泛的菌株。

③ 四川的邛崃 3 号、5 号根霉菌株，也具有良好的性能。

(2) 酵母麯曲菌株 常用的有 2109、南阳混合酵母、K 氏酵母、2541 等。

有人针对曲霉麯曲白酒口味较淡、后味较短、有焦糊味的缺点，使用根霉麯曲加生香酵母酿制白酒，并进行了某些比较。结果表明，曲霉菌在熟麯皮上培养时，生长旺盛，糖化力和液化力均高于熟麯皮根霉曲；但曲霉菌若在生麯皮上培养时，则生长不良，糖化酶活力比熟麯皮曲低一半多。生麯皮根霉曲的菌体比熟麯皮根霉曲健壮，糖化力、液化力、酸性蛋白酶活力也均高于熟麯皮根霉曲。但个别根霉菌株虽然制取的生麯皮曲糖化力较高，但用该菌株制成的熟麯皮曲，其糖化力却低于生麯皮曲。这值得在酶系组成上进行深入探讨。用根霉麯曲制取的白酒，其风味好于曲霉麯曲白酒，较接近于大曲清香型白酒。使用生香酵母是提高清香型麯曲白酒质量的有效手段，也是“增乙降乳”的最好措施之一。

应用于清香型白酒生产的活性干酵母及酶制剂制作时所用的菌株，也可从前述的优良菌株中找到。在此不予赘述。

五、清香型白酒微生物的检测、选育、鉴定、复壮、保藏

有关清香型白酒微生物的检测、选育、鉴定、复壮、保藏的系统技术，因限于篇幅，请读者参阅《白酒工业手册》（中国轻工业出版社 康明官 1991）和《白酒生产技术全书》（中国轻工业出版社 沈怡方主编 1998）的相关内容。这里只将对菌株的要求及微生物检测和菌种选育、复壮的几个实例介绍如下，供参考。

（一）清香型白酒菌种的要求

这里只讲对参与糖化和发酵的霉菌和酵母两大类菌种的综合要求。

1. 对霉菌菌种的要求

这里的霉菌，包括曲霉、根霉、毛霉等。

① 糖化力很强或较强。除能分泌糖化酶外，最好能分泌适量液化酶和少量酸性蛋白酶。

② 适应性强。包括对原料的适应性、与其他菌种共生的适应度，以及对培养、发酵条件的适应性，如耐温性、耐酒精的能力、耐酸力等。在酒醅升酸时不会迅速失活。

③ 繁殖速度快。以利于防止杂菌污染而优先生长。

④ 不产生霉毒素。

⑤ 不分泌或分泌极少果胶酶。

⑥ 制种曲时，产孢子容易，孢子收量多；为使机械化制曲时易于通风，孢子柄宜短（短毛菌）。

⑦ 产曲香好，有利于制取香醅和在酒醅中生成对成品酒香味有益的成分。

上述条件往往单一菌株不能全部具备。例如糖化力特别强的菌株，其液化力很弱，难以分泌酸性蛋白酶，成品酒的风味也不及糖化力较强的菌株等。所以在菌种选育时，不要轻易放弃某些具有某种或几种优良性能但又不是全优的菌株。为保证酒质及出酒率，通常可采用 2 种或 2 种以上的混合菌株。

2. 对酵母菌株的要求

① 生长迅速，抗杂菌能力强。

② 酒精发酵力强且持久。生香酵母例外。

③ 适应性强，如对原料的适应性、耐酸力、耐酒精力强，适宜较高温度的发酵，以及对其他条件的适应能力等。

④ 对于产香味成分的能力，注意选育产特殊香味成分的菌株，注意产香味成分的种类及量比状况。

⑤ 产杂醇油及甲醇少。

（二）介绍几个微生物检测、菌种选育、复壮的实例

1. 大曲酒厂空气中微生物总数的测定

通常，检测空气中的菌数有三法：即气流撞击法、滤过法、沉

降法。气流撞击法的检测结果最准确，但需用特殊器械，故难以推广；滤过法的准确度较高，但比沉降法繁杂，故一般用于空气消毒效果的测评；沉降法虽测定结果相对不够精确，但因其操作简便，故便于应用。下面介绍的是沉降平板法，即郭霍经典法，可用以粗略地测知一定区域内尘埃传播的三大类微生物的数量。

(1) 培养基 细菌生长用的肉汤培养基；霉菌生长用的察氏培养基；酵母生长用的麦芽汁培养基，可添加 2% 的乙醇，以抑制霉菌繁殖。

(2) 测定步骤

① 放置培养皿。在踩曲坯场、曲房、制酒车间等室内的四角及中央，放置装有上述琼脂培养基的培养皿各 1 个。并同时揭开皿盖，盖口朝下，垫在皿底下。

② 培养基暴露时间。10~20min，按当地空气中微生物的数量而定，通常以每个培养皿平板培养基上有 30~300 个菌落为宜。

③ 平板培养温度和时间。肉汤琼脂平板在 37℃ 下培养 24h；察氏琼脂平板在 30℃ 下培养 72h；麦芽汁琼脂平板在 28℃ 下培养 48h。

(3) 计菌数 奥梅梁斯基认为，在 100cm² 琼脂平板培养基上，5min 所降落的菌数，相当于 10L 空气中所含的菌数。因此，可用下式计算 1L 空气中每一大类微生物的数量。

$$\begin{aligned} 1\text{L 空气中每一大类微生物的数量} &= 1000 \div \left(\frac{A}{100} t \times \frac{10}{5} \right) \times N \\ &= \frac{50000N}{At} \end{aligned}$$

式中 A——所用培养皿面积，cm²；

t——培养基暴露时间，min；

N——培养后培养皿培养基表面菌落数，个。

1L 空气中的总菌数 = 1L 空气中的细菌数 + 1L 空气中的霉菌数 +
1L 空气中的酵母数

2. 汾酒大曲中微生物的分离、鉴定及酿酒性能测定

(1) 材料

① 汾酒大曲试样

② 培养基

a. $7\sim 8^{\circ}\text{Bé}$ ^❶ 麦芽汁及其琼脂培养基。

b. $7\sim 8^{\circ}\text{Bé}$ 米曲汁及其琼脂培养基。

c. 马铃薯煮出汁琼脂培养基。

d. Mc CLarg 培养基。

(2) 试验方法 将适量大曲试样在试管中培养，或将大曲试样经无菌水适当稀释后，采用稀释法和划线法以琼脂培养基进行平板分离。再将分离所得的各单株菌作形态观察、记录。有关鉴定方法：霉菌的鉴定见有关霉菌分类手册；酵母的鉴定见 S. Lodder《酵母分类法》。各单株菌的酿酒性能测定，按常规方法进行。

(3) 结果

① 单株菌的形态特征：从略。

② 单株菌的酿酒性能：如酿酒酵母的发酵力，生香酵母的产酯、产总酸及挥发酸能力，毛霉、根霉、犁头霉的糖化力和产酸状况，拟内孢霉的产酯能力及糖化力，红曲霉的糖化力和发酵力，黑曲霉的糖化力、液化力及产酸状况，具体数据从略。

(4) 讨论 汾酒大曲中的微生物，具有糖化、发酵、产酯等多种功能。可将分离所得的菌株制取麴曲、酒母代替大曲，以生产风味接近于大曲酒的质量水准的酒，而又不影响原料出酒率。

3. 利用太空诱变作用分离小曲微生物

太空是存有微重力、高能粒子、强辐射、交变磁场等在地面上难以模拟的独特空间，可使微生物完成一些在地面上难以产生的基因突变，其变异速度比在地面上快千万倍。据此，中国科学院成都生物研究所将某种小曲置于某飞船送入太空，经作用后返回地面。再从该小曲及未上过太空的对照小曲中分别分离得酿酒性能最好的菌株，进行比较。现将该试验的材料、方法、结果简述如下。

❶ 波美度是过去表示液体密度的量，因为测量仪器波美浮称而得名，单位为度“°”。 15°C 时换算公式为 $\rho_{15} \approx \frac{144.3}{144.3 \pm n}$ 。——编者注

(1) 材料

① 试样：经太空作用的小曲；对照小曲。

② 分离用培养基：察氏琼脂培养基； 10°Bé 麦芽汁琼脂培养基。

(2) 方法

① 倒制平板培养基。将上述培养基融化、加入少量青霉素溶液混合均匀后，倒入培养皿，制成平板培养基，在 28°C 下培养 24h 后备用。

② 采用稀释涂布法分离菌株。将试样适当稀释后，取 0.1mL 分别注于上述平板培养基上，用玻璃涂布棒涂布均匀。在 28°C 下培养，挑取生长好的菌落，再在上述平板培养基上划线、培养纯化。最后将纯菌株转接至试管麦芽汁琼脂斜面培养基上，培养后供测定性能用。

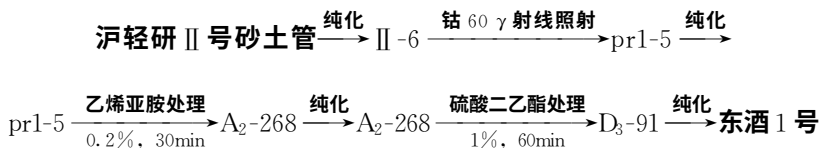
③ 酶活力测定

a. 制取酶液：取麯皮加入 70% 水混合均匀，分装、灭菌、冷却，接入上述供试菌株，在 28°C 下，培养 24h、36h、48h、72h 后，加入一定量缓冲液振荡提取 1h，滤取酶液供测试用。

b. 酶活力测定方法：糖化酶活力测定采用碘量法；液化酶活力测定采用 60°C 法；蛋白酶活力测定采用福林法。

(3) 结果 从 2 个试样中分别分离得性能最好的根霉、黑曲霉、米曲霉各 1 株。测试结果：经太空诱变而得的根霉和黑曲霉菌株的糖化酶、液化酶活性，均比未上太空的对照菌株高出 2~3 倍；黑曲霉菌株的蛋白酶活性也提高了 1~2 倍。而且，经诱变而得的根霉菌株在培养 36h、黑曲霉菌株在培养 48h 后，糖化酶和液化酶活力亦均高于对照菌株。但 2 株米曲霉菌株培养后的糖化酶、液化酶、蛋白酶活性，并无明显差异。

4. 东酒 1 号的选育过程



5. UV-11 (AS 3.4309) 诱变过程

出发株为从土壤中分离而得的 AS. niger 202。UV-11 的诱变

育种过程如下。Co 即钴，UV 即紫外线。

202	糖化酶活力 222U/mL
↓	300Gy, 存活率 44.92%
Co202	糖化酶活力 620U/mL
↓	600Gy, 存活率 2.74%
Co1	糖化酶活力 800U/mL
↓	紫外线照射 35min, 存活率 0.64%
UV-12	糖化酶活力 880U/mL
↓	MNNG 300μg/mL, 存活率 32.40%
M ₃	糖化酶活力 1170U/mL
↓	8Gy, 存活率 0.51%
Co8	糖化酶活力 1220U/mL
↓	MNNG 300μg/mL, 存活率 34.2%
M ₅	糖化酶活力 1550U/mL
↓	紫外线照射 35min, 存活率 0.52%
UV-11	糖化酶活力 1860U/mL. 制成麸曲后的酶活力更高得多

后来，又以 UV-11 为出发株，经亚硝基胍反复诱变，获得 UV-11-48，或简称为 UV-48。将其制成麸曲的种曲，糖化酶活力最高可达 12200U/g；麸曲的糖化酶酶活力为 8000~9000U/g，最高可达 11700U/g。

6. 预防 UV-11 和 UV-11-48 菌种退化的一种方法

若用察氏琼脂试管培养基转接 UV-11 或 UV-11-48 原菌，在前几代培养时，其长势良好，色泽正常，糖化力也可保持在 8000U/g 左右；但继续传代，则相继呈现菌膜增厚、褶皱增大、孢子稀疏、色泽浅淡、糖化力下降等现象。尽管加以复壮和筛选，也无济于事。据报道，若用下述配方的试管斜面培养基转接原菌，则可防止原菌退化：蔗糖 3.0%，磷酸氢二钾 0.1%，硫酸镁 0.05%，硫酸亚铁 0.0001%，硝酸钠 0.3%，氯化钾 0.05%，琼脂 2.0%，麸皮浸出液 10%~15%，蒸馏水 85%~90%。麸皮浸出

液的制法：取鲜麩皮 100g，加 600mL 水，浸泡 6~8h 后，煮沸、过滤即可。

第二节 清香型白酒生产中的酶类

清香型白酒生产中的酶源，有制曲和制酒母时的霉菌、酵母、细菌等几大类微生物、生大米、生大麦、生小麦及生麩皮等原料，以及外加的淀粉酶、酸性蛋白酶等酶制剂。往往是一菌产多酶，一酶产自多菌；有些酶之间还存在协同作用。可以说，在清香型白酒生产中，几乎涉及到酿酒工业中所有的酶类。但在这里则侧重于叙述与糖化、发酵有关的主要酶类，人们应该了解其来源、作用方式及作用条件，以利于有效地加以控制。

一、淀粉酶类

淀粉酶又称淀粉水解酶，顾名思义，它是能分解淀粉糖苷键的一类酶的总称。包括 α -淀粉酶、糖化酶、异淀粉酶、麦芽糖酶等。

1. α -淀粉酶

因其作用于淀粉而生成产物的还原性末端葡萄糖单位的 C_1 为 α -构型，故名；又因它能使淀粉糊化物的黏度迅速降低，故又称液化型淀粉酶；还由于它能很容易地将淀粉长链从内部切成短链的糊精，而对外侧的 α -1,4 糖苷键不易切割，所以又称内切型淀粉酶；因其能快速将淀粉切割为大、小糊精，故又叫淀粉糊精酶或淀粉糊精化酶；但由于它不能切割 α -1,6 糖苷键，也不能分解紧靠于 α -1,6 糖苷键的 α -1,4 糖苷键，故又称淀粉-1,4-糊精酶。

米曲霉、黑曲霉、白曲霉、根霉、拟内孢霉、枯草芽孢杆菌、假单胞菌等均能分泌这种酶，但各自的酶耐热性、最适作用 pH 及淀粉水解限度等，却不尽相同。

2. 糖化酶

糖化酶是人们习惯上的简称。其系统名为淀粉 α -1,4-葡聚糖葡

葡萄糖水解酶；或称 α -1,4 葡萄糖苷酶、糖化型淀粉酶、葡萄糖淀粉酶。

这种酶能自淀粉的还原性末端，将葡萄糖单位一个一个地切割下来。在水解到支链淀粉的分支点时，通常先将 α -1,4 糖苷键切开后，再继续水解。即它除了能切开 α -1,4 糖苷键外，也能切开 α -1,6 糖苷键及 α -1,3 糖苷键，只是对这 3 种键的水解速度不同而已。故此酶在理论上能将支链淀粉全部水解为葡萄糖，并在水解过程中也能起转位作用，产物为 β 葡萄糖。

能分泌糖化酶的微生物几乎都是霉菌。主要为黑曲霉、米曲霉、根霉、红曲霉、内孢霉。相比较而言，黑曲霉的糖化酶活力很强，而 α -淀粉酶活力则较低；米曲霉的糖化酶活力要弱一些，但 α -淀粉酶活力较强；根霉、红曲霉、拟内孢霉的 α -淀粉酶活力较弱，糖化酶活力较强，转移葡萄糖苷酶活力很弱，所以几乎能 100% 地将淀粉水解。而黑曲霉则因转移葡萄糖苷酶活力较强，故作用结果往往残留较多的如异麦芽糖等非可发酵性糖。

据分析，根霉所产液化型淀粉酶与糖化型淀粉酶的比例约为 1 : 3.3；而米曲霉所产上述 2 种酶的比例则为 1 : 1；黑曲霉所产上述 2 种酶的比例为 1 : 28 左右。所以，富含根霉的小曲，虽然会使酒醅中总的糖化速度相对为慢，但可与相应的酵母发酵速度基本上谐调，进行相对平衡的边糖化、边发酵，使之最终获得较高的淀粉出酒率。

各个菌株所产糖化酶的作用条件略有差异。例如 UV-11 所产的糖化酶，其最适作用温度为 60℃，与之相应的最适作用 pH 为 3.5~5.0，是耐酸型的。

3. 异淀粉酶

因其能切开支链淀粉型多糖的 α -1,6 糖苷键，即能将支链淀粉的整个侧链切下，变为分子较小的直链淀粉，故又名脱支链淀粉酶或淀粉 α -1,6 糊精酶，也能作用于界限糊精的 α -1,6 糖苷键。

该酶多产于细菌类的杆菌。如产气杆菌以及某些霉菌和酵母。

此酶不能单独作用于淀粉而水解成单糖或二糖，只有与 α -淀

淀粉酶及糖化酶等共同作用，才能将淀粉转化为较多的可发酵性糖。

4. β -淀粉酶

该酶从淀粉分子的非还原性末端，作用于 β -1,4 糖苷键，依次切下一个个麦芽糖。但它既不作用于支链分支点的 1,6-键，又不能绕过 1,6-键去切开支点内侧的 1,4-键。故此酶若单独作用于支链淀粉的结果，除产生麦芽糖外，还产生 β -界限糊精。因此， β -淀粉酶又名外切型淀粉酶或淀粉-1,4-麦芽糖苷酶。

该酶在切下麦芽糖的同时，发生瓦尔登转位反应（Waden inversion），将 α -构型的麦芽糖转变为 β -构型，故名 β -淀粉酶。

所以， β -淀粉酶不能使淀粉分子迅速变小，不易使淀粉的黏度下降，其糊精化程度也参差不齐；作用过程中的碘显色反应也只能由深蓝变浅蓝，通常不会变为红色或无色。

β -淀粉酶存在于高等植物中，如大麦、小麦、麸皮、甘薯等均含有；也存在于假单胞菌、多黏芽孢杆菌、吸水链霉菌等微生物中。

β -淀粉酶是一种耐热性能较差、作用较缓慢的糖化型淀粉酶。其作用的适温为 $60\sim 62^{\circ}\text{C}$ ；作用的适宜 pH 为 $5.0\sim 5.3$ 。

5. 转移葡萄糖苷酶

此酶又称葡萄糖苷转移酶，简称转苷酶。这是一种不利于白酒生产过程中糖化发酵的酶。因其作用是将由麦芽糖等水解下来的一分子葡萄糖，转移给作为“受体”的另一分子葡萄糖或麦芽糖，生成通常被认为非发酵性的异麦芽糖或潘糖，致使出酒率下降。

该酶大多产自黑曲霉。所以在筛选制取麸曲等产糖化酶的黑曲霉菌种时，须尽可能地挑选产此酶极少的菌株。

6. 麦芽糖酶

又名 α -葡萄糖苷酶。此酶能迅速地将麦芽糖分解为 2 个葡萄糖。

该酶大量存在于大麦芽中；酵母及大多数霉菌也均能分泌此酶，其含量高低当然因菌株不同而异。

酵母菌的麦芽糖酶的最适作用温度为 40°C ，作用的最适 pH 为 $6.75\sim 7.25$ ；曲霉的麦芽糖酶作用的最适温度为 $47\sim 55^{\circ}\text{C}$ ，作用的最适 pH 为 4.0 。

7. 磷酸酯酶

该酶能将磷酸与醇式羟基结合成酯的磷酸糊精水解生成葡萄糖，并释放出磷酸，使原来不能被酵母菌等直接利用的有机磷得以利用。此酶还具有明显的液化力。

黑曲霉等微生物能分泌此酶。该酶的最适作用温度为 57°C 左右；最适作用 pH 为 $5.5\sim 6.0$ 。

二、蛋白酶类

蛋白酶是能水解蛋白质及多肽的复合酶类的总称。按其底物的作用方式，有内肽酶和外肽酶之分：内肽酶能任意切断蛋白质肽链内部的肽键，产物为肽、多肽、低肽之类的片断；外肽酶则从肽链的一端作用，切下一个氨基酸分子。这两类酶共同作用，先由内肽酶将蛋白质切成短链；再由外肽酶作用，产生氨基酸。氨基酸是微生物生长及生成高级醇的重要成分。

蛋白酶按其作用的不同 pH，可分为酸性蛋白酶、中性蛋白酶及碱性蛋白酶。与清香型白酒生产有关的为酸性蛋白酶、中性蛋白酶和介于两者之间的酸性-中性蛋白酶。

1. 酸性蛋白酶

因该酶作用的最适 pH 为 $2\sim 5$ ，故名。该酶在 pH 升高时就迅速丧失酶活力。能产该酶的主要微生物为米曲霉、黑曲霉及根霉等。

2. 中性蛋白酶

该酶作用的最适 pH 为 7 左右，在 $45\sim 50^{\circ}\text{C}$ 时酶活力最高。不少细菌和霉菌，如枯草芽孢杆菌及米曲霉等均产此酶。

3. 酸性-中性蛋白酶

因其最适作用 pH 在 $5\sim 7$ 之间，故名。产生该酶的主要微生物为曲霉菌。

实际上，某一菌株只产单一蛋白酶的情况是很少的。只是不同菌株所产蛋白酶的种类及其量比关系不同罢了。酱香型白酒的大曲酸性蛋白酶活力高于清香型白酒大曲约 3 倍。

三、酒化酶及酯化酶

1. 酒化酶

酒化酶是参与自葡萄糖到酒精和 CO_2 的各种酶和辅酶的总称。主要包括己糖磷酸化酶、氧化还原酶、烯醇化酶、脱羧酶、磷酸酶及乙醇脱氢酶等。酒化酶的作用温度为 30°C 左右，最适作用 pH 为 $4.5\sim 5.5$ 。该酶主要存在于酵母细胞内。

2. 酯化酶

酯化酶包括酰基辅酶 A、醇酸缩合酶等。产生该酶的主要是酵母，其次是霉菌。若在酯化过程中酸量不足、空气过多、品温过高，则生成的酯也会被分解酶分解。酯化反应是可逆的。

四、其他酶类

1. 果胶酶

果胶酶是分解果胶质的多种酶的总称。可分为解聚酶及果胶酯酶两大类。而解聚酶又可按下述三点进一步分类：即对底物作用的专一性，是对高度酯化的果胶作用还是作用于果胶酸；对 D-半乳糖醛酸间的糖苷键的作用机理，是水解作用还是反式消去作用；切断糖苷键的方式，是无规则地切断还是顺序逐个加以切断，即采取外切式还是内切式，可用比较黏度的降低、还原力增强等方法予以区别。

果胶酶广泛存在于植物果实和微生物中，通常动物细胞不能合成这种酶。霉菌能产生多种解聚酶；少数酵母也产果胶酶；假单胞菌能分泌内聚半乳糖醛酸裂解酶。

由曲霉菌产生的聚半乳糖醛酸酶，在 40°C 以下作用时性能稳定，最适作用 pH 为 $4.0\sim 4.8$ ，低于 3.0 时，酶迅速失活。

2. 纤维素酶类

纤维素酶类包括纤维素酶和半纤维素酶。

(1) 纤维素酶 纤维素酶是指能水解纤维素的 β -1,4-葡萄糖苷键的酶，使纤维素变为纤维二糖和葡萄糖。纤维素酶将纤维素分解至葡萄糖，在理论上是可行的。但由于纤维素与果胶、半纤维素等

交织在一起，处于高度不溶于水的状态。故很难被纤维素酶接触而分解。另外，在实际生产中使用的某些纤维素酶，大多含有半纤维素酶。当其作用于细胞壁时，会使细胞裂解，因而细胞内容物得以被较充分地利用，故提高了出酒率。通常，制白酒的谷类、麸皮、薯干等原料，经纤维素酶处理后，由于细胞破裂、易于蒸煮，原料利用率得以提高。

能产生纤维素酶的微生物有霉菌、细菌、放线菌等。以霉菌为主，尤其是绿色木霉、黑曲霉、青霉、根霉。木霉产生的纤维素酶，活力最强，其中包括 C_1 酶、纤维二糖酶及淀粉酶等；在黑曲霉产生的纤维素酶中，还含有较多的淀粉酶、果胶酶和蛋白酶。市售的商品纤维素酶，通常含有半纤维素酶等酶类。纤维素酶也是一种诱导酶，可采用固态麸曲法培养、产酶。

纤维素酶作用的适温为 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，高于 60°C 时，酶迅速钝化；最适作用 pH 为 $4.0\sim 5.0$ 。纤维素酶的反应产物，包括纤维二糖，都是酶作用的抑制剂； Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 会抑制某些纤维素酶的活力。

(2) 半纤维素酶 半纤维素是杂聚多糖化合物。它与纤维素一样，同属于多糖类。但纤维素由葡萄糖苷组成，是由 β -D-葡萄糖以 β -1,4-葡萄糖苷键相连的（不同于淀粉和糖原），无支链；而半纤维素则由 2 种或 2 种以上的单糖组成，并且有支链。其相对分子质量低于纤维素，化学稳定性也小于纤维素；水解产物为木糖、葡萄糖、阿拉伯糖、甘露糖、半乳糖、糖醛酸等。

半纤维素酶包括昆布多糖酶、内-木聚糖酶、外-木聚糖酶、木二糖酶、阿拉伯糖苷酶等 β -葡聚糖酶和戊聚糖酶。例如昆布多糖酶，可由霉菌产生，可内切 β -葡聚糖的 1,3-键或 1,4-键。共作用温度在低于 60°C 时，很稳定，短时间内作用温度可高达 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，最适作用 pH 为 $4\sim 5$ 。

3. 脂肪酶

脂肪酶是能分解脂肪的酶。这里所说的脂肪是指生物产生的天然油脂，即三脂肪酸甘油酯。分解的部位是油脂的酯键。其底物的醇部是甘油；酸部是不溶于水的 12 个碳原子以上的长链脂肪酸，即通常所说的高级脂肪酸。

黑曲霉、毛霉、无根根霉、德氏根霉、白地霉、圆柱形假丝酵母、耶尔球拟酵母等均能产脂肪酶。

脂肪酶分解三脂肪酸甘油酯所得的部分甘油酯、脂肪酸及甘油等，除可供生物体所需的能量外，也是合成磷脂等具有重要生理功能的类脂的主链和前体。

4. 单宁酶

即单宁酰基水解酶，又称鞣酸酶。这是一种对带有 2 个苯酚基的酸（如鞣酸）具有分解作用的酶。其分解产物为没食子酸和葡萄糖。黑曲霉、米曲霉等均能产脂肪酶。

5. 氧化还原酶类

这是催化 2 分子间发生氧化还原反应的一类酶的总称。通常可分为氧化酶和脱氢酶两类。

（1）氧化酶类

① 催化底物脱氢，氧化生成 H_2O_2 。如葡萄糖氧化酶等。

② 催化底物脱氢，氧化生成水。例如多酚氧化酶，先催化酚基的化合物氧化成醌，再经一系列脱水、聚合等反应，最终可生成黑色物质。

（2）脱氢酶类 可直接从底物上脱氢。例如乙醇脱氢酶等。

此外，还有包括脱氢酶、脱羧酶和还原酶等酶的杂醇油生成酶，以及生成乳酸等有机酸的酶系等，这里不一一详述。

总地说来，与清香型白酒生产有关的酶，几乎涉及到六大酶类：即水解酶类、合成酶类、氧化还原酶类、转移酶类、异构酶类、裂解酶类。如 α -淀粉酶、糖化酶、蛋白酶、脂肪酶、纤维素酶、半纤维素酶、果胶酶、单宁酶均属于水解酶类；酯化酶属于合成酶类。通常由霉菌产生的淀粉酶等均为胞外酶；由酵母分泌的酒化酶、酯化酶、杂醇生成酶等均为胞内酶。

在清香型白酒的制曲、制酒母、发酵等生产全过程中，其菌况、酶况、物质变化状况，与别的香型白酒有所不同，读者自可在以后的各章的阅读中，加以比较，以利于在理论和实践上，对清香型白酒乃至各类白酒的生产技术、产品成分的产生、风格的形成，有一个较为全面而深刻的认识，进而有所创新。

清香型大曲白酒生产技术

第一节 汾型大曲白酒生产技术

所谓汾型大曲白酒是指汾酒或类似于汾酒的大曲清香型白酒，有别于同属清香型白酒的大曲“老白干”白酒、大曲青稞酒、麴曲“二锅头”酒及小曲清香型白酒等酒品。因其具有独特的生产技术和风格。它在清香型这一大类白酒中，占有重要的地位。

一、汾型大曲白酒生产实例

(一) 制曲厂房和设备及工艺

1. 制曲厂房及设备和用具

(1) 踩曲坯场、曲房、贮曲室

① 踩曲坯场：面积为 $70\sim 100\text{m}^2$ 。

② 曲房：也称培曲室或曲室。传统的曲室为砖木结构的平房，现在也有建成楼房的。每间曲房可容曲坯 $3000\sim 4000$ 块。水泥地面。人字架屋顶。曲房通常长 $9\sim 11\text{m}$ 、宽 $5\sim 7\text{m}$ 、地面至梁底标高为 $2.5\sim 3\text{m}$ 。一般高度不应超过 3m 。例如长 10m 、宽 7m 、高 2.8m 。但也有高度超过 3m 的，如长 9m 、宽 6.5m 、高 3.5m 。前后墙各设 3 对相对的窗子，每个窗的采光面积为 3.12m^2 。窗子为大升降式。房顶设有 $1\sim 2$ 扇小活页式窗，用滑轮控制倾斜度，以

免直风吹到曲坯上。曲房内有供暖装置，供冬、春季制曲时保温用。在墙壁和地面装有喷雾管道，以保证室内相对湿度为 85%~95%。

制红心曲的曲室不同于清茬曲和后火曲：设有顶棚，顶棚上有 6 扇天窗，用于调节室内温度、湿度。

③ 贮曲室：为凉棚式建筑。也为砖木结构的平房，全长 57m、宽 9m、地面至梁底标高为 2.5~3m，曲棚的总面积应为曲室的 $2/3 \sim 3/4$ 。三面共设 35 孔呈拱形的窗洞，每孔宽 2.6m、高 2.6m，也可四面无壁或设高约 1.6m 的半壁，其 1m 为砖壁，1m 以上为花壁。每轮成曲出曲房后，依出房时间先后堆放于贮曲室内，使曲块免受日晒雨淋，并能在良好的通风条件下任其自然干燥，以免受潮而霉烂。

(2) 制曲设备和用具

① 制曲原料处理设备

a. 斗式提升机。将原料输送至振动筛等。由于厂房为平房，所以原料处理设备都安置在一个平面上。因此，原料只能通过 5 台斗式提升机输入各个设备内进行处理。

b. 振动筛。原料大麦和豌豆以 6:4 的质量比，经过转速为 800~1000r/min 的振动筛倾斜的筛面，振动筛析出较大的杂物，轻的皮壳和灰尘等则由原料进口处的吸尘机的气流吸出。振动筛的筛孔直径为 10mm。在振动筛的原料出口处，还装有磁力除铁器。

通常，原料经筛选后，还须通过配料混合机、脱壳机。脱壳后的原料，再进入钢板磨粗碎。皮壳收集暂存。

c. 钢板磨为原料粗碎设备。其作用是通过 2 块相对运动的磨板，将整粒原料，主要是把较大而圆粒的豌豆破碎成瓣，以免整粒原料在下一道工序的磨粉机的转辊上跳动，影响其效率。

d. 磨粉机，或称磨辊机、辊式粉碎机。它是由 4 个钢辊组成两对的粉碎设备。钢辊表面均有斜纹。第 1 对辊间距较大，第 2 对辊间距较小。两对钢辊均可通过辊间距的调节而达到预定粉碎度的目的。该机粉碎能力为 0.875t/h。

大曲原料的输送和粉碎设备的运转，由 2 台功率为 20kW·h

的电动机带动。

e. 从属于磨辊机的振动筛。其规格为 30 孔/cm²。原料经第 1 对钢辊粉碎后, 粗细混合料由斗式提升机输入筛孔为 1.5mm 的倾斜振动筛上, 筛上面的粗粉与前述脱出的皮壳混合; 筛底下的细粉进入第 2 对钢辊进一步细粉碎。再将带有皮壳的粗粉及细粉都提升至螺旋搅拌机内加水混合均匀后, 进入压曲机。

因汾酒大曲要求所踩制的曲坯, 比中高温曲或高温曲更为紧密; 并要求在吸水、排潮、保温、散热以及曲坯的透气性等方面都须恰到好处。故曲料的粉碎度是制取优质大曲的关键因素。适宜的粉碎度应达到皮粗面细的程度。每次制曲坯之前, 要先经曲师认定曲料的粉碎度。凭手感经验判断粉碎度合格的指标为: 手握团柔软而不散, 三指捏直立而不倒。但这仅供参考。比较科学地判断粉碎度合理的标准应为: 将粉碎后的物料, 置于筛孔为 1mm 的马尾筛, 筛 1min 后, 筛面上粗粉应占物料的 18%~22%, 过筛的细粉占物料的 78%~82%。因季节而异, 冬季稍粗, 夏季略细。3 种曲的曲坯物料相比较, 红心曲的物料比清茬曲、后火曲略粗。

凡新安装粉碎设备时, 须作粉碎度的调试, 待物料粉碎度基本合格后, 在每次制曲坯前, 还须再次调节钢板和钢辊的间距, 直至曲师认为完全合格为止。

② 人工踩制曲坯设备和用具

a. 和面锅。又称拌和锅, 材质为铸铁。其上口直径为 68cm, 深 20cm, 可置于长、宽各 750mm、高 950mm 的木架上。

b. 和面机。又称揉面机, 由功率为 4.5kW·h 的电动机带动。机内有 2 个搅拌装置, 起到搅拌揉和的作用。将人工初步拌和的面团, 投入和面机后, 利用 3 对带齿的叶片, 完成第 1 次搅拌。物料再落入和面机的主体圆筒内, 利用带有许多粗铁齿的搅拌轴, 进行第 2 次搅拌, 使物料被揉扭得更为均匀并具塑性。

c. 曲模。用木料制成。其规格为长 28cm、宽 18cm、高 5.5cm。

d. 踩曲坯用石板。为红砂石板。其直径为 58cm、厚 5cm, 共

计 12 块，排列呈弧形。

e. 运曲坯小车。用木料等制成，为双轮手推车。每车可装曲坯 30 块。

③ 压曲坯机，由某厂自制。整套压曲坯设备由以下 3 部分组成。

a. 曲料运送和供水部分。将面料运至压曲房，准备所需的水。

b. 料水混合部分。主要设备有斗式提升机、定量供料器、定量供水器、搅拌机。搅拌机由螺旋搅拌机和桨叶搅拌机两组机件组成，转速分别为 347r/min 和 487r/min。搅拌器能使面料与水充分拌匀，并且不黏附。

曲料经斗式提升机送入上方的螺旋搅拌机内，再送进第 1 次定量曲料的槽内；多余的曲料经下方的螺旋搅拌机，送回曲料贮存室。

定量曲料槽内的曲料，通过下边的开口，进入第 2 次定量曲料的给粉器内。由此器将曲料均匀而连续地送入料水混合槽内。

自来水流进定量水槽贮存，按计划量放水；多余的水则由槽一侧的溢水管流入下方回收槽。一定计划量的水，经 1 个升降阀门定时地流入贮水槽。再经此槽下部的管道慢慢地流入料水混合槽。经桨叶搅拌机将曲料与水混合均匀，再由齿式疙瘩耙将结块打碎，最后进入三角贮斗，经输送带送入压曲坯机。

c. 压曲坯机构部分。曲料入曲模内，由铁锤模仿人工踩压动作制成曲坯，每分钟压制 12 块。

上海饮料机械厂曾生产“曲砖成型机组”。每小时可压曲坯 820 块，每块 2kg。

因汾型白酒大曲为中温曲，要求曲坯足够紧实。故浓香型和酱香型大曲白酒厂的压曲坯机不适用于汾型大曲酒厂。

2. 制曲坯

(1) 人工踩曲操作

① 拌料，俗称“和面”。加水量因每种大曲的培制工艺而异：清茬曲每 100kg 原料加水 48kg；后火曲每 100kg 原料加水 49kg；红心曲每 100kg 原料加水 50~51kg。夏季用 15~18℃ 的凉井水；

冬季用 30~35℃ 温和的井水。踩成的曲坯水分，要求冬季为 38%~40%，夏季为 39%~41%。有时气温较高，料水的质量比可为 1:(0.46~0.48)。盛面容器可装曲料 10~15kg，盛水桶可装水 5~7.5kg。

拌料由 2~4 人操作。如 1 人加面，1 人加水，1 人用双手迅速将和面锅中的面和水拌和并推至地面。由 1 人将地面的物料铲入扬_糠机，将物料打均匀后，即可装入曲模。也可如此操作：1 人将 1 桶水倒入和面锅中；1 人将 1 斗物料倒入水中；1 人用双手将水及料迅速拌和，并推进和面机中拌匀，并推至地面；1 人用木锨将物料翻拌均匀，使其无干面、无疙瘩，手握能成团。

② 踩曲坯。装模者将曲模置于地面，用双手将适量物料装入模内，并用力踩 3 脚，使曲料不脱模。再传给踩曲者踩紧实。可 1 人完成 1 块曲坯；也可由多人传递式踩曲：第 1 人将模内物料踩平，先用足掌踩曲模中心的物料，后踩曲模边缘，成型后将曲模翻转，传给第 2 人。第 2 人用脚跟着力在曲模内踩 2 遍，翻转后传给第 3 人。如此传递，直至最后 1 人“脱模”，或称“开曲”。也可如此操作：由 12 人排列为半圆形的队列。每人足下有 1 块石板。第 1 人接过装好曲料的曲模，放在石板上用脚踩后翻转，传给第 2 人踩，依次传到末尾。每人将每块曲坯踩 9~11 脚。踩法为：把两脚呈八字形，先踩模的四角和两边，后踩模的中央。踩的程序分 3 道进行：第 1~5 人为头道，以足跟用心踩紧；第 6~8 人为二道，不但以足跟用力踩紧，还要以铁铲铲平，将多余的曲料铲去；第 9~12 人为三道，应以全足用力踩，且踩且转，踩平、踩紧、踩光，踩完后，传给脱模者。

脱模者将面坯脱出，立于石板上，用手抹光，并检查质量。要求曲坯质量一致，光滑平整，边角无损，无飞边，软硬一致，饱满坚实。每块曲坯平均质量为 3.55~3.60kg。

合格的曲坯传给运曲坯者，运至曲室；不合格者用扬_糠机打碎后，重新拌匀踩制曲坯。

(2) 机械压曲坯操作 曲料经斗式提升机进入定量供料器，再

将曲料供给螺旋搅拌机。螺旋搅拌机与定量供水器同步配合，将曲料与水混合均匀后，由传送带输入压曲坯机的曲模内。曲模的规格为 $27.5\text{cm} \times 17.5\text{cm} \times 6.0\text{cm}$ 。曲料经 7~9 个曲锤压制成型。为防止曲料粘黏曲锤，在曲锤上设若干注水小孔，曲锤外包 2 层毛巾和 2 层白布，水由注水孔流出将布淋湿。

运转操作：电动机带动压曲坯机运转。由输送带运来的物料，可自动进入曲模，共有 34 个曲模。曲模由链轮和链条带动，在托板上滑行，按顺时针方向围绕行进，每到一定位置，由曲锤压一下。曲锤齿轮带动拉杆，拉杆拉动大梁下移，大梁压迫弹簧，把压力传到曲锤上，将曲坯逐次压紧。通常，每块曲坯压 8 下即可。最后由第 9 曲锤和第 2 曲锤将曲坯从曲模内压出。再落到输送带上，送出机身。由人工逐块接收，装上手推车运入曲房。

要求成型曲坯的质量为 $(3.25 \pm 0.15)\text{kg}$ 。其外观要求同人工曲坯。若个别曲坯过厚或过薄；或不够紧实；或因拌料不均匀而过软、过硬，断面有生心或有过多疙瘩等，则均视为不合格曲坯。应将其用扬_糠机打碎后返回压曲坯机，重新压制曲坯。但应力求一次合格，若返工曲坯过多，曲坯内疙瘩过多，则成曲在疙瘩周围形成空隙而生长气生菌丝，影响曲的质量。

机械制曲的优点：节约劳动力 75% 左右；工人的劳动强度大为降低；卫生条件相应改善；有利于提高曲坯质量。人工踩制大曲，由于劳动强度大、工作时间长，故往往造成曲坯质量不一致，大多“前紧后松”；而机械制曲无此弊端，曲坯合格率可达 90% 以上。

机械制曲的注意和改进之点如下。例如有时人工曲坯水分为 39%~40%，而机制曲坯水分为 36%~38%，故曲坯较硬，应调整曲料的加水量，以降低曲坯的坚硬度；应进一步控制入模的曲料量，以使曲坯厚薄一致；机械曲坯入曲房培曲时，不能套用人工曲坯的培曲条件和操作方法。

3. 培曲工艺

(1) 清茬曲培制工艺

① **准备工作。**将曲室打扫干净后，地面撒一层新鲜谷糠，以

不露地面为度，并准备好草席、苇秆等。天热时，室温为自然温度；冬天将室温控制为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，以利于曲坯上霉。

② 曲坯入室排列。由曲室的一边开始排列。曲坯侧立成行。各块曲坯的排列是平行并列的。即每列曲块都在一条直线上。上层曲坯对正下层曲坯，也可堆放呈品字形或上层曲坯对准下层 2 块曲坯间的缝隙。夏、秋季每室排放曲坯约 3200 块，排列为 2 层，曲坯与曲坯间的距离为 $3\sim 4\text{cm}$ ，行间距为 1.5cm ；冬、春季每室排放曲坯为 4000 块左右，排列为 3 层，曲坯与曲坯间的距离可增加到 $4\sim 5\text{cm}$ ，行间距约为 1.5cm 。层与层之间可以 $8\sim 10$ 根苇秆或细竹竿相隔，并撒上一些谷糠。曲坯排放后，窗子稍开放潮，使曲坯表面水分适度挥发，以利于上霉。经 $5\sim 12\text{h}$ ，以季节不同而异，夏季风干时间较短，冬季风干时间较长。待曲坯表面干燥、手感不黏手时覆盖草席。先入室的曲坯，若表皮过于干燥，可用喷壶在曲坯表面洒少许水，再以草席盖严，不得漏风。盖席后，用喷壶在盖席上和人行道间喷洒一点冷水，但不要使曲坯淋湿，以起到保潮降温作用。也可在曲坯四周及上部，用预先喷过洁净水但又不滴水的湿草席盖好。然后将门窗关闭，室温保持在 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，使曲块上霉。夏季可将踩曲时间安排在半夜，或在凌晨盖席；为保持较低的室温，夜间也可适度开窗降温。

③ 上霉。在夏、秋季，曲坯入室后，经 1~2 天（冬、春季为 2~3 天），曲坯品温通常可升至 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$ ，室温则为 $30\sim 33^{\circ}\text{C}$ ，干湿球温度差为 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。这时，先入室的曲块表面已呈现较多的白色斑点，可揭去草席；再经 $4\sim 5\text{h}$ ，其他的曲块表面也已长有白斑，可将草席揭掉，稍开窗子放潮，使曲块表面水分逐渐挥发，停止上霉。

适宜的上霉程度是“一撒白芝麻点”。即霉点以生长汉逊酵母、假丝酵母、拟内孢霉为主；须控制曲块表面生长过多的根霉气生菌丝，特别要控制犁头霉等“水毛”菌的生长。

上霉斑点的多少，与湿度和温度有关。若水分挥发过快，则斑点生长过少；若水分不易挥发，则斑点生长过多。上霉的最适温度为 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ ；若温度过低，则难以上霉或不上霉；若温度过高，

则造成所谓的“腌皮”，即曲块表面呈肉红色而霉点极小。上霉期间，品温不能超过 40°C 。在曲块入室、盖席、品温升至 40°C ，而曲块表面仍未微露白斑时，则可揭去席片，降温放潮 $1\sim 2\text{min}$ 后，再盖上席片。此后每当品温升至 40°C 时，均须揭席散热，直至上霉良好。有时夏季需多次揭席降温。但每揭席1次后，品温上升更快。这时，宁可不要长霉衣而不得延长上霉时间。曲块表面没有明显霉衣的曲，俗称“光板曲”。其表面霉点极少；但表皮之内水分充足、温度较低，有益菌生长良好。通常，除夏季之外，上霉状况均可良好。但也不宜霉衣过重。一般在曲块微露霉点、而不是明显变白时，即可揭席，因放潮时霉点还可少量生长。若霉衣过重，则犹如曲块表面形成一层厚厚的保护层，影响曲块的透气性，在热曲时温度不易进入曲心，而曲心水分也不易向外散发。

待放潮至曲块表面不黏手时，即可关窗进行第1次翻曲。曲块由2层增至3层，上层曲块翻到下层，下层翻到上层。同一块曲要翻转 180° 。较轻的曲块堆于外围，较重者堆于中间。曲块间距离增至 $6\sim 7\text{cm}$ ，行间距不变。曲块的排列方式，由原来的平行并列式改为各块曲仍呈平行状。但如第2行的第1列块曲，放在相当于第1行的第1、2列块曲中间的位置上，并以此类推，也可堆放呈品字形。

④ 晾霉。其目的是降低曲块水分及品温，以免曲块表面菌丛过厚，并得以干燥而发硬固形。

晾霉期夏季为2天，冬季为3天。应每天翻曲1次。翻曲时，因曲块表面还较潮湿，故切忌开窗降温，以免冷风急吹，使曲块形成许多裂缝，裂缝中容易生长菌丝和孢子，致使成曲呈霉苦味。另外，晾霉时虽然曲块表皮很薄，但曲心温度仍较低，若开窗翻曲，则不利于曲心升温。

晾霉应及时，若太迟，则菌丛长得太厚，曲皮起皱而使内部水分难以挥发；若太早，则曲块表面菌丛长得不够，会影响微生物进一步向曲块内部繁殖而使成曲不发松。

第1次翻曲后，为开始晾霉，应逐渐开大窗子，通常使品温降

至 24~28℃，即使是冬季，也不得低于 15℃，干湿球温度差为 3~5℃。以冬天某批曲为例。第 1 次翻曲从 3 层翻成 4 层，呈品字形。品温控制措施为：以调节顶窗为主，两封两敞，热曲 6~7h，晾曲 5~6h。热曲时最高品温为 28~30℃，晾曲至最低品温为 26~28℃。第 2 次翻曲层数不变，仍为品字形。品温控制手段为：昼夜窗子两封两敞，热曲 6~7h，晾曲 5~6h；热曲时最高品温为 31~33℃，晾曲至最低品温为 28~30℃。第 3 次翻曲从 4 层翻回 3 层，呈品字形。品温控制方法为：昼夜窗子两封两敞，热曲、晾曲各 6h。应注意曲心温热，跟火稍紧，切莫晾了曲心。热曲时以曲间温度计所示品温为准；而晾曲时曲间温度计所示品温仅供参考，以双手摸曲块为主，若手掌感到曲心温热，即可关窗热曲。

晾霉阶段，不宜有较大的对流风，以免水分挥发太快而曲块表面呈现裂纹。经 2~3 天晾霉后，曲块表面的苇痕已干燥，即可关窗起潮火。

⑤ 起潮火，或称潮火期。晾霉期结束，即为潮火期之前的最后 1 次热曲。此时应将曲间品温升至 38℃，随即进行潮火期的第 1 次翻曲，并抽去苇秆或竹竿。曲块排列呈人字形，具体操作为：起行时，底层曲块略向左倾斜；第 1 层排完后，第 2 层曲块略向右倾斜，上下层曲块对接角压角；第 3 层再左倾；第 4 层又右倾，直至排列到所需层数。所以每层曲块俯视呈人字形或谓 N 字形。翻曲原则如底层曲块翻至上层等，同晾霉期翻曲。曲块的间距可增至 6~9cm。

潮火期为 5~7 天。第 1~3 天为前期阶段。其最高品温为 44~46℃，干湿球温度差为 1~3℃ 时，可稍开窗放潮；品温降至 40~42℃，干湿球温度差为 2~3℃ 时，又可关窗升温。每天需放潮 1~2 次。该阶段每隔 1 天翻曲 1 次。

第 4~6 天一般为潮火期的后期阶段。该阶段品温可保持 40~44℃、干湿球温度差为 3~6℃。每天放潮 1~2 次，放潮时窗子开得比前期大些，品温可降至 37℃。但潮火期最后的 1~2 天，因曲心温度已达 45~47℃，所以可降温至更低一些。后期阶段每天或

间隔 1 天翻曲 1 次，曲块间距可渐次增至 10~11cm。为使曲室中央和周围的曲块品温基本上保持一致而不偏高，可在最后 1 次翻曲时，将全部曲块分为两部分，中间空出一条走道，称为火道。其宽度为 60~70cm，以便于曲师检查品温，又利于曲块散发热量。

实际上，不同季节、批次的温度控制状况各不相同。现举某冬季的实例如下。第 1 次翻曲，由 6 层翻为 7 层，曲块排列为人字形。关窗、热曲最高品温为 38~40℃；开窗、晾曲至最低品温为 28~32℃。期间热曲 7h，晾曲 5h。以后 4 次翻曲的层数和排列方式不变。第 2 次翻曲，关窗、热曲最高品温为 39~40℃；开窗、晾曲至最低品温为 30~32℃。期间热曲 6.5h，晾曲 5.5h。第 3 次翻曲，关窗、热曲最高品温为 41~42℃；开窗、晾曲至最低品温为 31~32℃。期间热曲和晾曲各 6h。第 4 次翻曲，关窗、热曲最高品温为 42~43℃；开窗、晾曲至最低品温为 32~33℃。期间热曲、晾曲各 6h。第 5 次翻曲，关窗、热曲最高品温为 43~45℃；开窗、晾曲至最低品温为 32~34℃。期间热曲、晾曲各 6h。

在潮火期内，曲块表面的微生物向曲心大量繁殖，使曲心温度升高，并向外排放大量水分，使曲室既潮又热，故名潮火期。该期应注意保持曲心水分。为使曲块不过早干燥，其操作关键为：升温应缓慢，以保证后续的大火期在热曲时所需的水分，同时延长了热曲时间，以利于成曲质量。通常，在热曲和晾曲时，昼夜窗子可两封两敞，热、晾时间基本相同。热曲时，曲间品温以温度计为准。若品温上升太慢，冬季可稍开暖气促使升温；若品温上升太快，过早地达到热曲最高品温，则可稍开顶窗微调，以保证所需的热曲时间。晾曲时，曲间品温只供参考，主要以手感摸曲为准，有的曲师以面部感觉为准，待曲间上升的热气对面部无明显刺激时，即可关窗热曲。总之，看曲的经验要靠长期积累，具体操作应结合季节、风向、风力大小、外界气温及空气湿度等条件而灵活掌握。例如晾曲时若降温过快，则可将窗子关小，以保证预定的晾曲时间。绝不可把曲心晾冷，以免产生“风火圈”、“干皮”、“鼓肚”等劣质曲。热曲升温，原则上应依靠曲块上菌丝等繁殖的“自然火”，决不能

大开暖气。有的初学制曲者，发现块曲升温太慢时，就在潮火期或大火期大开暖气，强制曲室快速升温，并在曲堆上加盖席片或塑料布。而结果则是捂得越严，曲块越不升温，反使曲块中的水分不得适度挥发，曲块呈酸臭气味。尤其是若用小豌豆制曲，更易发生上述状况，故小豌豆不宜作为清香型白酒的大曲原料。若遇上述情况，可开窗晾曲，保证所需的晾曲时间，但晾曲温度可适当提高。如果将曲心晾冷，则热曲时曲心的温度也不易上升。

曲块经潮火期后，曲块内心呈肉色，夹杂有黄色，酸气味明显减少，微呈干火味，可转入大火期。

⑥ 大火期。清香型白酒大曲的品温控制原则为“前缓、中控、后缓落”。要求曲坯入室后 10~15 天进入大火期。适当推迟大火期，有利于曲块成熟和保证成曲质量。

大火期又称干火期，因为曲块断面已有 $2/3$ 的水分区已消除，热曲时曲室潮度不大，觉得干热。大火期为 7~8 天。该阶段微生物已由曲块表皮蔓延至内部生长，产生的热量向外散发较困难。即升温容易、降温困难，越是接近后期，曲块水分挥发得越多，曲块的干硬部分越厚，热量越难以向外散发。所以，大火期的品温应逐日降低，以免曲心温度过高而“烧心”。曲心温度以保持 $36\sim45^{\circ}\text{C}$ 为宜。

大火期的第 1~3 天为前期。该阶段每天翻曲 1 次。曲块层数不变，按曲块轻重放置相应之处，排列方式仍为人字形，曲块间距为 6cm。“火道”宽度够 1 人侧行操作即可，只一头通行，一头可堵死。品温往往经常保持在 $33\sim36^{\circ}\text{C}$ 之间，干湿球温度差为 $4\sim6^{\circ}\text{C}$ 。每天调节 1 次温度：关窗、热曲至最高品温为 $40\sim43^{\circ}\text{C}$ 、甚至 $45\sim46^{\circ}\text{C}$ 。实际上，将温度计插入曲心，测得曲心温度比曲间温度高 $6\sim8^{\circ}\text{C}$ 。开窗、晾曲降温至 $32\sim34^{\circ}\text{C}$ ，不得低于 32°C 。热、晾时间基本相同。仍以手感摸曲或面部刺激为准。因为每次降温时，温度计所显示的温度与曲块的实际温度有所差异，尤其是降温速度快慢对温度计读数的波动性影响较大。因此，常结合手掌测品温：即用双手手掌压紧曲块的两个大面，来感知曲块温度的高低。

大火后期即第 4~8 天。该阶段隔天翻曲 1 次。翻曲要求和原

则同大火前期，可根据曲块的轻重：把较重的放在中间；较轻的放在两头或边上，借以调整曲块的质量差和温度差。该阶段品温经常 $30\sim 33^{\circ}\text{C}$ 。每天调节1次温度：关窗，最高品温可升至 $39\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。因曲心水分不多，热曲温度能高则高。若冬天热曲时品温上不去，可适当用暖气辅助，并“多热少晾”，例如热曲7h，晾曲5h。开窗、晾曲至最低品温为 28°C 。

经大火期后，曲块内心湿的部分约为1cm宽，也有少部分曲已近成熟，曲块升温已显著缓慢。

⑦ 后火期。为3~6天不等。每隔1天翻曲1次，也可2~3天翻曲1次，层数不变，曲间距可适当减小，不留“火道”。因曲心尚有余水和余热，但发热量较少。故该阶段应控制曲间品温的升温顶点每天约下降 1°C 。每次调节品温时，最高升至 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，关窗热曲时，品温能高则高，冬天必要时应以暖气辅助，以达到预定的热曲升温顶点；开窗晾曲时，窗户可开小些，或边开窗晾曲，边辅以暖气，即不可不晾，又不可过晾，品温最低降至 $27\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。注意“多热少晾”。

⑧ 养曲期。由块断面约有蚕豆粒大小的水分区。应适当减小曲间距，并注意保持曲心温热，“多热少晾”，以挤出曲心一点余水。

养曲期为3~4天。热曲时，最高品温为 $32\sim 34^{\circ}\text{C}$ ；晾曲至最低品温为 $29\sim 31^{\circ}\text{C}$ 。晾曲时窗户应小开，冬季必要时可辅以暖气。

⑨ 成曲及质量检查。从入曲室到出曲室，清茬曲的培养期为23~28天，冬季有时可达1个月。出室时的曲块，长为27cm、宽为17.2cm、厚为5.5cm，质量为2.05~2.10kg。成曲要求断面茬口清亮，故名“清茬曲”。

优质的清茬曲：断面茬口应清亮光泽如玉，表皮无过多的气生菌丝和孢子，表面干皮层较薄，有曲香味，茬口不得呈粉红色或灰雾色，曲心不得有明显的水分区。基本合格的曲：应无明显的裂缝、烧斑和风火圈等；允许有少量的“火红心”、“晾红心”。“晾红心”是指因晾曲温度过低而曲心呈粉红色。不合格的曲块断面茬口呈灰雾

色，曲心有明显的水分区，呈软泥状，有霉气味和酸臭气味；或表皮干厚、裂缝较多，且空心鼓肚，内有明显的气生菌丝和孢子。

清茬曲的具体质量检查方法和指标如下：检查组由厂技术监督室、生产技术科、中心试验室和制曲、酿酒车间的有关人员组成。检查方法为：在曲块出曲室的前1天，从每室大曲的不同位置抽取100块，每块从中间打断，观察断面颜色、嗅其气味，并分别计算曲的块数、下结论。

a. 良曲。断面呈白色，无杂色，气味清香的曲块数占全室曲块的60%~80%；外观有单耳、双耳和金黄一条线，断面有金黄1个斑点、2个斑点或金黄一条色带，并具有豌豆香味的曲块，占全室总数的20%~30%。

b. 劣曲。曲心呈黑褐色，带有异臭气味，或其他酸辣等不良气味，称为烧心的曲块，应占全室曲块的10%以下。

所谓单耳、双耳或红心曲，是指断面分别具有1个红斑、2个红斑或呈红心的曲块；断面有2道黑线，称为2道眉。

另外，曲块还应测定水分、糖化力、液化力、蛋白质分解力及发酵力等项目。

无论是清茬曲或后述的后火曲、红心曲，因均为中温大曲，故均不应片面追求茬口清亮和糖化力，并应要求具有一定的“火色”，鼓励曲师合理用“火”。通常，茬口很清亮、糖化力也较高的曲，其发酵的后劲差于火色较重、糖化力又稍低的曲。

(2) 后火曲培制工艺 曲室的准备和培曲的阶段划分，同清茬曲。

① 入室排列曲坯。例如排3层时，下面2层排列方式同清茬曲；上面1层则每2块曲坯组成“八字”形。其余操作同清茬曲。

② 上霉和晾霉。操作及温湿度变化规律，同清茬曲。

③ 潮火期。保温后，品温逐渐上升，每天调节温度1~2次。每当品温升至45~47℃时，开窗放潮，使品温逐渐降至40~42℃；再把窗关小或关闭，使品温保持为42~44℃，干湿球温度差为4~6℃。

该期每 1~2 天翻曲 1 次。翻曲原则、曲块排列方式和曲块间距离，均同清茬曲。

潮火期通常为 4~5 天，使曲心呈淡黄色、曲心温度约为 45℃ 时，可进入干火期。

④ 干火期。需 6~7 天。每 1~2 天翻曲 1 次，翻曲原则、排列方式及曲间距同清茬曲。

该期内每天调节 1 次品温：每当品温先升至 46℃，尔后又降为 42℃ 左右时，开窗使品温逐渐降至 32~34℃；再将窗关小，使品温保持为 34~38℃，干湿球温度差为 5~7℃。若低于此品温，则可关闭窗子；若高于此品温，则可将窗开大些。

待品温上升缓慢、少部分曲块已接近成熟时，可转入后火期。

⑤ 后火期。品温经常保持在 31~34℃ 之间，干湿球温度差为 5~7℃。该期为 2~4 天。每天调节 1 次品温：最高品温不得超过 36~38℃；最低品温为 30℃。经后火期，曲块已全部成熟，可转入养曲期。

⑥ 养曲期。为 2~3 天，品温保持在 30~32℃ 之间。

从曲坯入室至曲块出室，共需 22~27 天。

⑦ 成曲质量检查。要求达到的质量总的指标如下。

a. 断面呈灰黄色，有 2 道眉，并呈酱香和炒豌豆香味的曲块，应占全室曲块的 80%~90%。

b. 断面有 1 个红斑、2 个红斑或略带红心，并呈炒豌豆香味的曲块，占全室曲块的 10%~20%。

若细分，优质的后火曲：曲块断面茬口光泽发亮，但火色较重，故名；有较重的曲香味；曲心不得有明显的水分区。基本合格曲：应无明显的裂缝和气生菌丝及孢子；允许有少量的“烧斑”和“风火圈”；允许有 20% 以下呈黄褐色的所谓“火红心”。不合格曲的状况，与清茬曲基本相同。

(3) 红心曲的培制 其曲心断面茬口因主要长有红曲霉而呈橙黄色，故名。

① 曲坯入室、上霉操作。同清茬曲。但曲坯应对向两边窗口，

便于通风。

② 晾霉。无明显的晾霉期。即从晾霉至起潮火无明显界限，边晾霉边控制窗子的开启度起潮火。“赶火较紧”，通常比清茬曲、后火曲提前 2~3 天起大火；从晾霉开始，应采取爬坡法逐日提高热曲顶点温度；在大火前期，又有 1 个为期 2~3 天的“座火期”，使全室曲块约有 50% 呈现红心。此后才采取下坡法，即每次热曲顶点温度下降 1℃。可采取窗子两封两启法，但都应有一定的温度起落。

③ 潮火期。在曲坯入室上霉后，于第 3 天，表皮凝结水已挥发。可进行第 1 次翻曲，其操作同清茬曲。每隔 1 天翻曲 1 次。后述的各个培曲阶段，也均每隔 1 天翻曲 1 次。自第 1 次翻曲后，天窗常开，每天 24h 保持一定的品温，随时调节天窗的开启度。在最初的 1~2 天，品温可保持为 30~33℃；此后逐天增高，在曲坯入室后第 10~11 天，品温可增至 40℃、干湿球温度差也可由最初的 2~3℃ 逐渐增至 5~7℃。用调节窗子的开启度，将品温尽可能控制在 40℃ 以下。但有时最高也达 48℃。

经为期 7~8 天的潮火期，曲心温度达 45℃ 以上；曲心未成熟部分的宽度为 2~2.5cm。这时可转入干火期。

④ 干火期。为期 4 天，开始 1~2 天，品温保持为 41~43℃，干湿球温度差为 5~7℃；后 2 天品温保持为 44~46℃，最低为 40℃，干湿球温度差为 5~7℃。红心曲是否红心，主要取决于此阶段前期“座火期”的曲心温度，最高可达 50℃ 以上，以后品温逐渐下降。待最后，曲心呈淡黄色，微微有少部分黑色时，可再适当地降低温度而转入后火阶段。

⑤ 后火期。需 3~4 天，第 1~2 天，品温保持为 40~42℃，干湿球温度差为 7~8℃；尔后品温逐日下降至 30℃，干湿球温度差减小为 5~7℃。注意：当进入后火期的 2~3 天，品温降至 40℃ 左右时，是出现红心的时刻，80% 以上的曲块的红心，是在这时出现的。

当曲块达全部成熟时，可转入养曲期。

⑥ 养曲期。为期 2~3 天，品温保持在 30℃ 左右。

从曲坯入室至曲块出室，共需 18~20 天。

⑦ 成曲综合指标。曲心断面呈一道红、点红的高粱糝红色、并呈酱香和炒豌豆香气味的曲块，占全室曲块总数的 85%~95%；曲心断面不呈现红色、而有 2 道呈黑色或黑褐色被称为 2 道眉和烧心等的曲块，以及带有异臭、冲辣等不良气味的曲块，不得占全室曲块总数的 5%~15% 以上。若细分，则优质曲应为：曲块断面茬口有明显的“火红心”，但不得有“晾红心”；曲心干燥，无明显的水分区分；因红心曲曲料稍粗，赶火较紧，故应允许有少量的“风火圈”。通常，凡被检曲块有 80% 以上有红心者，即可视其为红心曲。基本合格或不合格红心曲的状况，基本上同清茬曲和后火曲。

(4) 贮曲 曲块排列成人字形交叉，曲块间距为 2cm，垛高为 13 层。贮曲期为 3~6 个月，以淘汰非芽孢生酸细菌，以免酒醅发酵时前火过猛。但大曲的贮存期并非越长越好。

(5) 汾型白酒 3 种大曲的差异

① 培制工艺的主要差异。清茬曲热曲时的最高品温为 44~46℃；晾曲时的降温极限为 27~30℃。属于小热小晾，每次调节温度时，热曲时间稍长于晾曲时间。后火曲的上霉和晾霉操作同清茬曲。但从起潮火到大火阶段结束，最高品温可达 47~48℃，即潮火末期及大火期的最高品温比清茬曲高 1~2℃，最高时甚至达 49℃，而且在此温度下持续 5~7 天，故谓后火曲；各阶段的晾曲品温也比清茬曲高 2~3℃，即晾曲降温极限为 30~32℃，属于大热中晾。红心曲则品温持续上升，直至进入后火期才逐渐降温，而且降温幅度也没有清茬曲及后火曲大，时间也稍短一些。从起潮火到大火阶段结束，最高品温为 45~47℃；晾曲降温极限为 34~38℃。属于中热小晾或多热少晾。

② 3 种大曲所含微生物数量的差异：清茬曲的酵母数和霉菌数均高于后火曲，更高于红心曲，清茬曲的霉菌数将近于红心曲的 3 倍；但清茬曲的细菌数仅分别为后火曲及红心曲的 58% 和 38%。这与培曲的品温变化有关。但取样分析发现，红心曲的酿酒酵母数

多于后火曲和清荏曲；而后火曲的汉逊酵母数则远多于红心曲、清荏曲。

③ 3种大曲的成分，如水分、总酸、还原糖、粗淀粉、总氮、蛋白态氮、氨基酸等的含量，均几乎相等。

④ 3种大曲的生化特性比较：取样分析表明，清荏曲的液化力、糖化力、蛋白质分解率均高于后火曲，更高于红心曲；取样分析发现，清荏曲的液化力高于红心曲、后火曲，但清荏曲的糖化力与后火曲相近，而低于红心曲，3种大曲的蛋白质分解力相近。

⑤ 3种大曲酿酒试验比较：3种曲单独酿酒，工艺条件相同，各发酵3天。结果：红心曲发酵前期升温稍快，清荏曲、后火曲发酵后期品温稍高；红心曲出酒率最低，清荏曲次之，后火曲较高。2种大曲混合使用的出酒率，略低于3种大曲混合使用时的出酒率，但酒的质量无明显差异。3种大曲混合使用的出酒率最高。

所以，在生产中3种大曲应分别制备后，可按清荏曲、红心曲、后火曲用量为3:3:4的比例混合使用。为提高成曲质量，可在制坯配料时，加入2%~3%的母曲，以强化有益微生物的繁殖优势。

4. 汾型白酒大曲病害的防治

(1) 不生霉 在曲坯入室后2~3天，仍未见表面生出白斑，即谓不生霉或不生衣。其原因是温度过低、曲坯表面水分蒸发过多。应立刻往曲坯上加盖席子或麻袋，并喷以40℃的温水，直至曲坯表面润湿。再关门窗，促使曲块升温上霉。

(2) 受风 指曲块表面干燥、不长菌、内生红心。其原因为：曲块直对门窗受风吹等，使表面迅速失水，中心则红曲霉大量繁殖。所以，应经常调整曲块的位置；对于直对门窗的曲块，应用席子、木板、草帘等挡风。在春、秋季节，最易发生这种病害。

(3) 受火 在夏季曲坯入室后4~5天、冬季为6~7天，微生物繁殖最为旺盛。此时若温度调节不当，则品温过高，称为受火，使曲块内部呈褐色而导致酶活力下降。这时应加宽曲块间距离，使之逐步降温。

(4) 生心 在培曲的后半期，由于品温过低，致使微生物不能向

内生长，即曲心不生霉，称为生心。或因曲料过粗，或前期温度过高致使水分蒸发过多而曲块内部干涸，使微生物难以生长。所以，“前火不可过大，后火不可过小”的说法是有一定道理的。若前期温度过高，则有利于有害的细菌等微生物生长，而抑制有益菌繁殖；到了后期，有益微生物的繁殖能力较弱，在水分及养分不充足的条件下，难以在曲心充分生长。因此，有经验的曲工，时常打开曲块检查，若及时发现生心现象，可适当喷水于曲块表面，并将生心程度较大的曲块置于上层，加盖麻袋、草帘或席子，同时提高室温，以生霉的方法予以挽救。若发现较迟而曲心已干燥，则难以补救。

(5) 皮厚与白沙眼等 这是由于晾霉时间过长而造成的。即在曲块表面干燥、曲块内部太热而又难以向外散发时才关闭门窗。故使内部形成暗灰色、黄、黑圈等病症。所以，初期晾霉的时间不宜太长，以曲块大部分发硬、不黏手为准；并使曲块保持一定的温度和水分，以利于有益微生物由外往里生长。

(二) 发酵及蒸馏设备和工艺

1. 设备

(1) 高粱粉碎设备 高粱经斗式提升机进入在出口处设有除铁装置的振动筛，再由辊式粉碎机粉碎。

(2) 大曲粉碎设备 有斗式提升机、曲块粉碎机、钢板磨。曲块粉碎机及钢板磨均设有粉尘回收装置。

① 大曲粉碎机。是大曲粗碎设备。它由俗称曲刀带牙钢辊和杆状击锤构成。带牙钢辊紧接入料口，既是给料器，又是轧碎辊。钢辊下面是击锤。击锤下侧是包以半圆形的筒筛。杆状击锤由 4 根平行地装于主轴上的圆形钢柱构成，钢柱长度适为主轴长度的 $1/2$ ，以长 5cm 的支杆装于主轴两侧，其中 2 根装于主轴左端，另 2 根装于右端，在左右两端的支杆互相垂直。

运转时，曲块先借助于钢辊的挤压和剪力作用，使之粗碎；再经击锤击碎后，细料经筛孔流出，粗料被筒筛所阻，留待击锤再次粉碎。

钢辊直径 24cm、长 68cm；筒筛与钢辊等长，直径为 22cm，筛孔呈圆形，其孔径为 1.4cm；击锤与筒筛间的距离为 1.4cm。曲

块粉碎机的能力为 600kg/h。

② 钢板磨。为大曲细碎设备。大曲经曲块粉碎机粗碎后，入该机进一步粉碎。

钢板磨由直径相等的 2 个圆盘构成，盘面刻有纹道。2 个圆盘分别安装在 2 根横轴上，轴心相对。圆盘的横轴仅有 1 个可以转动，另 1 个则安装于可以滑动的轴承上。如此，可改变圆盘间距而调节大曲的粉碎度。运转时，物料从圆盘间的空隙处进入，经磨研粉碎后，从空隙间落下。

(3) 蒸料及蒸馏设备 采用活底甑。其桶身高 0.9m；下底直径与上口直径之比为 0.85~0.95，通常上口内径为 1.8~2.2m。

可用桥式起重机吊起活动甑。甑桶的筛板与其支座铆合。筛板为 2 个以 2 个活页连接的半圆形板。在筛板的支座底部有 2 个导轮。筛板支座与桶身用活动销连接。起重机的吊钩钩住甑桶的吊环，将甑桶吊起并移至适当的地面上方，打开活销，则筛板合页合起，粮、糟即可自动排落。放料后，将甑桶置于地面，由导轮的支撑作用使筛板复原为平置，并将活动销插入销套。再将甑桶与底锅连接，即可重新装料蒸粮或蒸馏。

甑还配有冷凝器及晾糟机。合肥轻机厂原产转速为 1.02~7m/s、生产能力为 1000t/年的扬晾糟机及容积为 4m³ 的甑桶蒸酒机组。

(4) 发酵容器 发酵容器为埋于地下、缸口与地面平齐的陶缸；有大、小两种，大缸容量为 255kg，缸口内径为 65~75cm，缸底内径为 45~50cm，缸深为 110cm；小缸容量为 127.5kg，缸口内径为 50~55cm，缸底内径为 30cm，缸深为 90~95cm。缸间距为 10~24cm。每 1000kg 原料需 8 个大缸或 16 个小缸。也可使用高 1.1m、上口内径 75cm、缸底内径 51cm 的陶缸，其容积为 0.44m³。每个发酵室可安置 88 个缸。同一发酵缸可轮换供大、二糟发酵之用。例如二糟酒醅出缸、打扫干净后，夏天放置 4 天以上，待缸温下降后，再供大糟发酵。夏季停产期间，还得将地缸周围的泥土挖开，用冷水灌湿泥土，以利于地缸传热。

地缸还配有玻璃温度计、自动电子平衡电桥及酒醅多点温度遥测仪。该遥测仪也可用以测定大曲室的室温或品温。

2. 高粱和大曲粉碎

(1) 高粱粉碎 高粱要求籽实饱满、皮薄、壳少；切忌使用有霉变、虫蛀的高粱。若壳过多，则酒味苦涩。新收获的高粱，应贮存3个月以上方可使用。高粱经筛分后，经机械粉碎成4、6、8瓣/粒，能通过1.2mm的细粉占25%~35%，粗粉占65%~75%，整粒高粱不超过0.3%。并按气温变化调节高粱的粉碎度，夏季稍粗，冬季稍细。但如果粉碎过细，虽有利于糊化和酶的作用，但由于发酵期较长、酒醅淀粉浓度较高、开放式发酵等因素，故会造成发酵时升温过猛，酒醅发黏，易污染杂菌。

(2) 大曲粉碎 用于大_楂发酵的大曲，可粉碎成大者如豌豆，小者似绿豆，能通过1.2mm筛孔的细粉不超过55%。用于二_楂发酵的大曲，可粉碎成大者如绿豆，小者似小米，能通过1.2mm筛孔的细粉不超过70%~75%。粉碎较粗，发酵时升温较慢；粉碎较细，发酵时升温较快。故大曲适宜的粉碎度也有利于低温缓慢发酵。也可以夏季稍粗、冬季稍细为原则。

3. 润糝

粉碎后的高粱称为红糝，蒸料前要用较高温的水润料，称为高温润糝。即红糝加入55%~65%的热水，夏季水温为75~80℃，冬季水温为80~90℃。经多次翻拌均匀后，加盖苇席或麻袋，堆积20~24h。期间每隔5~6h可翻料1次，若发现糝皮较干，可及时补加原料量2%~3%的热水。堆积过程中，冬季品温可高达42~45℃，夏季可高至47~52℃。

润糝操作要求“严、快”：若水温过高，则易使物料结块；若水温过低，则物料入缸后会淋浆；若场地卫生状况不佳、水温太低，不按时并快速翻拌，均会导致物料变馊酸败。

润糝指标为：无干糝、不淋浆、无结块、无异常气味、手指捻物料无硬心、生心。否则应适当延长时间，直至润透。

润糝的作用，可参见本书第一章第二节“一”的有关内容。

实践证明,1964年“汾酒试点”总结的许多经验,至今仍可采用。

4. 蒸糝

先将湿糝翻拌1次,并在甑帘上撒一薄层谷糠、装1层糝,打开蒸汽阀门。待蒸汽冒出料面时,用簸箕将糝装甑,要薄而匀,冒汽也均匀,应在40min内装完。待蒸汽冒出全部糝层(称为圆汽)时,将原料量1.4%~2.9%的水泼于料层表面,称为“加闷水量”。泼水量以糝的粗细而异,“粗大细少”。再在上面装谷壳或稻壳辅料一起清蒸。辅料量为原料量22.5%的小米壳或3份稻壳1份小米壳组成的混合辅料。辅料清蒸后用于酒醅蒸馏,若用量过大,则成品酒呈谷糠气味;若用量过小,则酒醅装甑时易压汽,蒸馏时酒尾较长。

蒸糝的蒸汽压力为0.01~0.02MPa,甑桶中部的品温为100℃左右,出甑时可达105℃。自圆汽至蒸毕,需80min,物料可符合熟而不黏、内无生心的要求;水分由原来的45.75%增至49.90%,酸度由0.62升为0.67。

5. 加水、扬冷、加曲

将熟料出甑、摊成长方形,泼入原料量30%~40%的冷水,最好为18~20℃的井水,并翻拌均匀后,用扬糝机扬晾、使糝吸收部分氧气。冬季物料可冷却到高于入缸温度2~3℃时,即可加曲;其他季节可冷却至入缸品温时加曲。加曲量为原料量的9%~10%。翻拌均匀后,即可入缸。

不同季节的熟料加水量、加曲量及加曲温度,如表3-1所示。汾酒酒醅的含水量比一般白酒低,但若过低,则糖化发酵不完全;水分过高,则成品酒口味寡淡。若加曲量过小,则发酵迟缓、顶温不足、发酵不彻底而影响出酒率;若加曲过多,既增加成本和粮耗,又会使酒醅升温太快而引起酸败,并产生多量的不良成分,使酒质粗糙。加曲温度的高低,同样会影响到酒醅的发酵和酒质。在夏天,若热料冷却时间过长,则物料会侵入多量的杂菌而在发酵时产酸过多。

表 3-1 不同季节的熟料加水量、加曲量及加曲温度

类 别	春	夏	秋	冬
熟料加水量 ^① /%	35~38	35~40	30~35	30~35
加曲量 ^① /%	9~11	9~11	9~11	9~11
加曲温度/℃	20~22	20~25	23~25	25~30

① 为相对原料量的比例。

6. 大_糯入缸

第 1 次入缸发酵的物料称为大_糯。其初始成分含量如表 3-2 所示。

表 3-2 大_糯初始成分含量（质量分数）

成 分	含量	成 分	含量
水分/%	52.8~56.0	淀粉/%	31.58~37.06
酸度	0.13~0.21	糖度/%	0.91~1.14

由表 3-2 可见，汾酒大_糯的初始成分含量不同于“糠大、水大、短期发酵”的一般白酒。其淀粉含量在 30% 以上、水分为 53% 左右、酸度仅为 0.2 左右。但在如此高淀粉、低酸度的条件下，若品温等掌握不当，则极易升酸幅度过大而影响出酒率和酒质。为了保证发酵温度变化符合“前缓升、中度挺、后缓落”的规律，以免酒醅升酸过高，入缸品温是关键所在。实际上，入缸品温是按成品酒的风格、季节、加水量、加曲量、加曲温度、地温等因素确定的，以 10~18℃ 为宜。但由于气温的变化，难以掌握得很准。通常要求夏季入缸品温尽可能低一些，至少应比气温低 1~2℃。总之，汾型大曲酒大_糯的入缸品温比别的香型大曲酒要低些，以保证成品酒清香纯正。现将某厂对不同季节的室温、地温、入缸品温的实测数据列于表 3-3，供参考。

表 3-3 不同季节大_糯入缸室温、地温、品温

月 份 温度/℃	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
室温	18.2	13.8	8.2	4.0	2.4	5.7	10.0	15.2	19.7	—
地温	18.4	14.8	10.8	8.7	6.0	8.9	10.8	15.7	18.7	21.5
品温	14.3	13.7	11.7	17.7	15.8	15.0	11.8	12.7	14.7	13.8

经验证明,在春秋季节按表 3-3 所示的温度入缸,则在 6~7 天内酒醅可达到顶火温度,即最高品温。

在通常情况下,刚空出的缸,当天就可进新料。若空缸放置几天,则由于缸温下降,故入缸品温须相应提高一些。

入缸后,沿缸口均匀地撒上小米壳,加盖塑料薄膜,并盖上石板或水泥板。

7. 大_糯发酵

发酵期为 28 天左右。个别缸可更长些,目的为增强成品酒的香气及醇厚感。

(1) 品温变化及管理 所谓“前缓升、中度挺、后缓落”即前期品温缓慢上升;中期保持相当天数的较高品温,或称“中挺足”;后期品温应渐渐下降。整个发酵过程可分如下三期。

① 发酵前期。即第 1~7 天。冬季入缸后的缸盖上,须铺 25~27cm 的麦秸保温,以免升温过缓;夏季要减少保温材料,甚至在地缸周围扎孔灌凉水,以免升温过快。

通常在入缸后 3~4 天,酒醅会呈现甜味;若 7 天后甜味不退,则说明入缸品温偏低,酵母难以繁殖和发酵,酒醅中以糖化作用为主。若酒醅由甜味变微苦,最后呈苦涩味,表明发酵状况良好;若酒醅色泽发暗,呈紫红色,或发硬、发糊,均属于发酵不正常现象。

应适时达到最高品温。通常在春、秋季入缸后 6~7 天,可达到最高品温,以 28~30℃ 为宜,最好不要超过 32℃;夏季在入缸后 5~6 天达到最高品温,也以 30℃ 左右为宜;冬季由于室温和地温偏低,故在入缸后 9~10 天才达最高品温,以 26~27℃ 即可。凡能达到上述要求的酒醅,说明已逐步进入主发酵期,有利于出酒率及酒质。

若入缸品温过高、大曲粉碎过细、用曲量过大或忽视卫生等,则品温会很快上升至 30℃ 左右,称为“前火猛”或“早上火”,会导致升酸高、酵母提前衰老而发酵过早停止,使酒性烈且产酒少;在夏季,还会导致酸败。针对上述状况,应压紧酒醅,严封缸,以减缓发酵速度,并在下次操作中调整工艺条件。因为发酵

前期升温过快,不但会影响大_糖产酒和酒质,也不利于二_糖发酵。

② 发酵中期。为期约 10 天,也可称为主发酵期:其中 3 天持续最高品温,通常为 29~32℃,有时甚至高达 35℃;尔后又下降 2~3℃,在此温度下,即 27~30℃ 内保持 6~7 天。该期内要求“温度挺足”:若品温过早地下降,则发酵不完全,出酒率低且酒质差;但“中挺”时间也不宜过长,否则会使酒醅酸度偏高,同样会影响大_糖产酒和酒质,并不利于二_糖发酵。

③ 发酵后期。为 11~12 天,可称为后发酵期,工人称此为副发酵期。该阶段以产香味为主,品温逐日下降速度以不超过 0.5℃ 为宜,可注意适当保温,使酒醅出缸时的品温仍保持为 23~24℃。

若该期品温下降过快,则酵母会过早地停止发酵,也不利于酯化反应;若品温不能及时下降,则酒精挥发损失,有害细菌也会继续繁殖、产酸,并产生其他不良成分。造成上述现象的原因是封缸不严和忽视卫生工作,尤其在夏季,更易发生酒醅生酸过多的现象。其补救措施是封严缸品,压紧酒醅。

在整个发酵过程中,应每隔 1 天检测 1 次品温:通常在第 2~12 天内的测定结果若正常,则基本上可认为发酵顺利;一般在入缸后 14 天内若发酵状况良好,则会呈现苹果样的芳香,酒醅也会逐渐下降、下降程度越大,产酒效果越好,通常会下降约 1/4 的酒醅高度。

(2) 发酵过程的成分变化

① 水分。由于发酵过程中淀粉和蛋白质等被微生物的酶分解为各种产物,故酒醅的水分会相对地平稳上升,可由初始的 52% 增至最高为 72%。水分的增长几乎与酒精的增多成正比。

② 淀粉。随着糖化和发酵作用而逐步被消耗,可由初始的 31% 下降为 15% 左右。发酵初期,由于酒醅酒度还较低等原因,淀粉酶类可较充分地发挥其作用。尤其在第 3~7 天内,酒醅中淀粉含量的减少速度最快,此后就平稳地减少。

③ 糖分。由于进行并行复式发酵,故糖分的变化规律受糖化和发酵速度的双重制约。在最初 4 天内,主要是微生物繁殖而消耗

部分糖，这是以糖化作用为主的初始发酵阶段。在入缸后第3天，酒醅含糖量最高；以后就逐渐下降，在后发酵阶段，基本上保持稳定，在1%以下。

④ 酒度。随着发酵的进行而逐步增加，几乎与淀粉的变化成反比。在入缸后约15天时，酒度可达最高点，为12%以上。此后，由于基本上不生成酒精，以及酯化作用和酒精挥发等原因，酒度略有下降。但在出缸时的酒醅酒度，很少有比发酵中期的最高酒度低过1%的。

⑤ 酸度。除在主发酵阶段由于酵母旺盛发酵产酒，而抑制产酸细菌等产酸增幅较小外，在发酵前期和后期，均呈酸度增长较快的态势。酒醅酸度可由入缸时的0.2增至出缸时的2.2左右，即增长10倍以上。

(3) 酒醅的感官检查

① 手感。手握酒醅，应有不硬、不黏的疏松感。

② 色泽。成熟的酒醅，应呈紫红色，不发暗；用手挤出的醅液呈肉红色。

③ 尝味。应呈苦涩味。

④ 走缸。指醅层比入缸时下沉约30cm。

8. 出缸、蒸馏

大_糖 出缸后拌入如蒸糝时所述的辅料，其用量也可为原料量的18%~20%。要翻拌均匀、无结块。

装甑时酒醅要求“松、匀、薄、准、平”，动作要轻快。所谓装料要“二干一湿”、用汽要“二小一大”是指：在甑底铺上帘子，并撒上一薄层辅料后，装入3~6cm加辅料量较多而较干的酒醅，同时把上次的酒尾从甑边倒回底锅，这时蒸汽要小些；在“打底”的基础上，再装入加辅料量较少而较湿的酒醅，这时，蒸汽当然要大些，因为阻力相对增大了；装至最上层时，物料又要干些，蒸汽也应小些，气压为0.05MPa，因为汽路已通。只有遵循上述装甑原则，才能不压汽、不跑汽、上汽均匀，提高传质和传热效率。

装满 1 甑约需 40~50min。装完甑后，加上盖盘，接上纯锡冷却器，进行“缓汽蒸馏”，汽压为 0.06MPa，流酒速度为 3~4kg/min，中段接酒温度为 27~38℃；待流出的酒液酒度为酒精体积分数 48.5% 以下时，即可将汽压增至 0.07~0.08MPa，并开始接取酒尾，称为“大汽追尾”；流酒结束后，去盖，敞口大汽排酸 10min 左右。

接酒分 3 段进行。每甑接取酒精体积分数在 75% 以上的酒头 1~2.5kg，因成品酒的质量而定。若截头过多，则会使中段酒的芳香成分含量不足而香味平淡；若截头过少，则又会使醛类等成分过多地进入中段酒而酒味暴辣。酒头可用于回缸发酵或经处理后调配低度白酒。

中段酒称为头_庄酒，即原酒部分。其平均酒精体积分数为 67% 左右。香味浓郁，酯、酸含量均较高：总酯高达 0.549g/100mL；总酸为 0.0413g/100mL；总醛则为 0.00924g/100mL。

酒尾中含有大量乳酸乙酯等香气成分，以及有机酸等呈味成分，故酒尾不宜摘得过早。但汾型大曲酒的质量与酒尾适当地截得酒度高一些有关，即酒尾的起点酒精体积分数不能低于 30%。酒尾的量可摘得多一点：其中酒度较高的部分，可在下甑蒸馏时回锅再蒸；酒度很低的部分，可代替水用于润糝。

汾型大曲白酒蒸馏是酒精和香味成分同时提取的过程。由于众多组分具有不同的沸点，以及醇水互溶性、醇溶性、水溶性等各自的特性，因而使整个蒸馏过程既呈现理想溶液的蒸馏特征，又呈现恒沸蒸馏和水蒸气蒸馏的现象：对于醇水互溶成分的蒸馏，如乙醛及较低碳链的异丁醇、正丙醇等醇类，基本上符合理想溶液蒸馏的原理，在酒头中的含量大于酒体，更大于酒尾，变化比较平缓；对于醇溶性成分的蒸馏，则接近于恒沸蒸馏的原理，在酒头中的含量也大于酒体、酒尾，且大多集中于酒头，变化趋势也很明显；对于水溶性及高沸点成分的蒸馏，主要是低碳链及高碳链的脂肪酸，如乙酸、乳酸、亚油酸、亚麻酸、棕榈酸、油酸等，主要靠水蒸气蒸馏及拖带作用而蒸馏出来，在酒尾

中的含量大于酒体，更大于酒头；甲醇比较特别，其在酒体中的总含量大于酒头和酒尾。

在蒸馏过程中，酒液在接受重力势能后，流入小承接器内激起的泡沫称为酒花。由于水的极性比酒精大，表面张力大，所以形成的气泡与液面的夹角也大，即酒花小，在液面停留的时间也较长。酒花出现的顺序先后为大清花、小清花、“过花”、水花、油花；而停留的时间则顺序相反。大清花的泡沫大于小清花。在小清花之后的一瞬间，没有酒花，称为“过花”；“过花”以后的酒尾，先呈现大泡沫的水花，酒度为酒精体积分数的 $28\% \sim 35\%$ 。很快呈现小水花，这时仍有酒精体积分数为 $5\% \sim 8\%$ 的酒度，直至看不到泡沫而酒液表面布满油珠，可停止摘酒。

9. 二 糙 发酵与蒸馏

为充分利用原料中的淀粉，将大 糙 酒醅蒸馏后的糟，再加曲进行二次发酵，称为二 糙 发酵。发酵期仍为 28 天。发酵、蒸馏操作大体上与大 糙 相似，但具体条件等有所差异。

(1) 发酵

① 加水、加曲。大 糙 酒醅蒸馏结束后，视糟的干湿状况，趁热泼入大 糙 原料量 $2\% \sim 4\%$ 的温水，水温为 $35 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，称为“蒙头水”。再将物料出甑、迅速散冷至 $30 \sim 38^{\circ}\text{C}$ ，加入原料量 $9\% \sim 10\%$ 的曲粉拌匀。

② 入缸。入缸的 4 个条件为物料的入缸淀粉浓度、水分、酸度、温度。

a. 入缸物料的成分。二 糙 的淀粉浓度主要取决于大 糙 的发酵结果，大多为 $14\% \sim 20\%$ ；入缸酸度远高于大 糙 入缸酸度，大多为 $1.1 \sim 1.4$ ，以不超过 1.5 为好；入缸水分控制为 $60\% \sim 62\%$ 。二 糙 的加水量应根据大 糙 酒醅的产酒量、黏湿程度、酸度大小而定。若大 糙 流酒较多、酒糟疏松、酸度也不高，则可适当多加新水，以利于二 糙 产酒。若加水量过多，则会使多余的水渗入缸底，浸泡酒醅而使其过湿发黏，蒸酒时酒尾拉得很长，反而会影响出酒率。

b. 入缸品温。应视气温、物料淀粉浓度及酸度等状况而灵活掌握。通常，在夏季，入缸品温为 18~23℃；其余 3 季为 22~28℃。某厂在不同季节二 糙 的入缸品温、地温、室温记录，如表 3-4 所示。因二 糙 含辅料量大而疏松，故入缸后应将其踩紧，并喷酒少量酒尾。

表 3-4 某厂不同季节二 糙 入缸品温、地温、室温

月 份 温度/℃	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
室温	18.3	14.6	9.5	1.4	0.7	3.5	10.2	15.5	19.8	23.2
地温	23.2	22.1	20.4	19.1	17.0	19.3	20.3	22.6	23.0	23.5
品温	19.3	21.1	24.8	24.2	22.6	18.9	17.4	18.8	22.0	22.8

在清 糙 法发酵中，通常强调“养大 糙 、挤二 糙 ”。所谓“养大 糙 ”，是因为大 糙 是纯粮发酵、入缸物料淀粉浓度高、发酵时易生酸，所以应力求防止酒醅生酸过多；“挤二 糙 ”是指应充分利用残存的淀粉等成分多产酒并生成多量的香味成分，因为二 糙 蒸馏后即 为 扔糟。因此，应根据大 糙 的酸度等合理地调整二 糙 的入缸品温，以保证二 糙 的正常发酵，多产酒，产好酒。当二 糙 入缸酸度在 1.6 以上时，每增加 0.1 个酸度，则入缸品温须相应地提高 1.8℃。经验证明，若大 糙 酒醅养得好，酸度正常，则不但产酒多，且二 糙 发酵、产酒状况也良好；反之，若大 糙 酸度过高，则会影响大 糙 的产酒和二 糙 的正常发酵及产酒状况。

③ 发酵品温管理。要求适时达到最高品温。品温变化过程，应掌握“前紧、中挺、后缓落”的原则：即须在入缸后第 4 天，就能达到最高品温 32~34℃；最高品温应持续 2~3 天；从入缸后第 7 天开始，品温缓慢下降，但到出缸时仍保持为 24~26℃。二 糙 发酵升温不能如大 糙 那样要求“前缓”，尤其在酒醅酸度较高时，若前期升温过缓，则主发酵会显乏力，“中挺”也不能保持；但前期升温也不宜过快，若在入缸后 2~3 天之内就达到最高品温，则虽然“中挺”有力，品温也较高，但由于酒醅生酸过多而妨碍正常发

酵。通常，二_糯发酵要求“升温幅度”至少在8℃以上；降温幅度一般为6~8℃。若发酵品温适宜，则酒醅略显酱香气味，产酒量及酒质状况良好；若发酵温度过高，则酒醅黏湿发黄，产酒较少；若发酵温度过低，则酒醅呈青草样气味。

为提高成品酒的总酯、总酸含量和优质品率，可在发酵中回糟、回醅各5%。

④ 成熟酒醅成分。水分应为58.50%~67.20%；酒精体积分数为5.20%~5.80%；淀粉含量为8.85%~11.03%；酸度为1.92~2.85；糖度为0.31%~0.34%。

⑤ 二_糯发酵过程的感官检查。可分2次进行。在入缸后第5天，若酒醅呈黄褐色，有酱香、品温在32℃以上、酒精味较浓，则表明发酵状态良好；若酒味不浓而热气较大，则表明发酵温度过高。在入缸后第13天，品温应达27~28℃，酒味应浓香，表明发酵状况良好；若酒醅黏湿、酒味欠浓，则表明发酵品温偏低，应加强保温；若酒醅发湿，色泽发黄而鲜亮、且酸度较高，则表明发酵品温偏高。

(2) 蒸馏 酒醅出缸后，加入少许经清蒸的辅料，用约35min装甑后进行蒸馏，“掐头去尾”，摘取二_糯酒。流酒时间同大_糯酒，约25min。酒糟作为扔糟。举例说明二_糯酒的成分：总酸为0.0536g/100mL，总酯为0.2777g/100mL，总醛为0.01012g/100mL。

若酒糟残余淀粉偏高，则也可添加糖化酶和活性干酵母进行发酵、蒸馏，制取一般白酒。

(三) 贮酒、勾兑

大_糯酒和二_糯酒经质检部门品评、分析后分级入库，在陶瓷缸中密封贮存1年以上。再按不同品种勾兑为成品酒。

产品在出库前1~3个月，可加水调整酒度。此水须经瓷板过滤器过滤或经离子交换树脂处理。

按贮存大_糯酒65%~75%与贮存二_糯酒35%~25%的比例进行勾兑，较为合理可行。这样既可保证产品的固有风格，又与

生产中大_糯酒与二_糯酒的实际比例基本相符。在勾兑时，也可加入经单独贮存的“老酒头”1%~4%；若加入过量，则有损于产品风格。

二、类汾型大曲酒生产实例

1. 大曲

(1) 制曲工艺 为中温大曲。原料按小麦 50%、大麦 30%、豌豆 20%的比例，分别粉碎后混合；加水量为曲料总量的 45%；搅拌均匀后用机械制成曲坯入曲室，进行为期 25~30 天的培制。

① 上霉期。曲坯入室后，室温控制为 25~40℃。待曲块表面白色斑点成片时，即为上霉期结束。

② 晾霉期。上霉后，将曲室门窗逐渐开大，并将曲块翻、倒 1 次。

③ 潮火期。翻曲后，用苇席盖住曲块四周，并关闭门窗，进行保温保潮。品温控制为 40~48℃。

④ 干火期。在曲坯入室后的 10~12 天，即为进入干火期。期间，曲室逐渐排潮。品温控制在 39~45℃ 之间。

⑤ 后火期。待曲块基本成熟时，品温控制为 28~38℃。若此时再经 4~5 天品温不再上升，则可关闭门窗，经 2~3 天养曲后，即可出曲。

(2) 大曲贮存过程中的检测方法

① 成熟曲样的重量、体积及外观检测。从成熟曲的曲室中，多层、对角及中心各处，采取大曲 50 块，进行检测。出曲率为 80%。

a. 曲块重。取 10 块大曲，测定平均曲重为 1630g/块。

b. 曲块体积。取 10 块曲，测得平均体积为 24.5cm×14.5cm×6.5cm/块。

c. 外观。曲块外表上霉不均匀，干皮现象也较严重；但曲块内部生长状况较好，且中心部位有红心；个别曲块有火圈和裂开现象。

② 贮存中的理化及生化性能测定：取大曲 16 块，称取每块曲的 1/16 后再合并、粉碎并通过 60 目筛。然后按 4 分法缩分曲样至

500g，装于磨口瓶中备用。测定方法及结果如下。

- a. 水分测定。采用 130℃、1h 的快速烘干法。
 - b. 酸度测定。采用中和法，以含乳酸的质量分数（%）计。
 - c. 糖化力测定。以 1g 绝干曲在 35℃、pH4.6、60min 分解可溶性淀粉为 1mg 葡萄糖为 1 个酶活力单位。
 - d. 液化力测定。采用碘褪色法。以 1g 绝干曲在 60℃、pH6.0、60min 液化 1g 可溶性淀粉为 1 个酶活力单位。
 - e. 蛋白酶活力测定。采用福林-酚法。以 1g 绝干曲在 40℃、pH7.2、1min 内水解酪蛋白为 1μg 酪氨酸为 1 个酶活力单位。
 - f. 发酵力测定。采用酒精密度法。在 100mL 的 0.1254g/mL (12°Bx^❶) 米曲汁中，添加相当于绝干曲 1g 的曲，在 28~30℃ 发酵 48h 后，将发酵液立即调为中性并蒸馏。接取馏出液用蒸馏水定容至 100mL、用密度瓶测定相对密度。再从相对密度与酒度的关系表，查得酒精质量分数（%）。
 - g. 升酸幅度测定。以 1g 曲在上述发酵液中发酵 24h 的升酸幅度（%）表示。
 - h. 酶化酶活力测定。按 GB 10345.5—89 法测定总酯，求 1g 曲的产酯能力。
 - i. 酯分解率测定。将试样置于 30℃ 保温箱内，进行酯分解 5 天后蒸馏，并测定总酯，求 1g 曲的酯分解率（%）。
- 上述项目测定结果，如表 3-5 所示。

表 3-5 大曲贮存过程中理化及生化性能测定结果（数据为 3 次平均值）

项 目 \ 贮存月数	0	1	3	6	9	12
水分/%	15	13	13	13	12	12
酸度/%	1.00	0.85	0.65	0.60	0.60	0.60
糖化力/U	1020	1320	1680	1680	1080	950

❶ Bx: Brix, 锤度，指在 20℃ 时用锤度计测得的纯糖溶液中蔗糖质量分数（即 100 克溶液中所含溶质的质量），对于不纯糖溶液，则近似地表示溶液中可溶性固体物的质量分数，用 Bx 表示。——编者著

项 目 \ 贮存月数	0	1	3	6	9	12
液化力/U	1.34	1.41	1.98	4.70	3.38	1.98
蛋白酶活力/U	560	360	184	58	48	29
升酸幅度/%	0.23	0.27	0.29	0.24	0.20	0.15
发酵力(酒精质量分数)/%	5.90	6.10	6.69	6.60	4.70	3.50
酯化酶活力/总酯·g ⁻¹ ①	0.630	0.091	0.243	0.380	0.670	0.620
酯分解率/%	87.69	81.20	35.00	26.10	25.60	24.80

① 以单位质量的曲计。

从表 3-5 可见：在贮曲过程中，糖化力、液化力、发酵力在 3 个月内都有明显增长，3~6 个月内，糖化力和液化力仍在上升，6 个月后，上述三者的数值均逐步下降；酯化酶活力，在 1~9 个月内，基本上持续上升，尔后呈下降趋势；蛋白酶和酯分解酶的活力，在 6 个月内，均大幅度下降，之后则下降缓慢。

③ 贮曲过程中的菌况变化。将上述相同贮存期的大曲试样，分别以牛肉汁培养基、察氏培养基、米曲汁琼脂平板培养基，在 35℃、32℃、28℃ 的不同温度下，培养细菌、霉菌、酵母各 48h 后，计取菌落数。其结果如表 3-6 所示。

表 3-6 贮曲过程中的菌况变化

单位:3 次平均值×10⁴/g

菌别	刚出曲	1 个月	3 个月	6 个月	9 个月	12 个月
细菌	420.0	880.0	291.9	165.0	156.0	144.5
霉菌	135.0	167.0	158.2	134.0	109.6	91.7
酵母	87.0	37.0	29.2	22.1	21.6	20.2

从表 3-6 可见：细菌数在 1 个月内增长约 1 倍，1~3 个月之间则急剧下降；霉菌数在 1 个月内，略有上升，尔后略有下降，总的变化趋势比较平缓；酵母数在 1 个月内，大幅度地下降，以后降势趋慢。值得注意的是，酵母数与发酵力的变化，并不同步，而是形成剪刀差：这可能是发酵力不强的老弱细胞死亡了；留存下来的是发酵力较强的健壮酵母的缘故。

(3) 大曲贮存期及合理用曲方法的确定 制好曲、贮好曲、用好曲这三者须统一起来,才能收到较理想的效果。

综观上述检测结果:贮曲3个月内,糖化力、液化力、发酵力、酯化酶活力均在上升;3~6个月内,糖化力和发酵力基本稳定,而液化力及酯化酶活力仍在上升;细菌数在贮曲3个月后,变化趋势平缓。故可认为,贮曲期不能少于3个月,也不应超过9个月,以3~6个月为宜。因9个月后,上述主要项目的指标均明显下降,并影响流动资金的周转率。看来,过去认为大曲越陈越好的想法是缺乏科学依据的。

由于各批大曲的质量存在差异,且在贮存过程中各项指标的消长状况也不一,故应将不同贮存期、不同批次的大曲,按一定比例搭配使用为好。

鉴于各厂大曲的配料、培曲条件和时间、成曲质量、贮曲条件、季节的差异,应根据实测结果,确定本厂大曲的各项指标及合理的贮曲期。上述方法和内容,仅供参考。

2. 制酒

以优质高粱为原料:采用“清蒸二次清”的工艺;发酵容器为陶缸或内壁打蜡的水泥池;蒸甑及冷凝器保持传统式样。具体工序有原料粉碎、润料、蒸原辅料、加水、扬凉、拌曲、首次发酵、加清蒸的辅料蒸馏、冷却、加曲第2次发酵及蒸馏、两次蒸取的酒分别分级贮存后勾兑等。

3. 活性干酵母和糖化酶的利用

该厂自1990年开始,将活性干酵母及糖化酶应用于清香型大曲酒生产。现将有关内容分述如下。

(1) 耐高温活性干酵母及糖化酶应用于续_楂法清香型大曲白酒 该厂对采用“清蒸二次清”生产工艺的清香型大曲酒的大_楂、二_楂,以及采用老五甑续_楂法清香型大曲白酒的大_楂、回糟,均进行了试验和应用。例如在续_楂法清香型大曲白酒生产中使用的方案和结果如下。

① 糖化酶用量。减少原料量5%大曲用量的糖化力,用相应活

力的糖化酶补足。

② 耐高温活性干酵母。用量为原料量的 0.06%。活化方法为：用浓度为 1% 的糖液、在 40℃ 下活化 80min。

③ 酒醅入池条件。品温 19℃，水分 46%，酸度 0.25，淀粉含量 32%。

④ 温度管理。最高品温控制为 33℃；升温幅度为 14℃。

⑤ 酒醅出池时的状况。品温为 21℃，水分为 67%，酸度为 2.5，淀粉含量为 8.7%，酒精体积分数为 7%。

⑥ 结果。成品酒总酯含量比对照样高 22%。出酒率提高 13% 左右；酒质稳中有升。

(2) 耐高温活性干酵母及糖化酶应用于“清蒸二次清”清香型大曲白酒

① 生产工艺概况。优质高粱 1300kg、清蒸稻壳 310kg。高粱粉碎为 4、6、8 瓣，夏季稍粗、冬季略细。用 90℃ 以上的热水润料。45~50℃ 高温堆积 18~20h。以江苏宜兴产的陶缸为发酵容器。入缸时，大_糖 水分为 52%~54%；二_糖 水分为 57%~59%。蒸馏时，流酒温度为 28~30℃。

② 新型糖化发酵剂使用方案。酶活力为 40000U/g 的糖化酶 1.5kg，用以补足大曲用量从 20% 减少为 15% 的相应糖化力。耐高温活性干酵母用量为 1kg。砂糖 1.2kg，用以配制浓度为 1% 的糖液，活化干酵母。

③ 效果。成品酒的总酸和甲醇含量有所降低；总酯含量有所提高。其中乙酸乙酯的含量有所增加；乳酸乙酯含量有所下降。优级品率提高 1.24%；原料出酒率有所提高。因耐高温活性干酵母能适应 40℃ 以上的高温，故有利于生产的安全度夏。

(3) 耐高温和生香活性干酵母及糖化酶应用于老五甑续_糖 法清香型大曲酒 该酒因发酵期较短，为 14 天左右，口味较淡薄。故以上述新型糖化发酵剂改善酒质。

① 用料：高粱 800kg；糖化力为 600~800U/g 的大曲 140kg；活力为 50000U/g 的糖化酶 0.4kg；耐高温和生香活性干酵母总用

量为 0.72kg, 其中生香者占 60%。用专用磁化水配制 1% 的糖液活化 60min, 活化温度为 35~37℃。

② 入缸酒醅。品温为 21℃。水分为 57.5%；酸度为 1.7；淀粉含量为 16.4%。

③ 出缸酒醅。品温为 28.5℃。水分为 68.5%；酸度为 2.7；淀粉含量为 7.9%；酒精体积分数为 4.6%。

④ 效果。成品酒总酯含量有所提高, 为 2.985%；原料出酒率提高 4.4%。

(4) 将新型糖化发酵剂应用于续法清香型大曲白酒的三法所用的大曲糖化力为 600~800U/g, 糖化酶活力为 40000U/g, 耐高温活性干酵母及生香活性干酵母产自宜昌食用酵母基地。生香活性干酵母的复水活化: 加 15 倍的水, 在 38℃ 下复水活化 30min。上述糖化发酵剂的使用, 可采取如下三法。

① 制取香醅后, 采用串蒸法提取香味成分。取小 150kg、糖化酶 150U/g 原料、含生香活性干酵母 0.25% 的复水活化液, 拌匀后, 在 28~30℃ 下, 堆积培养 12h。再摊开、拍紧, 加盖塑料薄膜后, 在 30~35℃ 下, 培养 20~24h 即可。将上述成熟香醅, 以 5~7cm 的厚度, 装于每甑酒醅上面, 进行串蒸, 以提高酒质。对照试样不加新型糖化发酵剂。原料均为 1200kg, 大曲 180kg。

② 香醅入池法。将培养成熟的香醅和上述香醅蒸酒后的糟、一定量的大曲粉及糖化酶、活性干酵母活化液, 与粮醅混合均匀后, 入池发酵、蒸酒。所用原材料配方为: 高粱 1200kg, 大曲 180kg, 糖化酶 2kg, 耐高温活性干酵母 1.4kg, 生香活性干酵母 2.4kg。对照试样配方为: 不加生香活性干酵母, 其余同香醅入池法, 但不用香醅和香醅的糟。

物料入池条件为: 品温 20℃, 水分 58%, 酸度 1.5, 淀粉含量为 15.8%。出池酒醅品温为 25℃, 水分为 64.5%, 酸度为 1.3, 淀粉含量为 6.4%, 酒精体积分数为 4.2%。发酵期间, 品温控制为 35~37℃。对照试样的入池条件同香醅入池法; 出池品温为 25℃, 水分 64%, 酸度 1.6, 淀粉 7%, 酒精体积分数 3.8%。

③ 直接入池法。将一定量的 2 种活性干酵母及糖化酶的活化液、大曲粉与粮醅混合均匀后入池，在 35~37℃ 发酵并蒸酒。

所用原材料的量为：投粮 1200kg，大曲粉 180kg，糖化酶 2kg，耐高温活性干酵母 1.4kg，生香活性干酵母 20.4kg。

物料入池条件为：品温 20℃，水分 58.5%，酸度 1.6，淀粉含量 15.5%。出池酒醅：品温为 24℃，水分 64%，酸度 1.35，淀粉含量 6.1%，酒精体积分数为 4.1%。对照试样的物料入池、出池情况同上述②。

④ 三法结果比较。与对照试样比较，上述三法均有较好的效果：成品酒的总酯含量有所增加；甲醇、杂醇油及总酸含量有所下降；原料出酒率可提高 1.5% 左右；优级品率可提高 3% 左右。串香法及香醅入池法的效果，更好于直接入池法。例如串香法的总酯含量比对照试样高 13%。但在制作香醅时，一定要控制好堆积品温。

4. 提高酒质的若干措施和体会

(1) 树立全员质量第一的理念 从原材料采购到产品销售后质量状况的反馈，诸多环节做到人人各负其责。厂内各个管理部门和车间、班组、个人，都能自觉地遵守和执行各项规章制度和操作规程，形成人人关心产品质量的良好厂风。环环精做，层层把关，酒质稳定，不断提高。企业才能不断发展。

(2) 制定和执行一整套合理可行的用人制度和承包责任制，提高全员素质 实行全员聘用制，定期签订有效的聘用合同；采取定期培训、考核等措施；遵循优胜劣汰的法则。对每个人的职责要求，均有严格而具体的指标和标准，并力求职、责、利三者统一。经验证明，如果只有好的制度，而无全员的素质保证，则制度也只能是一纸空文，企业也不可能有旺盛的生命力。

(3) 严格执行生产工艺规程 工艺规程须系统、完整、准确、具体、科学并切实可行，未经主管部门正式批准，任何人均不得随时、随意修改。例如某种清香型大曲白酒，必须使用中温曲；发酵容器必须为陶缸，并埋在地下，缸四周封土，若封沙则更好；更重要的是必须采用“清蒸二次清”等工艺路线。

“生香靠发酵，提香靠蒸馏”：同样一甑发酵成熟的酒醅，所用搀拌不匀、甑桶和底锅不卫生、装甑过急、用汽过大、酒股过大、流速过快的不规范蒸馏操作，与酒醅搀拌均匀、甑桶和底锅经过清理、刷洗、装甑得法、用汽恰当、酒股先小后逐渐增大、流速较缓的规范化蒸馏操作相比，蒸出酒的乳酸乙酯含量，竟相差 20 倍之巨。这就是有力的佐证。

(4) 深入探讨勾调技术 充分认识酒中微量成分之间的微妙关系。

① 深入探讨勾调技术。白酒勾调技术的推广，始于 20 世纪 70 年代，但到 80 年代末期已发展为一种水平较高的技术。有人称其为一种“艺术”，甚至有些“神秘”感了。例如，有种酒原来有苦味感，若将其酒度降低，即酒精体积分数降低 $0.3\% \sim 0.5\%$ ，则口味就显甘润；有的酒放香不足，若加入万分之几的某种调味酒，有的甚至更少些，则放香状况立即起变化。这是因为白酒中的微量成分很多，其中不少成分还未能被人们认识；微量成分之间的量比关系对成品酒风味的影响，也是比较微妙的。在勾调过程中，往往“点到为止”，而发生从量到质的变化。

② 强化清香型白酒的科学检测手段。上述“神秘”二字，是加引号的。由于人们对白酒成分缺乏充分的了解，才在实际工作中存在神秘感和盲目性。因此，气相色谱仪、高效液相色谱仪、质谱仪等先进的分析仪器，不应只用于成品酒成分的分析研究，还应用于原料及半成品的分析；并采用勾调等新的方法，使勾调技术不断进步。

③ 摸清清香型白酒中乳酸乙酯与乙酸乙酯的合理比值。若酒中乳酸乙酯含量过低，则有失酒体的丰满，口味淡薄且后味极短；若乳酸乙酯含量过高，则酒味发闷欠爽口，而后味依然显短。实践证明，酒中乳酸乙酯含量多少才算合适，这与酒度有关，更与乙酸乙酯含量密不可分。而乙酸乙酯含量则在国家标准中有明确规定：如酒精体积分数在 40% 以上的清香型优级白酒，乙酸乙酯含量为 $0.80 \sim 2.60 \text{ g/L}$ ，只能在此范围下去寻找乳酸乙酯的合适数值，直

至酒体、口味良好。技术人员实践中的体会是：酒度越低，乳酸乙酯与乙酸乙酯的比值应越大，但不能大于1。除此比值外，还须掌握正丙醇、异戊醇、异丁醇、乙缩醛等成分与它们的合理比值。

④ 正确处理酸与酒质的关系。不同酒度的产品，应有相应的最适总酸含量，并应研究各种酸之间的量比关系。酸既能使酒体丰满、甘润、醇厚、放香增强；又可使酒体失衡、发涩、刺舌、淡薄且散。故酸的作用不容忽视。

5. 成品酒品种

(1) 高度酒 酒精体积分数为 63%，总酸为 0.615g/L，总酯为 3.7g/L。

(2) 降度酒 酒精体积分数为 54%，总酸为 0.6g/L，总酯为 4.28g/L。

第二节 清香型大曲老白干酒生产工艺

清香型大曲老白干酒也以中温大曲为糖化发酵剂，但以纯小麦或大麦加小麦、豌豆为制曲原料；制酒原料也为高粱。汾型大曲白酒的乙酸乙酯含量较高，有的高达 3000mg/L 以上；而且乙酸乙酯与乳酸乙酯的比值为 2:1 左右。但清香型大曲老白干酒的“乙乳比”值则较低。例如以老五甑混蒸续_糟法生产的清香型大曲老白干酒，其“乙乳比”通常为 (0.8~1.2):1；乙酸乙酯的含量也仅为汾型大曲白酒的 50% 左右。所以，有的专家认为应将其单列为一种香型白酒。

一、以老五甑混蒸续_糟法生产清香型大曲老白干酒的实例

所谓老五甑混蒸续_糟法，是指发酵池中有 4 甑酒醅，即大_糟、二_糟、小_糟、回活。出池后，在蒸馏、蒸粮之前，将回活单独作为 1 甑材料；将小_糟也不加新原料作为另 1 甑材料；将大_糟和二_糟按一定比例加入新原料后，分为 3 甑材料。将上述 5 甑材料的酒醅和新粮一起蒸馏、蒸粮后，原来的回活作为丢糟；原来的小_糟加大曲

粉或其他糖化发酵剂后，成为下一轮发酵的回活；其余 3 甑材料，加大曲粉后，成为下一轮发酵的大_糙、二_糙、小_糙。开始下一轮的发酵、蒸馏。如此循环不已。

本实例的产品为酒精体积分数 67% 的清香型大曲老白干酒：以小麦培制的中温大曲为糖化发酵剂，采用老五甑混蒸续工艺，地缸发酵 14 天后，经蒸馏、贮存、勾兑而成。

1. 原辅料及大曲处理

高粱粉碎成 6~8 瓣，细粉不超过 20%，整粒不超过 1%；将辅料稻壳清蒸备用；将大曲粉碎成能通过孔径为 3.2mm 的筛。

2. 酒醅出缸配料

作为下一轮发酵的 4 甑材料：大_糙和二_糙各用新粮总量的 40%，小_糙用新粮 20%，回活不加新粮。所用的糖化发酵剂在后述的蒸馏、蒸粮后再加入。辅料在蒸馏前加入。具体配料数据，如表 3-7 所示。

表 3-7 下一轮发酵 4 甑材料的配料状况

单位: kg

名称	新原料	酒 醅		大曲	清蒸稻壳		麸曲	酵母液
		夏	春、秋、冬		夏	春、秋、冬		
大 _糙	400	2400	1600~1800	80	80	70	—	—
二 _糙	400	2400	1600~1800	80	80	70	—	—
小 _糙	200	1200	1200~1300	40	40	36	—	—
回活	—	—	—	—	—	—	30	35
合计	1000	—	—	200	200	176	30	35

配料翻匀后，拍紧并盖上稻壳，以减少酒醅成分挥发。

3. 装甑、蒸馏、蒸粮

(1) 装甑 1 人捣堆，1 人装甑。采用“养心压边”操作法装甑，在 30~35min 内完成。装好的物料呈蘑菇状。

(2) 蒸馏 在盖甑盘后 1~2min 流酒。接取 1.5~2.5kg 酒头单独存放；中段酒平均酒度不低于酒精体积分数 67.5%，夏季流酒温度不超过 30℃，接酒时间不少于 20min；开大汽接酒尾直至酒度为零后，再接酒尾若干千克，酒尾用于下次回锅复蒸。

(3) 蒸粮 结束蒸馏后，再继续蒸粮约 40min，使新粮充分糊

化而不结块。

4. 出甑、加浆、冷却、加曲

物料出甑后，在秋、冬、春三季，按各_糖新原料的用量，泼入热水共 35~40kg，并吹风降至适宜品温后，按前述 2. 的加曲量等，添加糖化发酵剂。翻拌均匀后，即可入缸。

5. 入缸、发酵及管理

(1) 入缸 入缸条件如表 3-8 所示。入缸后，用脚踩紧上层物料，并浇 0.5kg 左右的酒头，浇量视酒醅品温而异。再用泥板拍紧物料表面后，用塑料薄膜封严，并盖以席子、稻壳保温。

表 3-8 入缸条件

项 目	夏	春、秋、冬	备 注
水分/%	53~56	54~55	—
温度/℃	比自然温度低 2	18~20	—
淀粉含量/%	14~16	19~21	小 _糖 不得高于 15
酸度	1.5~2.0	0.8~1.3	—

(2) 发酵及管理 发酵期为 14~15 天。前 10 天应注意踩醅表面。每天测量 1 次，直至品温下降。发酵过程中要详细记录发酵的状况。

6. 贮酒

以容量为 500kg 的陶瓷坛贮酒。以一级酒为例：在贮存 3 个月内酒的口味变化明显，新酒味消失、杂味减轻，口感由暴辣、刺激性强变为较柔和、协调；此后变化逐渐减小，至 6 个月时，已具有老白干酒的基本风格；贮存至 1 年，具有突出的老白干酒风格；贮存至 2 年时，口感更为柔和细腻，且略呈陈香。经综合考虑，规定贮酒期以 1 年为宜；具有 1 年以上酒龄的老酒，可作为调香味用酒。

在贮存 1 年的过程中，酒的有关成分变化如下。

(1) 酯类的变化 总酯由 2.93g/L 下降为 2.81g/L。其中乙酸乙酯因沸点较低，为 77℃，易于挥发，故下降幅度较明显，由 163.54mg/100mL 下降为 147.49mg/100mL；乳酸乙酯的沸点为 154℃，由 171.32mg/100mL 下降为 167.26mg/100mL。另外，酯

化反应本身就是个可逆反应，其酯化合成和酯水解这两个相反方向反应的速度，受温度、乙醇及乙酸浓度等诸多因素的影响而处于不断变化的动态状况之中。

(2) 酸类的变化 总酸由 0.51g/L 上升为 0.59g/L。其中乙酸由 39.58mg/100mL 上升为 49.30mg/100mL。因为酒在具有微弱透气作用的陶瓷坛中贮存，会发生缓慢的氧化作用，使部分乙醛变为乙醇，再变为乙酸。

(3) 杂醇油的变化 略有下降。该酒中的杂醇油主要成分为异戊醇、异丁醇、正丙醇。在贮存过程中，部分杂醇油成分会氧化分解。

(4) 甲醇的变化 有所下降。由 12.42mg/100mL 减少为 8.88mg/100mL。甲醇的沸点为 64.7℃，易于挥发；在贮存中也会因缓慢的氧化作用而略减。该酒以甲醇含量低，以及发酵期短和原料出酒率高为其三大特点。甲醇含量远远低于国家标准中限定的 40mg/100mL 的指标。

(5) 乙醛及乙缩醛的变化 乙醛由 75.80mg/100mL 下降为 28.90mg/100mL，减幅较大。因乙醛沸点为 20.8℃，易于挥发；乙醛也会因氧化作用而变为乙醇、乙酸；乙醛也能与乙醇缩合成乙缩醛。但生成乙缩醛的过程是缓慢的。因此，白酒中乙缩醛的含量，被作为老熟程度和评价酒质的重要标志之一。贮存 1 年，该酒的乙缩醛含量由 37.58mg/100mL 增长为 49.59mg/100mL；但 1 年以上，则乙缩醛含量变化不大。例如，贮存 1.5 年时，为 48.31mg/mL；贮存 2 年时，为 52.31mg/mL。

7. 安全度夏措施

传统的度夏方式有以下两种：一是采取适当地减少新粮投量、增加辅料、缩短发酵期等措施，但不能解决酒质较差、出酒率较低的问题，也不能确保不“掉排”；二是在初夏气温尚未很高的时候，酿制压排酒醅，并封缸至高温时节之后，再转入正常生产运作。后一种方法虽然避免了前一种方法的缺点。但因酒醅发酵期长达 3 个月以上，而且在气温和地温均较高的情况下，压排出缸的酒醅酸度

过高；加之北方地区入秋后的气温和地温又持续大幅度地下降，使转排生产难以进行，若措施不力，会出现连续几排生产不正常的现象。

地处华北的某厂，根据其 6 月下旬至 8 月中旬为全年最热时节的自然条件，自 6 月初开始压排生产，投料量减为 300kg 和 500kg，至 8 月中旬结束；尔后开始转排生产，投料量为 1000kg。如此安排，收到了良好的效果。由于压排生产时投料量大减，故入缸酒醅的体积也作了相应调整。压排和转排生产的物料入池条件，如表 3-9 所示。

表 3-9 压排和转排生产的物料入池条件

压排投料 500kg				压排投料 300kg			
排 别	水分/%	酸度	淀粉/%	排 别	水分/%	酸度	淀粉/%
压排	54~58	1.5~1.8	16~20	压排	55~60	1.7~2.4	15~17
转排第 1 排	53~58	1.7~2.3	17~20	转排第 1 排	54~58	1.7~2.5	16~19
转排第 2 排	54~58	1.3~1.6	18~20	转排第 2 排	53~57	1.2~1.6	17~20

注：百分数为质量分数。

8. 耐高温和生香活性干酵母及糖化酶的使用

(1) 原材料

- ① 高粱：水分为 12.5%；淀粉含量为 62%。
- ② 中温大曲以纯小麦为原料，其糖化力为 1300U/g。
- ③ 糖化酶活力为 20000U/g。
- ④ 耐高温活性干酵母和生香活性干酵母产自宜昌食用酵母基地。

(2) 使用方案 采用混蒸续 老五甑工艺，发酵期为 15 天。

大曲用量由原来的 22% 减为 18%；糖化酶用量以用于补足大曲部分的糖化力计；耐高温活性干酵母及生香活性干酵母用量各为高粱的 0.1%。

为防止发酵时前期升温过快，故两种活性干酵母及糖化酶均未经活化，就直接与大曲粉拌匀后使用：即将出甑后的物料冷却至 25~28℃ 后，加入上述混合糖化发酵剂，用扬 机打匀后，入缸发酵。

(3) 物料入缸及出缸状况 如表 3-10 所示。表中数据为 3 排的平均值。

表 3-10 物料入缸及出缸状况

物 料	品温 /℃	水分 ^① /%	酸度	淀粉 ^① /%	糖分 ^① /%	升酸 幅度	酒精体积 分数/%
原工艺入缸物料	27	56.5	1.6	17.0	—	—	—
原工艺出缸物料	29	64.0	2.9	8.3	0.1	1.3	4.1
新工艺入缸物料	27	57.0	1.7	17.1	—	—	—
新工艺出缸物料	29	64.0	2.7	7.9	0.1	1.0	4.8

① 为质量分数。

(4) 使用效果

① 总酯。成品酒总酯含量为 3.6g/L，比原工艺的产品高 12%。其中乙酸乙酯含量为 188.06mg/100mL，比原工艺的产品高 12%。而乳酸乙酯含量比原工艺的产品高 9%。故相对地提高了“乙乳比”之值，而使成品酒的香味更为谐调。

② 总酸。成品酒总酸含量为 0.62g/L，比原工艺的产品低 9%。即升酸幅度小于原工艺的产品。这是因为：大曲用量减少 4%，带入酒醅中的产酸细菌数也相应减少；加入两种活性干酵母，使其在酒醅中占绝对优势，大大抑制了产酸细菌繁殖、生存和产酸的能力。

③ 原料出酒率。可提高 1.4%。这与上述升酸幅度较小的结果相吻合。

④ 有利于酒质的提高。增强了产品的典型性，使口感更为谐调、绵甜，苦味也有所减轻。该厂的大曲中含有一定量的青霉菌，可能其分解产物及自身孢子是造成原工艺白酒苦味稍重的原因之一。

实践证明：若减大曲而只添加耐高温活性干酵母和糖化酶，则成品酒的总酯和总酸均低于原工艺白酒；虽原料出酒率可提高 1% 以上，但成品酒香气小、酒体欠丰满、口感欠谐调、且后味较淡。若减大曲而在添加耐高温活性干酵母及糖化酶的基础上，再添加较少于耐高温活性干酵母的生香活性干酵母，则成品酒的总酸及总酯含量虽比不加生香活性干酵母高，但均低于原工艺白酒。而采用现

行的新工艺方案，则可取得如上所述的满意结果。

二、以“清蒸二次清”工艺生产清香型大曲老白干酒的实例

以高粱为原料，以大麦加小麦和豌豆制取的中温大曲为糖化发酵剂；采用“清蒸二次清”工艺：大_糙入缸、回酒发酵、蒸取大_糙酒后，加大曲粉入缸发酵、蒸取二_糙酒。酒糟可再加入麴曲、糖化酶、酵母液，进行发酵、蒸取普通白酒后扔糟。大_糙酒和二_糙酒经分级贮存后，勾兑为成品酒。

1. 原辅料处理及物料配比

(1) 原辅料处理

- ① 高粱：粉碎成 4~6 瓣，细粉少于 20%。
- ② 辅料：选取干燥、洁净、不霉烂的稻壳和小米壳，在下游蒸粮时一起清蒸。

(2) 物料配比

- ① 大_糙：高粱 690kg，大曲粉 70kg，稻壳 30kg，小米壳 20kg。
- ② 二_糙：大_糙蒸馏后的全部糟，大曲粉 70kg，稻壳 40kg。
- ③ 回活：二_糙蒸馏后的全部糟，酵母液用粮 10kg 培养成酵母液 40kg，麴曲 30kg。

2. 润料

经粉碎的高粱，加入适量 80℃ 的热水，翻拌均匀后，堆积润料 24h，要求品温最高升至 50℃ 以上；物料水分为 48%~50%；期间须翻料两次。

3. 蒸原料、辅料

(1) 蒸高粱 装甑时，见汽撒料。装满后，泼上适量“蒙头水”，蒸 60min 即可。

(2) 蒸辅料 辅料装于高粱上面。待圆汽后蒸 40min。再出甑、扬凉、装麻袋备用。

4. 出甑、加大曲粉

(1) 出甑 熟料出甑后，加适量 60℃ 热水，使其在入缸时达到预定的含水量。翻拌均匀后，再用人工或机械冷却。

(2) 加大曲粉 待上述物料品温降为 25~30℃ 时, 加入大曲粉翻拌均匀后, 进行堆积。

5. 入缸发酵

将堆积后的物料用扬 糙 机打散。入缸前, 先用清水将陶缸刷洗 1 遍后, 再用花椒水刷洗 1 遍并擦净。大 糙 及二 糙 入缸条件如表 3-11所示。

表 3-11 大 糙 及二 糙 入缸条件

别	春、夏、秋		冬		备 注
	水分/%	品温/℃	水分/%	品温/℃	
大 糙	50~51	12~15	49~50	12~15	夏季入缸品温 比自然温度低 2℃
二 糙	56~58	18~20	56~58	18~20	

物料入缸后, 将 10kg 酒精体积分数为 40% 的酒尾泼入物料。并用塑料薄膜盖严、压实后, 进行为期约 30 天的发酵。

6. 蒸取大 糙 酒

大 糙 出缸后, 拌入规定量的辅料, 拌匀后, 蒸取大 糙 酒。蒸馏操作要求可参见本章第一节汾型大曲白酒生产实例及本章第五节的相关内容。装甑时间为 40min 左右; 流酒时间为 25min 左右; 流酒温度冬季不超过 20℃, 其他季节不超过 30℃。

7. 二 糙 发酵、蒸酒

大 糙 蒸馏、冷却后, 加入大曲粉。入缸条件见表 3-11。经入缸发酵、出缸、加辅料、蒸馏, 得到二 糙 酒。也可将酒糟再加前述糖化发酵剂, 进行发酵、蒸取普通白酒后扔糟。

8. 贮存、勾兑

将上述大 糙 酒及二 糙 酒, 经分级分别贮存 1 年后, 再勾调成酒精体积为 53% 或 47%、37% 的特制老白干酒等产品。

第三节 清香型大曲青稞酒生产技术

青稞又名裸大麦, 是大麦品种的变种, 它与大麦不同的是其籽

粒与颖壳能脱离，即脱粒后不带壳。青稞耐寒性强、生长期短，可种植于海拔 2000m 以上的地区，是青藏高原居民的主要食粮。青稞的有些特征与大麦有相似之处，例如也有四棱、六棱之分。但是，青稞的形状和色泽却多种多样，有黄、褐、紫蓝、黑色和椭圆形、卵形、长形之分；青稞大多为硬质，籽粒的透明玻璃质在 70% 以上；蛋白质含量较高，在 14% 以上，而淀粉含量稍低，为 60% 左右，纤维素含量为 2% 左右。鉴于青稞具有蛋白质含量高、颗粒质地坚硬等特性，在清香型大曲酒生产中，应采取相应的工艺，以保证生产过程的可操作性，以及产品的质量和原料出酒率。并尽可能地选用福 8-4、南繁 3 号、昆仑 11 号等淀粉含量高、蛋白质含量较低的品种为酿酒原料。

清香型大曲青稞酒产于青海、陕西等地，目前生产企业有 30 余家，年产量在 2 万吨以上。那里独特的自然条件具有一定的优势：原料和水的污染程度较小，原料中含有对人体有益的丰富的氨基酸和微量元素，如钼、铬、硒、锌等稀有元素，这些稀有元素使青稞呈现不同的色泽；在生产中，酒醅的发酵品温也较易控制。

清香型大曲青稞酒生产所用的大曲虽为中温大曲。但各厂各产品的大曲原料和制酒原料及其配比却不尽相同；发酵容器有的采用以瓷砖贴面的池子，有的则以水磨石为壁面；制酒大多采用“清蒸四次清”的工艺，还有采用续糟老五甑的工艺，并采用高温堆积等措施的；贮酒方式，有采取三段式的，即前期用陶缸、中期用酒篓、后期用铝罐或不锈钢罐贮酒等。

成品酒的微量成分比较丰富，兼有“酒酿”及“苹果”样香的特点。但其甲醇含量稍多于某些大曲国家名酒。这与青稞含果胶稍多有关，虽然果胶在糊化时已分解一部分，甲醇随废气排除，但还有相当一部分果胶仍进入发酵池被果胶酶等分解成甲醇，一部分甲醇会被蒸入酒中。有的清香型大曲青稞酒，其己酸乙酯含量为 5mg/100mL 左右，而汾酒仅为 0.3mg/100mL 左右；各厂不同产品的“乙乳比”也不尽相同，有的乳酸乙酯含量接近于乙酸乙酯含量，也有一些产品的乳酸乙酯含量是略多于乙酸乙酯的。因而在酒

的风格上也就有些差异。

一、清香型青稞酒大曲制作实例

1. 实例一

(1) 配料 原来以小麦为主，配以一定量的黑燕麦及豌豆，所产的酒风味也很别致；也曾采用过青稞：小麦：豌豆=5：3：2的配比。现为突出青稞酒的风格，故配方改为青稞：豌豆=7：3的比例。因青稞质地较硬、黏结性能较差，故加入一定量的豌豆制成的大曲，曲块结实且透气性能良好，曲心水分也较易排除，避免了产生成曲断面荏口不正以及生成霉苦等邪杂气味的不良现象。

(2) 培曲 原料经粉碎、加水、踩制成坯后，入曲室培养约40天即可。期间最高品温须不超过48℃。若培曲品温太低，则不利于酒醅的低温缓慢发酵。成曲出室后，须贮存3个月后才能使用。

(3) 成曲外观质量指标 要求成曲“白霜满天星”：即曲块横断荏口的菌丝生长均匀且全呈白色似“白霜”；曲块表面有色泽一致的白色斑点，犹如“满天星”之景观。

2. 实例二

(1) 原料配比及粉碎 原料配比为青稞50%，小麦30%，豌豆20%。青稞粉碎成能通过10~18目筛孔的细粉，通过率不能少于70%，冬季可粗些，但筛的规格不能超过23目；小麦及豌豆粉碎后须能通过18~20目的筛。

(2) 制曲坯 拌料的水温，以春、秋季25~30℃，冬季30~35℃为宜。物料加水、拌匀，经压坯机压成曲坯后，含水量以36%~38%为宜，每块重3.5~4.0kg。制曲的时节：在青海川道、高原海南、海北、果洛等曲室无保温设施的地区，以农历5~9月为宜；若有保温设施，则以夏、秋为宜。各季的原料配比相同。

(3) 曲坯入室 传统的曲室为土木结构；新建的多为混凝土砖结构。规格为：长5~6m、宽3.3~4m、高2.5~3m；四壁有易于开闭的门窗，房顶设有气窗或排气孔。

曲坯入室前，先将室温调节为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，夏季以尽可能低些为原则。在地面铺 1 层谷壳或麦壳。曲坯侧置成行，呈品字形。曲坯间距为 5cm、行间距为 $1.5\sim 2\text{cm}$ ，因不同季节而异。层数为 3，层与层之间以竹竿相隔。刚入室的曲坯，应稍事通风，待表面稍风干后，加盖草席或麻袋。因夏季室温较高，故可均匀地往覆盖物上洒些冷水，再关闭门窗。曲坯应 1 次入满曲室，不得分次完成，否则难以管理温度。

(4) 上霉阶段 曲坯入室后 $1\sim 1.5$ 天，即开始上霉、或称“生衣”，所谓“长霉衣”，即曲块表面呈现白色的霉菌菌丝斑点。这时应控制品温，使其缓慢上升。至入室 72h 左右，品温可升至 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，曲块表面呈现根霉菌丝和拟内孢霉的粉状霉点，以及稍大于针头状的乳白色或乳黄色酵母菌落。若最高品温已达预定指标，而曲块表面上霉状况尚欠佳，则可揭去部分覆盖物，以利于散热，并注意保潮，将上霉时间适当延长若干小时，使“上霉”良好。

(5) 晾霉阶段 为期 $2\sim 3$ 天。该阶段的起始品温为 $28\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，甚至 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$ 。期间应通过翻曲、开闭窗户等操作，降低曲块的水分和品温，使表面菌丛不过厚，品温逐次下降至最终为 $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，故称晾霉。开始时，打开门窗，揭去覆盖物，进行第 1 次翻曲，即将上下、内外的曲块调换位置，并增加曲层及曲块的间距，由 3 层增至 4 层。每天翻曲 1 次，第 2 次由 4 层增至 5 层。

晾霉应及时进行：若太迟，则曲块表面菌丛长得太厚、曲皮起皱，使曲块内部水分难以挥发；若过早晾霉，则曲块表面微生物繁殖不充分，而影响向内部正常生长，使曲块不疏松。

(6) 潮火阶段 为期 $4\sim 6$ 天。晾霉后，曲块表面已不黏手，可关闭门窗进入潮火期，因室温高、湿度大，故名。在曲坯入室后第 $5\sim 6$ 天，曲块开始升温。待品温升至 $36\sim 38^{\circ}\text{C}$ 时，可进行第 1 次翻曲，撤去竹竿或苇秆，曲层数由 5 增至 6，排列方式改为人字形，曲块间距增为 6cm。此后隔 1 天翻曲 1 次，第 2 次翻为 7 层，以后再翻时层数不变。潮火期间，每天昼夜窗户两开两闭，即放潮 2 次，品温随之两起两落。品温最终可升至 $42\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。整个阶段要避免较大的对流风。

(7) 大火阶段 因品温可升至整个培曲期内的最高点, 故称大火期; 又因经潮火阶段, 曲块的 $2/3$ 水分区已消除, 曲室湿度明显下降, 故又称干火期。

大火期为 7~8 天。期间微生物继续向曲块内部生长; 水分及热量也继续由里向外发散。仍以开闭门窗等操作调节室内温度、湿度及品温, 品温最高可达 48°C ; 最低最终可降至 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。头 3 天每天品温最高为 $46\sim 48^{\circ}\text{C}$, 每天翻曲 1 次, 并晾曲至 $30\sim 34^{\circ}\text{C}$, 热曲和晾曲时间基本相等, 翻曲操作同潮火期, 但中间应留“火道”, 即仅一端可通行、只够 1 人侧行操作的空道; 后几天因未生长微生物的曲心部位已较小, 故可隔天翻曲 1 次, 适度“多热少晾”, 例如热曲 10h, 晾曲 8h。该期结束时, 已有 $50\%\sim 70\%$ 的曲块成熟。

(8) 后火期 大火期结束后, 曲块断面已只有宽度为 1cm 左右的水分线, 曲心还有些余热, 品温也较高, 故谓转入后火期, 该期为 3~6 天。期间品温由 48°C 下降至最终 33°C 左右。每 2~3 天翻曲 1 次, 但不留“火道”, 并注意“多热少晾”, 例如热曲 10h、晾曲 8h。

(9) 养曲阶段 后火期结束时, 尚有 $10\%\sim 20\%$ 的曲块中心部位存有少量余水, 宜以 3~4 天的时间用温热将其驱散。须注意“多热少晾”: 热曲品温保持 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$; 晾曲品温为 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$, 晾曲时开窗不应过大, 以利于挤出曲心余水。

(10) 出室、贮曲 从曲坯入室至出室, 共需 28~30 天。曲块出室后, 还须贮存半年左右方可使用。贮曲棚以四壁无墙或有 1m 高的半壁为宜, 以利于曲块通风排杂、进行正常范围之内的生物、物理、化学及生化等变化。贮曲时, 要求将曲块码为“人”字形交叉式排列, 层数为 12~13, 曲块间距为 2cm 左右。要求贮曲后, 糖化力下降 60% 左右, 发酵力无明显变化。

3. 实例三

(1) 原料配比 青稞 70%, 豌豆 30%。混合后粉碎成能通过 60 目筛者占 30%。加水拌匀后水分为 53%。成品酒独特的风格与制曲原料特殊的配方不无关系。

(2) 培曲 曲坯由机械压制而成。

① 培曲过程的特点。该青稞大曲不同于大麦曲和小麦曲，由于青稞含蛋白质较多，加之青海地处高原、气候干燥、早晚温差大，故曲室湿度较低；曲块升温较快，通常在夏季曲坯入室后的第3~4天，冬季在第10~12天，曲心温度就可高达58℃；由于水分挥发量大，故最高品温的持续时间也较短，曲块的成熟期也早于其他原料大曲；但该曲的半成品的水分却高于其他原料大曲，这在一定程度上对延缓曲块水分的过早挥发起到一定的作用。

② 培曲过程中的温度管理。在培曲过程中，青稞大曲以保温、保潮为主，故翻曲次数较少，着重于“堆”，以利于微生物繁殖。整个培曲过程中的温度管理状况，如表3-12所示。

表 3-12 整个培曲过程中的温度管理状况

天 数	翻曲次数,层数	室温/℃	曲间温度/℃	曲心温度/℃
1	入室,3层	8	13	13
2	第1次,3层	25	28	35
3	—	30	35	47
4	—	34	43	58
5	第2次,4层	31	41	56
6	—	27	33	53
7	—	20	28	51
8	第3次,5层	21	29	47
9	—	18	26	37
10	—	16	20	31
11	—	15	19	28
12	—	12	19	23
13	第4次,6层	12	16	20
14	—	13	17	18
15	—	13	16	18
16	—	12	15	18
17	—	12	14	17
18	—	11	13	15
19	第5次,7层	10	12	13
20	堆曲	11	13	14
21	—	11	12	15
22	—	12	12	14
23	—	11	12	13
24	—	10	11	13
25	—	9	10	13
26	出室	9	10	12

(3) 贮曲 贮曲 2 个月后, 即可使用。

(4) 成曲质量指标

① 感官指标。外表光滑, 皮薄无黄斑; 茬口呈灰白色; 无不良气味。

② 生化指标。糖化力在 800U/g 以上。实测结果平均为 1000U/g。

用该曲酿制的青稞酒清香纯正、余味爽净。若加温后饮用, 则口感更为清雅柔顺, 饮后余香清爽, 呈特有的青稞香气。

二、清香型大曲青稞酒制酒技术实例

1. 实例一

制曲工艺见本节一、1。

(1) 原料 青稞用辊式粉碎机粉碎成 4~6 瓣后, 再加水润料、蒸煮、扬冷、加曲、入池。

(2) 物料入池 发酵池用瓷砖贴壁。

① 入池条件。须采用低温低水分的入池条件, 尤其是大_糙和二_糙的粮醅: 大_糙入池淀粉浓度为 35%, 水分为 42%, 酸度仅为 0.2, 入池品温冬季为 20℃, 春、秋为 15℃, 夏季为 12℃; 二_糙入池水分为 48%, 酸度控制在 1.5 以下, 入池品温比大_糙高 1~2℃; 三_糙入池水分为 52%, 四_糙入池水分为 58%, 三_糙和四_糙的入池品温可相当于二_糙。

② 低温、低水分入池的好处。采取低温、低水分入池的措施, 可使酒醅进行低温缓慢发酵和定温顶火, 即最高品温可控制在预定的范围内。主要有如下 3 点好处。

a. 有利于控制杂醇油的产生和避免邪杂味的生成。因为原料蛋白质含量高、发酵温度高、促使酵母早衰自溶, 会生成较多量的杂醇油; 若品温过高, 则蛋白质还易被细菌等微生物大量分解成不良成分, 给成品酒带来严重的邪杂味。

b. 有利于醇甜成分的生成。酒中的甘油等多元醇是醇甜成分, 酵母在低温条件下、尤其在发酵后期才生成多量的多元醇。若入池

品温较高,则酒醅升温猛、酵母过早衰老,则生成的多元醇较少,使酒缺乏绵甜感。

c. 有利于控制酒醅酸度。若始温高,则必然升温快猛、顶温较高,为产酸细菌的繁殖和产酸创造了条件。当酒醅酸度较高时,也易使淀粉酶钝化而使酒醅发黏、影响糖化和酵母发酵的正常进行。

总之,若物料入池温度过高或水分太大,则酒醅必然升温猛而高,易导致酒醅酸度过高、发黏、糖化和发酵难以进行,甚至出现倒池现象,也不利于出池、蒸馏等操作,并影响下一轮发酵。

(3) 采用“清蒸四次清”的工艺 针对青稞质地坚硬等特性,采用“清蒸四次清”的生产工艺路线;并实施“养大_糙、保二_糙、挤三_糙、追四_糙”的原则。发酵期为 25 天左右。

① 养大_糙。根据大_糙为纯粮发酵而淀粉浓度高、酸度低,以及青稞易使酒醅发黏等因素,必须低温低水分入池。原料粉碎较粗。大曲粉用量为 8%~9%。进行低温缓慢发酵,控制酒醅生成多量的酸,并防止酒醅发黏。

② 保二_糙。大_糙出池时已有一定酸度,须尽可能地在蒸馏后开大汽排酸;并使用适量经清蒸的辅料稀释酸度,使二_糙的入池酸度不超过 1.5;还可加入 10%左右的清蒸青稞,以降低物料的入池酸度并调节水分,但采用此法所产的酒生粮味较重,且三_糙和四_糙发酵也不易彻底。

③ 挤三_糙、保四_糙。都是指在酒醅的酸度高且发黏的情况下,可适当提高入池温度和水分,尽量使残余淀粉糖化、发酵成酒。但在挤三_糙时,也不能使入池品温过高,以免前火猛、升温高而使酒醅酸度大幅度地上升,影响本排和下排产酒。

(4) 产品感官特征及成分分析

① 感官特征

a. 外观。清澈透明。

b. 香气。清香纯正悠长,远闻似“酒酿”,近闻如“苹果”。放香明显,饮后有余香感。

c. 口味。入口绵甜柔和,醇厚而不腻。

d. 酒体。丰满可人。

e. 风格。成品酒主要由贮存后的大糙酒、二糙酒和三糙酒以一定比例勾兑而成，四糙酒用量极少。故酒体兼大糙酒的清香纯正、二糙酒的绵甜柔和、三糙酒醇厚丰满的特点，保持了清香型白酒的风格。这与采用中温大曲及清蒸清烧的工艺路线是分不开的。但又因大曲配料、制酒原料、发酵容器及多轮次发酵的特点，故成品酒的微量成分比较丰富，具有自身的特点。

② 成分分析。该酒的香味成分及其量比关系，有如下几个特点。

a. 酯类。乙酸乙酯及乳酸乙酯为该酒的主体香成分。而乙酸乙酯含量略多于乳酸乙酯，乳酸乙酯含量为总酯的45%：总酯为509.3mg/mL，乙酸乙酯为272.4mg/100mL，乳酸乙酯为227.0mg/100mL，己酸乙酯为3.7mg/100mL，丁酸乙酯为5.5mg/100mL。这是它与汾型大曲白酒、浓香型及酱香型大曲名酒的不同之处，也是赋予青稞酒口味醇厚丰满的主要因素之一。

b. 酸类。与酯类相应，该酒的乙酸和乳酸的含量也相近。这2种酸的含量占总酸的90%以上。这也是它与汾型大曲白酒等产品的相异之点。如总酸为179.81mg/100mL，乙酸为82.2mg/100mL，乳酸为84.64mg/100mL，己酸为1.68mg/100mL，丁酸为4.36mg/100mL。这种独特的有机酸量比关系，同样也是构成本产品香味、风格的重要因素。

c. 醇类。由于采用低温入池、量质摘酒、分级贮存等工艺，故成品酒的杂醇油含量较低，且主要为正丙醇、异戊醇、异丁醇。这点则与各种大曲名酒相似。当然，适量的杂醇油也是烘托主体香和组成口味的必要成分。

2. 实例二

采用“清蒸四次清”工艺。故工艺特征与实例一相同，即须“养大糙、保二糙、挤三糙、追四糙”。

(1) 原料及其处理 为改善产品风味，原料为青稞、高粱各50%。原料经除杂后粉碎成4~8瓣。若粉碎过细，则酒醅黏度大，会严重影响酒质及出酒率。

- (2) 润料 原料加适量 30℃ 的水拌匀后, 堆积润料 12h 左右。
- (3) 蒸料 蒸料时间: 从装完甑算起, 约需 80min。要求熟料熟而不黏, 内无生心。

(4) 加水、扬晾 熟料出甑、趁热堆成长条形, 加入原料量 28% 左右的冷水, 加水量视熟料的干湿程度而定。再翻料使其冷却至 20℃ 左右。

(5) 加大曲、糖化酶、活性干酵母 大_糖 用的大曲粉碎成大者如豌豆、小者如绿豆, 能通过 1.2mm 筛孔的细粉不多于 55%; 二_糖 用大曲粉碎成大者如绿豆, 小者如大米粒; 三、四_糖 用的大曲, 粉碎得更细。大曲粉碎度还与气候有关: 夏季可粗些, 以免发酵时升温过快; 冬季应细些。加糖化发酵剂时, 品温控制为 19℃ 左右。

(6) 入池发酵 发酵池壁为水磨石; 其规格为深×长×宽=2cm×2.2cm×1.8cm。入池品温: 各_糖 活不同, 大_糖 因入池淀粉浓度高而采取 15℃ 左右的品温入池; 二、三、四_糖 因淀粉浓度逐次下降, 故入池品温也须相应下降, 但不宜高于 20℃。

池中各个部位, 糖化酶的用量不同: 池顶的糖化酶用量较多, 池底较少, 以提高其利用率, 以免糖化酶随黄水流失。辅料用量则池底多于池顶: 一方面利于发酵池保温; 另一方面也利于酒醅疏松, 易于使黄水顺利地流入黄水区。

整个发酵过程的品温的管理, 应遵循“前缓、中挺、后缓落”的原则。

(7) 蒸馏 装甑要求同汾型大曲酒。流酒温度为 25℃ 左右。

三、清香型大曲青稞酒生产中应用活性干酵母的实例

1. 实例一

酿酒工艺见本节二、1。将耐高温活性干酵母应用于不同_糖 次中, 以相同的加曲量、入池条件, 以及添加酵母数相同的大缸酒母_糖 活为对照, 取得了较好的效果。现仅将在二_糖 发酵中使用情况综述如下。

(1) 耐高温活性干酵母的复水活化 在浓度为 1% 的 38℃ 糖液

中,加入耐高温活性干酵母,搅拌均匀后静置 40min; 再在 28~30℃ 下,静置 1h、搅拌均匀后即可使用。

(2) 入池条件及出池酒醅状况

① 入池条件为品温 18℃、水分 57%、酸度 1.6、淀粉浓度 17%、酒醅重量为 1020kg。

② 出池酒醅状况

a. 使用耐高温活性干酵母酒醅。品温为 32℃, 水分为 63%, 酸度为 2.1, 淀粉浓度为 8.3%, 酒精体积分数为 5.6%。

b. 对照酒醅。品温为 32℃, 水分为 61%, 酸度为 2.2, 淀粉浓度为 9.4%, 酒精体积分数为 4.4%。

(3) 使用效果

① 原料出酒率提高 10%左右。

② 产酸、酯状况: 增酸幅度低于对照酒醅, 故有利于安全度夏; 产酯量较多, 酒中乙酸乙酯含量为 115.3mg/100mL, 乳酸乙酯含量为 188.7mg/100mL, 而对照酒样的乙酸乙酯含量为 101.1mg/100mL, 乳酸乙酯含量为 160.4mg/100mL。

(4) 注意事项

① 使用耐高温活性干酵母的粮醅, 入池水分应比对照粮醅高约 2%。

② 当炎热季节, 在耐高活性干酵母活化时, 应掌握好品温; 在使用时, 要搅拌均匀, 不能有结块现象, 以免影响使用效果。

2. 实例二

制大曲工艺参见本节一、3.; 制酒采用“清蒸四次清”工艺。原来只使用耐高温活性干酵母和糖化酶并减少部分大曲用量, 提高了原料出酒率, 但因减曲而使成品酒的酯含量有所下降; 为进一步保证产品质量, 又采用了增添生香活性干酵母的新工艺, 对提高产品质量和出酒率均有良好效果。

(1) 材料

① 大曲 糖化力为 800~900U/g, 水分低于 12%。

② 糖化酶 糖化力为 50000U/g。

③ 耐高温活性干酵母及生香活性干酵母均产自宜昌食用酵母基地。

(2) 新工艺方案 原工艺配料为：原料 1500kg、大曲 120kg、糖化酶 0.5kg、耐高温活性干酵母 1kg。新工艺在原工艺配料的基础上，增添生香活性干酵母 1.5kg。

先将耐高温活性干酵母、生香活性干酵母、糖化酶用 10 倍量 37~40℃ 的水活化 1h 后，连同大曲粉加入扬冷的粮醅中，翻拌均匀后，入池发酵 25 天、出池蒸馏、分析、品评。

物料的入池、出池状况，如表 3-13、表 3-14 所示。

表 3-13 物料入池状况

项 目	大 糖		二 糖		三 糖		四 糖	
	新方案	原方案	新方案	原方案	新方案	原方案	新方案	原方案
品温/℃	16	17	15	16	15	14	17	16
水分/%	52	53	59	58	62	63	65	64
淀粉/%	32	31	25	24	19	18	10	11
酸度/mg·100g	0.1	0.1	0.8	0.7	0.9	1.0	1.2	1.1

表 3-14 物料出池状况

项 目	大 糖		二 糖		三 糖		四 糖	
	新工艺	原工艺	新工艺	原工艺	新工艺	原工艺	新工艺	原工艺
品温/℃	29	31	31	30	32	28	30	32
水分/%	58	56	60	61	62	61	67	65
淀粉/%	24	24	20	19	13	14	7	6
酸度/mg·100g	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.3
酒精体积%	8.4	7.8	7.9	8.0	6.5	6.2	5.5	5.3
产酒/kg	213	207	221	214	125	114	39	43

(3) 效果

① 品评效果。采用新工艺的成品酒，无论在香气和口感上，均优于原工艺产品。

② 化验结果。出酒率提高；总酯增加，并使“乙乳比”更为合理、协调；总酸略有增加，这对成品酒的酸酯平衡、改善香味，

均有良好效果。成品酒主要香味成分状况，如表 3-15 所示。酒精体积分数为 60%。

表 3-15 成品酒主要香味成分状况 单位：mg/100mL

项 目	大 糖		二 糖		三 糖		四 糖	
	新工艺	原工艺	新工艺	原工艺	新工艺	原工艺	新工艺	原工艺
总酯	340	280	360	270	280	260	240	230
乙酸乙酯	198	182	218	196	176	173	162	161
乳酸乙酯	74	163	198	176	153	150	151	148
总酸	71	63	78	71	90	97	130	120
乙醛	38	37	42	39	46	48	48	48
正丙醇	81	67	76	73	75	73	67	68
仲丁醇	22	24	16	16	15	16	15	17
异丁醇	76	79	64	65	74	73	74	72

从表 3-15 可见，生香活性干酵母使用于大糖、二糖发酵的效果很明显；而对三糖、四糖的作用则不大明显。因此，使用生香活性干酵母，在提高原料出酒率及产品质量的前提下，对生香活性干酵母的用量及最佳发酵期的确定等方面，还须进一步研究。

3. 实例三

制大曲及制酒工艺同实例二。采用减少大曲用量而添加耐高温活性干酵母、生香活性干酵母、液体糖化酶的新工艺，取得了良好的效果。

(1) 糖化发酵剂及其处理

① 大曲。糖化力在 800U/g 以上。经粉碎后备用。

② 液体糖化酶。该厂自制。糖化力在 8000U/g 以上。存放时间不宜过长，以免酶活力下降而影响用量和使用效果。

③ 耐高温活性干酵母。产自湖北安琪生物集团。将其溶于 10~15 倍的自来水中，用热水调温至 38~40℃，复水 30min 后，再降温至 34℃ 以下，活化 60min。

④ 生香活性干酵母。产于湖北安琪生物集团。将其溶于 10 倍的自来水中，用热水调温至 37~40℃，复水 30min 后，降温至 34℃ 以下，活化 90min。

对上述 2 种活性干酵母的复水活化，一定要掌握好温度和时间：复水 30min，须降温至 34℃ 或更低一些，进行活化，否则酵母会降低出芽率、衰老、自溶；活化时间可根据活化过程中酵母的变化状况灵活掌握，但须认真观测，否则会影响其用量及发酵效果。

(2) 使用方法 将上述糖化发酵剂与粮醅充分混合后，入池发酵。配料和物料入池及出池时的状况，如表 3-16、表 3-17、表 3-18 所示。

表 3-16 配料状况 单位：kg

项 目	原 料	大 曲	耐高温活性干酵母	生香活性干酵母	液体糖化酶
原工艺	3000	350	—	—	—
新工艺	3000	270	0.75	3.0	19

表 3-17 物料入池时的状况

项 目	温度/℃	水分/%	淀粉/%	酸度/mg·100mL ⁻¹
原工艺	16	59	18.6	1.7
新工艺	16	60	18.0	1.7

表 3-18 物料出池时的状况

项 目	温度/℃	水分/%	淀粉/%	酸度/mg·100mL ⁻¹	原料出酒率/%
原工艺	30.5	64	9.6	2.2	40.7
新工艺	31.5	65	8.7	1.9	44.1

(3) 使用效果

① 成品酒感官评定。清香纯正、入口绵甜、诸味谐调、酒体丰满、后味爽净。克服了原工艺成品酒后味略苦的缺点。

② 成品酒化验结果。如表 3-19 所示。

表 3-19 成品酒化验结果

单位：mg/100mL

项 目	总酯	乙酸乙酯	乳酸乙酯	总酸	乙醛	杂醇油	酒精体积分数/%
原工艺酒	320	145	198	68	50	68	60
新工艺酒	370	197	169	75	43	73	60

从表 3-19 可见,采用新工艺生产的成品酒,总酯含量比原工艺酒提高了 15.6%。其中乙酸乙酯提高 35.9%;而乳酸乙酯含量则下降了 17%。这样使乙酸乙酯与乳酸乙酯的含量更为协调、主体香气更为明显,口感更为柔顺。

③ 原料出酒率提高 8.35%;生产成本及能耗有所降低。

第四节 其他清香型大曲酒生产实例

一、台湾省清香型大曲酒生产实例

1. 台北清香型大曲酒传统生产技术

台湾省的白酒消费者,习惯于饮用清香型酒品。台北嘉义酒厂,创始于 1939 年 11 月。当时年产量仅为 10000kg;而在 1960 年底,年产量已达 7200000kg。该厂生产的清香型大曲酒,也是双鹿五加皮、玫瑰露等产品的基酒。

(1) 制大曲 因台湾省产大麦及豆类较少,故制大曲原料全用小麦。制曲时间为阴历 3~8 月,因那时气候较为适宜。

① 制坯。将经粉碎的原料与一定量的水在大铁锅中混合均匀后,再以定量装入曲模,用脚踏成砖形、运至曲房。制坯时不加种曲。

② 曲坯入房。曲房为砖木结构的平房,每间前后各有一窗,可以开闭。在地上铺厚约 3.3cm 的高粱叶或黍壳,上置曲坯 3 层,各层之间用高粱秆相隔,曲间距为 7~8cm。每间可容纳 5000~6000 块曲坯。

③ 第 1 次翻曲。曲坯入房后,即关闭门窗。随着微生物的生长,室温逐渐上升。通常在第 2 天就可见曲块表面长有白色菌丝。这时即可进行第 1 次翻曲,上下至换位置。

④ 第 2 次翻曲。至第 3 天,曲块表面菌丝发育更为明显,品温也更增高。即可再次翻曲,上下颠倒,并改为 4 层。

⑤ 以后的管理。此后继续视品温状况进行翻曲、改层,并以

窗子的开闭程度调节室温。至第6天，已增为8层，曲间距也渐增至约17cm。以后翻曲时，则层数不变。在第7~10天之间，品温达最高点，为50℃左右。以后品温逐渐下降，曲块水分逐渐挥发，只须调节室温即可，不必再翻曲。自曲坯入房至出房，需约20天。可贮存备用或待售。

⑥ 优质成曲的指标。表面有多数白色斑点；曲皮（指坚硬的表皮）应较薄；断面应呈白色，俗名“清茬”；曲心应挂“金耳”，即在曲块中心附近的一侧，应有红黄杂以白点的耳状痕迹，但若过多则反而为劣曲。又有下列情形者，也为劣曲：曲块中部呈褐色，这是品温过高的缘故；靠近窗子的曲块，若操作不当，则易“伤风”而生红心或红圈，酶活力较低；曲块内某部位残留水分，而呈灰色，则品质最劣；闻时无清香气味，而呈霉或臭气味者。

（2）糖化、发酵、蒸馏 采用混蒸续_糟老五甑法。第1批投产时，将粉碎成三、四瓣的高粱碎粒，拌以约等量的水，堆积至次日入甑蒸熟后，冷却、加曲、糖化发酵。正常运作时，将俗称为“_糟子”的高粱碎粒，与发酵成熟的酒醅混合后，入甑蒸馏。待酒液完全馏出后，再用大汽将高粱蒸一定时间而充分蒸熟。然后将物料出甑、冷却至35℃左右时，即可加大曲粉拌匀、入缸或池进行糖化发酵。如此循环不已。

① 糖化发酵容器。可用高1m、上口内径64cm、下底内径40cm的陶缸，埋于地下，缸口与地相平；也可用长2~2.7m、宽0.8~1.3m、深1.8~2.5m的砖池，也位于地下。所需缸或池的数量，以每10天循环1次为依据。

② 糖化发酵过程。其速度因季节而异，通常在第3天酒醅的糖度可达最高点；在第6~7天时，酒精发酵最为旺盛，品温可高达35~40℃。此后发酵渐趋缓慢，到第9~10天时发酵结束。酒醅的酒精体积分数，第3天时为3%~4%；发酵结束时达6%左右，酸的含量以乳酸计，可达2%以上。检查酒醅的发酵状况，通常以铁棒插入酒醅再拔出，从此铁棒留下的孔穴闻酒醅内部的香气

予以判断。

③ 连续循环运作举例。例如投产时以糙子 1613kg 为原料，加入 70~80℃ 的热水 900kg，充分混合后，使品温为 37℃。再将物料堆成长丘形，并盖上草席。约 7h 后，品温达 45℃，此时翻拌 1 次，继续堆积至次日早晨为止，原料已充分吸水而变软。再将物料分为 2 甑，各蒸 1h 后，出甑冷却。每一甑熟料加入 180L 水，并翻拌均匀。待品温降为 35℃ 左右时，每甑熟料加入 55 块大曲的曲粉，混合均匀后，移入发酵容器，上面撒 1 层小米壳，并以泥密封。发酵 8~10 天后，取出酒醅，混以新糙子 1000kg，分 3 甑进行蒸馏、蒸粮。再将物料出甑、翻拌冷却至适当温度时，混入 145 块大曲的曲粉，分入 2 个发酵容器，进行第 2 轮发酵，与第 1 次发酵一样，经 8~10 天后，即为第 2 轮成熟酒醅。再将其分为 4 甑物料，其中 1 甑物料不加新糙子，另 3 甑物料共加入新糙子 874kg。这 4 甑物料蒸馏、蒸粮并冷却后，4 甑物料共加入 130 块大曲的曲粉。再经 8~10 天发酵后，成为第 3 轮成熟酒醅。将其中上次不加新糙子而只加大曲粉的 1 甑酒醅单独进行蒸馏，因此酒醅较黏软，故须在蒸馏前加入少量稻壳，使之疏松而易于透过蒸汽，蒸馏后则为酒糟，可用作饲料。其余 3 甑酒醅则分为 4 甑物料，其中 1 甑物料不加新糙子，另外 3 甑物料共加 874kg 新糙子，4 甑物料进行蒸馏、蒸粮，出甑冷却后，共加入 130 块大曲的曲粉。再进行发酵后，成为第 4 轮成熟酒醅。再如同第 3 轮成熟酒醅那样，往下进行操作。从第 5 轮发酵起，操作同第 4 轮酒醅。如此循环不断。即发酵容器中总是有 4 甑酒醅，蒸馏、蒸粮时总是蒸 5 甑物料，其中 1 甑物料蒸馏后作为饲料。

蒸馏和蒸粮每次约 1h。最初的馏出液，酒精体积分数约为 83%，最终为 43%，平均为 60%。此后的馏出液，作为酒尾接取，直至酒精全部蒸出。酒尾可在下次蒸馏时，注入底锅，进行复蒸。

(3) 成品酒 高粱 900kg、大曲 188kg，可制取酒精体积分数为 65% 的清香型大曲高粱酒约 300kg，湿酒糟 1080~1200kg。

成品酒的一般成分为：密度 0.903，总酸以乙酸计为 0.0618%，酒精体积分数为 64.58%，总酯以乙酸乙酯计为 0.2531%，乙醛为 0.0956%，杂醇油为 0.4320%，浸出物为 0.0029%，糠醛为 0.0038%。

2. 台北清香型大曲酒机械化生产技术

嘉义酒厂对清香型大曲酒的生产进行不断研究改进，虽然基本工序与传统技术相似，但多改用机械操作，效果良好，且原料利用率也有所提高。现将其主要的改进之处略述如下。

(1) 制大曲

① 制坯。原料仍全用小麦，其粉碎度以筛的标准表示：即大于 24 目筛孔者 40%、小于 35 目筛孔者 41%，介于上述两者之间的占 19% 为最适宜。原料的加水量应以曲坯的含水量 37%~38% 为准，故须先知小麦原有的水分。加水由机械和匀后、装入圆形的曲模，用压坯机压成直径为 25cm、厚 9cm、重 5kg、中心有直径为 2.5cm 圆孔的曲坯，以利于操作和使微生物均匀繁殖，并保证成曲的质量。

② 培曲。曲坯分置于 4 层架子上。头 3 天须关闭门窗，相对湿度保持为 80%~90%。待品温升至 37~40℃ 时，可开启门窗调节室温，并进行第 1 次翻曲，这时丝状菌在曲块表面随着水分的挥发而形成大量孢子，并逐渐形成坚韧的外皮，可防止外界杂菌侵入，并使内部水分不至于迅速挥发。自第 6~15 天之间，微生物逐渐向内部繁殖，这时品温应保持在 35~43℃ 之间，可随时将曲块翻转或竖立，或调整曲块间距。第 14 天之后，品温上升至 47~50℃，约持续 1 周，待品温开始下降时，可关闭门窗，保持品温与室温之差为 4℃ 左右，这时微生物已充分繁殖，可逐渐干燥、成熟后，列置于空气流通的曲库中，贮存备用。

(2) 制酒 高粱先经洗涤后用冷水浸泡，夏季需 3~4 天，冬季为 4~5 天，期间换水 1 次。蒸粮采用不锈钢网制成输送带的连续式蒸煮机，其长 12m、宽 1.5m，每小时可蒸粮 1000kg，共分 9 节，在第 2~9 节通入压力为 0.2MPa 的蒸汽，共蒸经

70min 后，落入焖饭箱保持 10~20min，使其颗粒裂开、内部均匀吸收水分后，经与蒸煮机相似的连续式冷却机，以冷风冷却至加曲温度。

熟料的加曲量为高粱的 15%~17%，大曲经粉碎后与冷却的熟料拌和均匀，即可由机械输入经洗净、吹干并撒以少量大曲粉的发酵池中，压紧、上盖塑料薄膜密封。1~2 天后，可翻醅 1 次，以供给空气，促使微生物繁殖。再予密封，进行发酵。发酵品温以 25~30℃ 为宜，在第 5~6 天时，最高品温可达 40~43℃。整个发酵周期为：夏季 14~16 天，冬季 16~20 天。

有关原料和酒醅的蒸煮、蒸馏、发酵顺序，大体上与传统技术相似，即同一原料均须经 3 次发酵。改进后的蒸馏及冷凝装置，也较合理，所有装卸等操作，都使用机械来完成。最先馏出酒精体积分数为 70% 以上的酒液，称为大曲酒的原酒；酒精体积分数为 60%~70% 者，称为普通高粱酒的原酒。成品酒的收获率，可达理论值的 62.52%，而采用传统技术者，仅为 44% 而已。

(3) 成品酒的成分 如表 3-20 所示。

表 3-20 成品酒成分			单位：%
项 目	大曲酒	普通高粱酒	备 注
酒精	66.250	60.200	以体积分数计
总酸	0.056	0.063	以乙酸计
总酯	0.320	0.290	以乙酸乙酯计
总醛	0.048	0.024	以乙醛计
杂醇油	0.250	0.270	—
密度	0.899	0.913	

3. 台湾省金门清香型大曲酒质量浅析

金门岛生产的白酒以清香型大曲高粱酒为主。四川酿酒研究所曾对该酒进行了品评和化验，现将结果简略转述如下，供参考。

(1) 品评结果 以酒精体积为 54% 的宝丰大曲酒、特制黄鹤楼大曲酒，以及酒精体积分数为 60% 的双优永川小曲酒作对比试样。品评者综合意见：金门清香型大曲酒无色透明、清香纯正、放香较明显、落口醇和、诸味谐调、余味较爽净。其放香接近于上述

清香型大曲酒；而余味则接近于上述清香型小曲酒，无疑应属清香型大曲优质白酒之列。

(2) 化验结果 该酒为容量 (600 ± 10) mL 的瓶装酒，化验结果如表 3-21 所示。

表 3-21 金门清香型大曲酒成分 单位：mg/100mL

成 分	含 量	成 分	含 量
酒精体积分数/%	67~69	亚油酸乙酯	2.14
总酸(以乙酸计)	83	乙醛	11.90
乙酸乙酯	224.6	乙缩醛	14.24
乳酸乙酯	49.55	糠醛	14.38
己酸乙酯	痕量	甲醇	8.31
丁酸乙酯	痕量	正丙醇	168.7
戊酸乙酯	9.20	仲丁醇	16.59
丁二酸二乙酯	0.41	异丁醇	23.15
苯乙酸乙酯	痕量	异戊醇	62.12
月桂酸乙酯	0.10	正丁醇	1.07
肉豆蔻酸乙酯	0.07	庚醇	0.38
棕榈酸乙酯	2.63	2,3-丁二醇	2.52
油酸乙酯	1.45	β -苯乙醇	0.67

从表 3-21 可见，金门清香型大曲酒的香味成分，总的状况与别的清香型大曲酒近似。但又有其个性特点：乙酸乙酯含量相对为高，乳酸乙酯含量相对为低，即“乙乳比”值较大，戊酸乙酯含量高于一般清香型大曲酒；正丙醇及糠醛含量较高。

该酒虽酒度较高，但无一般高度白酒的冲辣味，这与生产工艺是分不开的，也是它能畅销台湾省及东南亚等地的优势所在，值得分析研究。1 瓶金门清香型大曲酒的售价为人民币 100 元以上。

又，金门某清香型大曲酒的化验结果为：酒精体积分数 58.4%，以乙酸计的总酸为 1.66g/L，总酯为 3.30g/L，甲醇为 0.1g/L，杂醇油为 0.8g/L。而在国家标准 GB 10781.2—89 中规定：清香型优级白酒的总酸（以乙酸计）为 0.4~0.8g/L；清香型一级白酒的总酸为 0.35~1.10g/L；清香型二级白酒的总酸为 0.30~1.40g/L。其上限值均低于上述金门产品。可见台湾省的白酒消费者是喜欢饮用酸度较高的酒品的，这可能与当地的气候

有关。

4. 台湾省某公司的清香型大曲白酒质量标准
如表 3-22 所示。

表 3-22 台湾省某公司的清香型大曲白酒质量标准 单位：g/L

产品酒度	38	52	58
酒精体积分数/%	38±1	52±1	58±1
总酸	≥0.7	≥0.9	≥1.0
总酯	≥2.2	≥3.1	≥3.3
甲醇	<0.4	<0.4	<0.4
杂醇油	<2.0	<2.0	<2.0

从表 3-22 可见，台湾省某公司的清香型大曲白酒质量标准中规定的甲醇和杂醇油的指标，是与国家标准 GB 2757—81 及 GB 10781.2—89 相一致的；但与国家标准不同的是，总酸及总酯均只规定下限，而不规定上限。对此，有的专家提出，国家标准中对清香型白酒总酸、总酯的规定是否合适尚需深入探讨。

二、闽南清香型大曲白酒生产技术实例

这里所说的闽南大曲，比一般清香型大曲小得多，甚至小于通常被称为小曲的玉冰烧酒曲：其规格为长×宽×高=12.0cm×9.5cm×5.0cm，质量为 300g；而汾酒大曲规格为长×宽×高=17.3cm×17.3cm×5.3cm，质量为 1867g；玉冰烧酒曲规格为长×宽×高=20cm×20cm×3cm，质量为 500g。当然，在广东人们也称玉冰烧酒曲为酒饼或“大曲”。因此，有时人们对大曲与小曲乃至散曲的概念有些模糊。其实，目前还没有明文规定大曲与小曲的尺寸和质量界限。看待一种曲是大曲还是小曲，还应从制曲原料等方面去考察。至于用某种曲做成的白酒属于何种香型，则应从制酒原料、工艺及产品风格和主体香成分等方面去评定。通常认为清香型大曲白酒中的乙酸乙酯含量要多于乳酸乙酯，但实际上有些清香型大曲酒的乙酸乙酯含量是少于乳酸乙酯的。那是否应列为米香型白酒呢？不！因为米香型白酒是以大米为原料的，它所含的 β -苯乙

醇也是特征性成分,故具有蜜香和清雅的香气。例如桂林的三花酒中的乳酸乙酯含量占总酯的73%左右, β -苯乙醇高达3.32mg/L,故其香型有别于清香型大曲白酒。闽南清香型大曲酒的乳酸乙酯含量也较多,但它以高粱为原料,采用的生产工艺也与米香型白酒大不相同,故仍可认为是清香型大曲白酒,特此说明。

从20世纪90年代起,台商纷纷到福建办清香型大曲白酒厂,其产品大多销于台湾省和福建省。其实,闽台两地的清香型大曲白酒生产技术,源于同一老前辈。据说在20世纪40年代,天津某两兄弟带着酿酒技术,分头到台湾省金门和福建省厦门建厂,生产清香型大曲高粱酒。两地经60年后,虽然各自在白酒生产工艺上均有所改进,但产品风格仍基本相似。现参考张和笙先生等的有关报道,择要将闽南清香型大曲高粱白酒的生产工艺及产品风格综述如下,以弥补已出版的白酒书籍在这方面内容的欠缺。

1. 制曲

不像台北酒厂那样使用纯天然大曲,而是接入人工培养的纯种根霉和酵母的“强化大曲”,培曲周期也短于台北酒厂。

(1) 原料配比及其处理 大麦49%~50%、小麦36%~38%、豌豆12%~14%。混合后再粉碎,粉碎度要求能通过20目筛孔的细粉约占25%。

(2) 根霉及酵母的扩培

① 试管原种转接、培养。将0.06648g/mL(6.5°Bx)的米曲汁加约3%琼脂的培养基分装试管、间歇杀菌2次,每次40min。放置呈斜面并经考察后,分别接入根霉、酵母原种,在30℃下培养72h、备用。

② 根霉米粉种子扩培。取所需量的大米粉,经干蒸1h后,加入米粉质量25%~30%的无菌水、拌匀、装三角瓶、塞好棉塞、包扎牛皮纸、常压蒸汽灭菌1h。放冷后接入试管根霉菌种,搅拌均匀。再在30~32℃下培养72h、备用。

将曲料质量5%~5.5%的米粉,分装面盆后,上盖、常压蒸汽灭菌1.5h、冷却、接入上述三角瓶根霉种子、搅拌均匀后,在

30~32℃下，培养 24h 即可。

③ 酵母三角瓶种子扩培。曲料加入 0.3% 的米曲汁，拌匀后分装三角瓶、塞好棉塞、包扎牛皮纸、常压蒸汽间歇杀菌 2 次，每次 40min。放冷后，接入上述试管酵母菌种，在 28~30℃ 下培养 72h 即可。

(3) 制曲坯 曲料加入 37%~40% 的水、接入上述面盆根霉种子及三角瓶酵母种子，拌匀后，用压曲机装入曲模并压成曲坯。要求外形整齐、表面光滑、四角无缺、软硬适度而结实，厚薄一致，水分均匀。也可在曲坯中央冲 1 个直径为 2cm 的圆孔。制好的曲坯，可分装于曲盒内。

(4) 培曲 培曲品温最高不超过 45℃，为中温大曲。

① 前期管理。将曲盒在曲架上排列为 3~4 层，室温调整为 30~33℃、干湿球温度差为 1℃ 左右。在夏秋，经 10~13h、冬、春需 16~18h 后，曲块表面已生长菌丝。待品温升至 36~38℃ 时，可进行调盒，调换上下层位置。此后，品温又回升至 36~38℃ 时，曲块表面已均匀地长满菌丝。以后可分次开天窗，以调节室温和相对湿度。应使品温不超过 40℃ 为宜，以免“烧曲”。

② 后期管理。经 50~60h 的前期培曲后，可将曲块移至后期培曲室，并撤掉曲盒，将曲块以“井”字形堆置，夏秋为 6~8 层，冬春为 8~10 层。期间，品温控制为 40~45℃，每隔 2 天翻曲 1 次，并逐次加高曲块层数。共经 10~12 天后，品温已降至与室温相近，曲块已全部成熟并干燥。

(5) 贮曲 堆存 1~2 个月即可使用。

(6) 成曲质量要求

① 外观。无干皮、厚皮及裂缝，表面无杂菌；曲块内部菌丝密集，断面呈灰白色，无黑心。

② 闻有正常的曲香。

③ 成品率为 80%~85%。

④ 生化指标。糖化力为 1500U/g 以上，以 1g 曲 1h 糖化淀粉生成 1mg 葡萄糖为 1 个酶活力单位；液化力为 130 以上，以碘液

退色时间 (min) 表示; 发酵率 $\geq 30\%$ 。水分、淀粉、粗蛋白、粗脂肪、灰分等, 均与汾酒大曲相近; 但液化力略高于汾酒大曲, 糖化力为汾酒大曲的 3 倍以上, 这与“大曲强化”有关。

2. 制酒

发酵容器为石板或水泥、瓷砖为壁面的池; 制酒原料为高粱, 辅料为稻壳; 发酵期较短, 为 9~12 天; 采用湿蒸续_糟老六甑工艺。

采用湿蒸续_糟工艺的好处是: 新加原料疏松酒醅, 以利于蒸馏时减少辅料用量, 避免将过多的辅料杂味带入酒中, 而赋予成品酒粮香; 酒醅中的有机酸也有助于原料糊化; 能调节入池物料的淀粉浓度、酸度、水分, 以利于控制发酵温度、抑制杂菌繁殖和产酸, 而使发酵得以正常进行。

采用湿蒸续_糟老六甑法, 即在正常运作时, 每轮次立 3 个大_糟, 1 个小_糟, 1 个回活, 1 个扔糟, 即蒸 6 甑, 发酵池中总有 5 甑材料。该工艺与湿蒸续_糟老五甑法相比, 有以下 3 点好处: 3 个大_糟在夏季可适当加大回醅量、冲淡淀粉浓度, 以控制酒醅升温过高、生酸过多, 而利于安全度夏; 小_糟加入新原料仅为总投料量的 5%~5.5%, 故自小_糟之后的回活、扔糟的淀粉含量更低, 使残余淀粉得以充分利用, 以产品的酒精体积分数 60% 计, 原料出酒率可高达 60% 以上; 由于增加了原粮的发酵次数, 故能积累更多的香味成分进入酒中, 有利于提高酒质。

(1) 原辅料及其处理

① 高粱。要求粉碎为 4~6 瓣, 整粒者在 1% 以下; 不能粉碎得太细, 未能通过 20 目筛孔的粗粉须占 30% 左右。

② 辅料稻壳。清蒸时, 待圆汽后再蒸 20~30min, 能从出甑的废气中闻及生糠和怪异的气味时方可出甑、摊开、晾干后备用。

③ 大曲。要求磨成粉状, 最大的颗粒也须能通过 0.2cm 的筛孔。粉碎后暂存时间不宜多于 36h, 品温须低于 38℃。

(2) 闷粮、酒醅出池、配料

① 闷粮。3 个新大_糟用粮占总投新粮的 95% 左右, 新小_糟用粮占 5% 左右。在每堆新粮中, 加入 20%~30% 的热水, 翻拌均

匀；再加入经清蒸的稻壳为新投粮的 20%~22%，翻拌均匀后堆积闷粮备用。

② 酒醅出池、配料。大_糙 酒醅出池后，通常以其 4 倍的量，与新原料配为 3 个大_糙；并与新粮配成 1 个小_糙，小_糙 的“粮醅比”则为 1:20 以上。酒醅与新粮翻拌均匀后，整堆、以少量经清蒸的稻壳覆盖，以免挥发有效成分。上轮入池的回活不加新粮，经蒸馏后作为扔糟；上轮入池的小_糙，经蒸馏后与大_糙、小_糙 一起加曲后，进行下一轮发酵。

(3) 装甑、蒸馏、蒸粮

① 装甑。装甑之前，应排尽底锅中的余水，并倒入上次蒸馏截取的酒尾或清水 50kg。再边缓慢地通蒸汽、边装甑，蒸汽压力控制为 0.06~0.08MPa，不得高于 0.1MPa；装甑操作须见潮、见汽而撒料，要求动作轻巧，撒料松而薄，谨防压汽、跑汽甚至翻甑，装甑时间不少于 20min。

② 蒸馏、蒸粮。应掌握适宜的蒸汽压力、流酒速度、接酒温度，并注意“掐头去尾”，通常应进行缓慢蒸馏、精心用汽，但在后期流酒尾时，须开大汽追尾，并持续一定时间，使原料充分糊化、排除杂质；流酒速度控制为 3~4kg/min；接酒温度控制在 30℃ 以下；接取酒头 0.5~0.6kg，单独贮存备用，酒尾在下一轮蒸馏时入锅复蒸。

3 个大_糙 酒醅的蒸馏，在流尽酒尾的前提下，流酒时间可控制为 35~40min，最终的酒尾，酒精体积分数应在 2% 以下；小_糙、回活及扔糟酒醅的蒸馏时间，以接尽酒尾为准。

(4) 出甑、扬晾、加曲、加水 物料出甑、由扬晾机扬至晾床上，并将物料层铺匀后，泼入一定量的冷水，用扬晾机反复扬晾。待品温降至 30℃ 以下时，拌入新原料量 16%~18% 的大曲粉，通风扬晾、拌匀。待冬季品温降至 20~22℃、夏季降至低于室温 1~2℃ 并放入少量冰块后，再入池发酵。有的厂使用输送带式的通风晾_糙 机，将物料吹冷，但料层不宜太厚。经冷却的物料，用机械加入大曲粉并搅拌均匀后，入池发酵。

(5) 大 糖 入池发酵

① 入池条件。物料淀粉浓度为 17%~19%，酸度为 0.9~1.3g/100mL，水分为 57%~58%，品温冬季为 20~22℃、夏季低于室温 1~2℃。

② 入池操作及发酵管理。物料入池后，须踩紧表层，并撒上 1 层经清蒸的稻壳、加盖塑料薄膜和纤维布；再在四周放上一些细沙，以免外界空气及杂菌进入酒醅，利于“缓慢发酵”的正常进行。发酵期为 8~12 天。期间，夏天应注意降低室温，冬季须加强室内保温措施。

③ 大 糖 酒醅出池状况。酒精体积分数为 5% 左右，淀粉浓度约 10%，酸度为 1.6~1.8g/100mL，水分为 62%~64%，温度为 35~38℃。

(6) 酒的贮存 闽南清香型大曲白酒的贮存期以 1 年左右为宜；若贮存期过长，则不仅不能提高酒质，反而会减轻香气，使口味平淡而降低酒质。在贮存过程中，有醇与水的氢键缔合、挥发性硫化物及醛类和游离氨等杂味成分的挥发，以及氧化还原、酯化等加成和分解作用。现将贮酒过程中总酸、总酯和杂醇油的变化状况简述如下。

① 总酸的变化。总酸在贮酒过程中有所上升，但贮存 1.5 年后，上升速度趋于缓慢，2 年后趋于稳定。有机酸增加的原因是酯的水解作用和醇、醛的氧化作用。若提高贮酒温度，则能促进酯的水解和醇、醛的氧化作用。

贮酒过程中总酸的上升幅度，与酒中水、酸和酯的含量有关：例如在第 1 年中，酒精体积分数为 60% 的原酒总酸上升 0.08g/L，酒精体积分数为 52% 的降度白酒总酸上升 0.27g/L，酒精体积分数为 38% 的低度白酒总酸上升 0.35g/L；闽南清香型大曲白酒贮存中总酸的上升幅度，明显大于浓香型白酒，可能是由于浓香型白酒含酸量较高，因而抑制了酯的分解作用；新酒中的酯含量较高，因此在第 1 年内其水解作用也较明显。

如前所述，在清香型白酒的国家规定标准中，有总酸的上限

值。而闽南清香型大曲白酒经贮存或装瓶出厂后，往往在总酸上有超标的现象。其实，闽南及台湾省的消费者喜欢饮用酸度较高的清香型大曲酒。众所周知，有机酸是重要的呈香呈味成分，有“无酸不成味”之说。在消费者能接受的一定范围内，酸度较高的白酒，更显醇厚、柔软，后味也较长，故酒质较好。另外，南方如福建、广东等地的消费者，爱喝酒精体积分数为38%~42%的低度清香型白酒，这种酒往往存在香气不足和口感淡薄的缺点，若适当提高酸度，则可改善其酒质。

② 总酯的变化。原酒的总酯在1年内下降0.21g/L，降度酒下降0.57g/L，低度酒下降0.61g/L。其中乙酸乙酯下降幅度为24.85%，乳酸乙酯下降幅度则较低，为20.56%，这与当地年平均气温较高而促进酯的挥发和水解有关。因为乙酸乙酯的沸点仅为75~76℃，而乳酸乙酯的沸点则为154.5℃。这也说明含水量大的酒和酯含量原来较高的酒，酯类相对较易水解。若酒度很高，而酯含量低但酸和醇相对较高的白酒，可能经贮存能提高总酯含量。

③ 高级醇的变化。高级醇在贮存中有先升后降的趋势，在一年后又接近原有值，此后仍有下降趋势，但很平缓。这是因为在贮存前期，酯水解的速率相对地大于醇的氧化作用；但随着贮存时间的延长，会呈现相反的情况，因为酯的水解作用逐渐缓慢，而酒中的溶解氧分子也逐渐被激活，所以醇的氧化作用也较明显。另外，杂醇油的减少还与挥发有关。含5个碳原子以下的醇类，其沸点均低于分子量相近的有机酸。如正丙醇、异丁醇、异戊醇、异丁醇等这些杂醇油的组分，通常其沸点都在140℃以下，因而有一定的挥发度。但它们在贮存前期较易挥发，而后期则难以挥发。因为它们和乙醇一样含有羟基，在贮存一定时间后，能与水分子形成氢键缔合，因而限制了其挥发性。照理说，这些醇的相对分子质量均大于乙醇、分子间的作用也大于乙醇，所以其沸点也高于乙醇，即在纯组分存在时应比乙醇难以挥发。事实却是在有大量水分子存在的条件下，由于它们的分子质量较大，与水分子氢键缔合的程度不同于

乙醇，因此，它们在水中则比乙醇更易挥发，尤其是难溶于水的异戊醇，其挥发性更强。

3. 成品酒

(1) 理化指标 闽南清香型大曲白酒的成分与汾酒相比，如表 3-23 所示。

表 3-23 闽南清香型大曲白酒与汾酒的成分比较

酒 名	酒精体 积分数 /%	总酯 /g·L ⁻¹	总酸 /g·L ⁻¹	杂醇油 /g·L ⁻¹	总醛 /g·L ⁻¹	甲醇 /g·L ⁻¹	糠醛 /g·L ⁻¹	铅 /mg·L ⁻¹	锰 /mg·L ⁻¹	固形物 /g·L ⁻¹
闽南清香 型大曲白酒	60±1	≥2.5	0.8 左右	≤1.4	≤0.32	≤0.3	<0.003	≤0.3	≤0.25	≤0.35
汾酒	65±0.5	≥3.0	<1.0	<2.0	<0.3	<0.4	<0.008	≤0.3	—	≤0.4

从表 3-23 可见，闽南清香型大曲白酒以乙酸乙酯表示的总酯含量低于汾酒。但由于强化大曲中接入了根霉，因而产生多量的乳酸，成品酒中的乳酸乙酯含量也相应较高。但乳酸乙酯若换算成乙酸乙酯，则系数为 0.6666，因此，该酒的总酯实际含量并不低，这也是其特点之一。如前所述，闽、台两省的消费者都偏爱酸度较高的白酒，台湾省的消费者则将高度白酒加冰水或冰块稀释后再饮用或直接饮用低度白酒，而乳酸及乳酸乙酯则有助于弥补低度白酒口味较淡薄的不足而增强其醇厚感。由于采用混蒸续糟老六甑生产工艺，能将芳香族酚类、香兰素等粮香成分带入酒中。

(2) 闽南清香型大曲白酒的风格 具有清香浓郁、高粱香明显、口感醇厚、后味爽净的独特风格。但原酒口味较单调，需经精心勾调才能达到预期效果。

总之，该酒生产工艺独特，制曲及发酵周期均较短，掉排现象很少，出酒率较高，产品典型性较强，有望在原有基础上不断提高生产工艺及酒质水平。

清香型大曲白酒生产，不仅仅限于上述诸多实例。例如产于武汉被称为“汉汾酒”的“特制黄鹤楼酒”，以高粱为原料，以小麦和大麦及豌豆制成具有“清茬、后火、红心”特点的中温大曲为糖

化发酵剂，采用传统的“清蒸二次清”工艺，经地缸固态发酵、缓慢蒸馏、分级贮存、精心勾调而成。该酒具有清香纯正、入口醇厚绵软、后味爽净而悠长的特点。

在北方，有的酿酒工作者还用小米试制清香型大曲白酒，也已取得了可喜的成果；还有一些清香型大曲白酒专业人员，采用“勾调法”及“一次酿造法”等措施，研制“清中带酱”的大曲酒，也取得了良好的效果……因限于篇幅，恕一概从略。

第五节 清香型大曲白酒优质高产的措施

这里所说的优质，是指产品要突出“清爽绵甜净”的风格，而“清、净”也就必然“爽”、甘甜亦显绵柔；高产是指在保证或提高产品优级率的前提下，尽可能地提高原料出酒率。据有的专家统计：酱香型大曲名酒的“粮酒比”为 $(4.3\sim5):1$ ；浓香型大曲名酒的“粮酒比”为 $3.5:1$ ；而汾型大曲名酒的“粮酒比”则为 $2.25:1$ ，是三大香型大曲名酒中原料出酒率最高的品种。当然，在白酒生产中，优质与高产有时往往是矛盾的，关键在于应找到相互的平衡点。所谓措施，无非是指从原料到产品出厂的生产全过程的各个环节的控制要点，决不能忽视；当然，各个环节也绝不是孤立的，例如制曲过程中的某些缺陷，也可在发酵乃至蒸馏、勾兑中予以弥补，但有些后果又往往是不可逆转的。

本节述及的方面，大多是前面四节内容的延伸和补充，换言之，是向纵深方向的进一步“发掘”。

一、汾型大曲白酒高产优质的措施

（一）关于制曲

制大曲的目的是培养大量有益的微生物、积累酶源及各种代谢产物，为此，应创造营养、传质、传热等全方位的良好条件，并有利于优质高产。

(1) 制坯

① 制曲原料。为大麦和豌豆，也有人试用过少量绿豆或小豆；有的还试验过加入 15% 的“丢糟”，以提高曲坯的酸度并提高特优酒率和原料出酒率。汾型大曲酒的曲料是不同于清香型老白干酒和“类汾型酒”的：老白干酒的曲料是纯小麦并采用混蒸续蒸的老五甑生产工艺，或以小麦和大麦及豌豆为曲料，并采用“清蒸二次或三次清”的生产工艺；有的“类汾型酒”的曲料也为小麦和大麦及豌豆，也采用“清蒸二次或三次清”的生产工艺。小麦的特性不同于大麦和豌豆，其蛋白质含量低于大麦，更远低于豌豆。在以纯小麦制大曲时，粉碎较粗，制成的曲坯较疏松，传热、传质性能均较好；表层上霉较一致，断面茬口较均匀，无生心、霉变等现象；采用混续老五甑法制成的酒虽清香不足，但口感较醇厚爽口，尤其是用以勾调成低度白酒，也不显寡淡。在曲料的大麦、豌豆中加进小麦，其目的是为了加强传热升温 and 排潮，成曲质量可优于某些不合格的大麦、豌豆大曲；采用“清蒸二次或三次清”工艺制成的酒，既有清香特色、又有醇和爽口的特点，但也不同于正宗的“汾型”大曲酒。由此可见，大曲的原料及其配比是不可小看的。

② 曲料的粉碎度。总的要求是皮粗面细。但每当购置新的粉碎设备时，须经精心反复调试，才能使曲料达到适宜的粉碎度，才能制出茬口明亮的大曲，酿制出高雅可人的产品。必须使用辊式粉碎机，若用锤式粉碎机，则会将曲料的皮也打得很碎。

曲料适宜的粉碎度是指皮要粗、面要细、粒要少。不妨参观一下啤酒厂，了解一下麦芽的粉碎度，作为参考。不但要调整好辊间距，也要注意转速的调整。在两道粉碎中，要用不同筛孔的标准筛，规定的时间及转速内，将粉碎的物料进行筛理，得出不同的粗细物比值，要求达到如表 3-24 所示的要求。

从表 3-24 可见，要将大麦与豌豆比例为 6 : 4 的混合物粉碎成如此的效果，的确有一定的难度，但又必须严格掌握。因为汾型大曲酒的曲坯结构比较特殊，以保证其适度的传热、传质性能：大麦和豌豆的皮壳质地疏松，有良好的透气性，有利于曲料传热和水分

表 3-24 汾型大曲白酒曲料粉碎度要求

粉碎后的曲料,未能 通过标准筛孔者占总 量的比例/%	标准筛孔直径/mm						
	5	2.5	1.2	1.0	0.6	0.3	0.15
	0.044~ 0.18	4.86~ 6.86	9.54~ 12.48	18.54~ 20.48	29.54~ 42.90	60.94~ 66.27	83.57~ 80.71

挥发；豌豆的细粉有较强的黏性，有利于曲块吸水、保温、保湿，并使曲坯在压制时有足够的紧密度；有适当的粒状物，则有利于曲坯的成型和膨胀，使曲心不形成过多的空隙，并有助于全部物料的均匀、缓慢地吸水，因为皮壳和面粉中多余的水会缓慢地吸收到料粒中去，在卧坯时，也不至于压塌。

但是，有的企业却使用锤式粉碎机，将大麦和豌豆的皮壳全部打成细碎片，使曲料皮少、面少、粒多；有的企业虽然也改用了辊式粉碎机，但据说厂里的人员去汾酒厂参观时，根本不想详细地了解该厂的曲料粉碎工艺参数，而是一头进入曲房，所以未能改变曲料粉碎后皮少、面少、粒多的状况，致使曲坯含水量少，在卧曲时，表面即可初见干皮和龟裂现象；在培曲过程中，干皮逐渐增厚，热曲时干皮阻碍向曲心传热，并阻止曲心水分向外挥发；晾曲时由于曲心升温缓慢，所以操作者不敢大晾，开窗稍大，曲块内部即形成一道黑圈，这是阻碍菌体深入曲块内部生长的又一道屏障，因而形成种种呈现不良现象的劣质大曲。这些不良的现象出现的基本规律为：先有干皮，继而“窝水”，并同时形成黑圈；曲心逐步发黏、生酸、发臭，产生刺鼻的氨和酸的异常气味；最终因厌氧的产气细菌的作用而使曲块鼓肚、产生裂缝，这种曲通常俗称为“两瓣瓣曲”，在裂缝中还生长气生菌丝。这种皮少、面少、粒多的曲块，由于曲坯吸水量小，也不易上霉或上霉稀少，或生成黑色的絮状菌丝和孢子，当然造成这种现象，也与曲坯入房后、盖席前的晾曲温度和时间有关。另外，若曲料粉碎过细而皮少、细面过多、粒状物过少，则因曲坯吸水量太多而上霉过重，不是呈白色的芝麻点，而是生长黑色絮状菌丝。有的厂将曲料粉碎得皮细面粗而不易

吸水，加之曲坯压得不紧，则曲坯入室后升温和水分的挥发速度都很快，制曲周期很短，所谓“曲干自然成”。其实，这种曲上霉不良、干皮较厚、曲心难以升温 and 排水、微生物生长不充分、曲块断面茬口不清亮或存有明显的窝水区。

曲块鼓肚和裂缝的产生菌为分支犁头霉，是产生麯曲“水毛”的同一种有害菌，该菌喜高温高湿的环境，其生长适温为 37°C ，繁殖力很强，菌丝呈浅灰色甚至灰蓝色，具有在菌丝表面能凝集水珠的特性，故谓“水毛”，污染这种菌的劣质曲的味道，与所制成的酒具有相同的霉苦味。

用上述由于曲料粉碎不当制成的不良曲酿制的大曲酒，清香不正、口味不爽净，具有明显的霉苦、涩味及生曲味，质量还不及带有一定“麯曲味”的“多微麯曲白酒”；用这种曲酿酒，由于其生化性能也较差，故出酒率也较低。

当然，也不应把成品酒的缺点都记在曲料粉碎度不适当的账上，例如培曲过程中温度和湿度的管理也很重要；贮曲时若通风不良、管理不善，也会使曲坯返潮而滋生不良犁头霉和大量青霉，致使成品酒呈现霉味和奇苦味；若不注意低温培曲和低温入缸、缸口不密封，也会使曲和酒醅发生霉变，而加重成品酒的霉苦、涩味。

③ 拌料。应先测知曲料的水分，再根据预定的曲坯含水量来决定曲料的加水量，并应考虑季节、水温、曲料粉碎状况等因素灵活掌握，使制成的曲坯既无白点又不软。加入的母曲或称曲母必须是优质的。若另加人工培养的固态或液态根霉、酵母种子，其适宜的加量应根据试验结果而定，在有的报道中，加量应为 0.5% 左右。

④ 机械压坯。人工踩制曲坯时，每块正反要踩 $50\sim 70$ 次，曲坯受剪切、揉挤的共同作用，使其松而不散、内部紧密度均匀、透气性恰到好处，且表面也粗糙度适中，故通常上霉状况良好，无干皮、裂缝、黑圈、黑心等现象。

而通常的单向振动式压坯机，无论是气动式或机械式的，均存在曲坯外紧内松、较硬的缺点，其水分比人工踩制曲坯低 2% 左

右。若采用双向振动式压坯机，则对曲坯上下两面的作用是波动式的，振动频率每秒钟约 22 次，夯头与曲坯的接触时间也长于一般压坯机，为 1s 左右，曲坯经多工位压制成形，受到的振动次数达数十次，接近人工踩曲的次数。另外，该机的夯头表面不是平的，凹凸不平如人的脚掌，各个工位上的凹凸相互错开，以模拟人工踩曲时的脚掌运动，这样在压坯的同时又增加了剪切和揉挤的作用，故曲坯的松紧度较均匀。该机只用 4 个夯头，其中之一用于下料，而普通单向压坯机则有 8~10 个夯头。

(2) 曲室 茅草房保温保潮效果较好，老的曲房霉菌、酵母较多、细菌较少，有利于“菌种”优化和保存。曲房内不宜生炉子以提高室温，以免有害气体成分影响有益菌生长并将不良成分带至酒中。有条件的企业，可以高层建筑为曲室；但应采用天花板和双层屋顶，并填充绝热保温材料，屋顶的形状和材质要考虑防止冷凝水下滴；应有排气孔道和蒸汽保温装置，具有既能保温保湿又能适时降温排潮的功能；增强地坪和墙壁对室内温度和湿度的缓冲作用；并采取相应的培曲工艺，实现制曲立体车间化。

还可利用每个分成若干层的架子，每层排列几十块侧立的曲坯，架子下面装有能推动的小轮。放满曲坯的架子排列在曲室内、室内安装恒温恒湿设施，使室内均匀地分布相同质量的空气，这样可不必翻曲，大大改善了工人的劳动条件。为了有效地控制培曲条件，可将整套培曲工艺编成程序，利用电脑对培曲全过程进行自动控制，以确保全年制曲的成曲质量，并实现由专门工厂制曲的专业化生产和供应。为此，一定要解决架子上下及曲室四周曲块品温相差甚大等问题。

(3) 培曲

① 认清微生物生长规律与条件控制的关系。应注意微生物繁殖的 5 个阶段，并采取相应的措施，开始是适应期，如霉菌孢子的萌发期，孢子要吸水膨胀 2~6 倍、内容物开始溶解，酶也在细胞内开始活动，该期要注意保潮，室内空气相对湿度须在 90% 以上，湿度靠洒有水的覆草及曲坯表面水分的挥发；迟缓期即恢复期，该

期的微生物优胜劣汰，所以菌数增加缓慢；旺盛期即对数生长期，包括上霉、晾霉阶段，菌体细胞内生理活动旺盛，菌数以几何级数增长，该期的室内温、湿度控制极为重要，要精心保温、散热、保湿、排潮、通风供氧、排放 CO_2 ，具体措施为倒曲和开闭窗户，但品温不能过高，以免产生曲块干皮、窝水、烧曲等现象；平衡期即稳定期，包括晾霉后期及潮火阶段等，由于营养消耗、水分减少、代谢物质的反馈，菌体生长减慢，随着水分的挥发而积累大量的酶源、细菌数下降，有利于霉菌的生长，要注意保潮，更须注意排潮、降温、排除 CO_2 、供给新鲜空气；衰退期，因营养成分和水分明显减少、代谢产物大量积累、pH 下降，使细菌和酵母大量死亡，霉菌则形成孢子。总地来说，在平衡期及衰退期中，曲霉菌繁殖占优势，而根霉则能在各阶段与细菌、酵母共同繁殖。

在整个培曲过程中，除营养物质外，水分、温度、氧气是 3 个重要的条件。水不仅是微生物细胞的主要组分，也是吸收营养成分和排泄废物的介质，并起到调节品温的作用。当曲坯水分大时，菌体呼吸旺盛而品温升高，故清香型白酒的曲坯水分稍低于酱香型和浓香型白酒的曲坯。在上霉和晾霉阶段，保潮极为重要。但有人说“只知保潮而不会排潮者，充其量也只是半个曲师而已”，这也是有道理的。其实在排潮的同时，也往往伴随着降温、排放 CO_2 和供给新鲜空气的作用，所以俗话说“曲师会当不会当，功夫全在开门窗”。当然，翻曲的作用也是不容置疑的。成曲的水分在 14% 以下时，若不受潮，则不会污染有害菌，而且随着贮曲时间的延长，非芽孢杆菌等细菌的营养体会大量消亡。成曲对原料的质量比，称为“出曲率”，可达 78% 左右，质量好的曲，因微生物繁殖充分，故“出曲率”较低。

微生物的生长、存活率、酶及代谢产物的积累，均与品温有关。微生物的呼吸、分解和氧化各种营养成分，属于放能反应；在菌体内合成各种成分，包括菌体自身的物质，则属于需能反应。这两者是并存的，放能反应放出的能量，约有 60% 立即转用于需能反应；多余的 40% 左右，则以热的形式发散于环境中。例如霉菌，

在 25~35℃ 的范围内，其生长速度是随品温升高而增加的；霉菌的生长最适温度，稍低于其酶的生成温度，但相差的幅度很小。清香型白酒的大曲属于中温曲，其菌相、酶系、代谢产物等均不同于中高温或高温大曲，成品酒的风格也迥然不同。因此，在培曲全过程中的温度变化，始终是时刻必须严密控制的一条主线。

当曲室中空气的 CO_2 浓度为 0.1%~1% 时，可缩短曲霉的发芽诱导期；若超过 1%，则对曲霉的增殖及酶的合成均会产生不良影响。通常，架子大曲的淀粉酶活力，要高于常法大曲，这与其及时排除 CO_2 、提供新鲜空气和适度挥发水分有关。所以，晾霉期是培曲的关键阶段。但有些企业只重视培曲的前期管理，而对中、后期则漫不经心，殊不知这正是功能菌和有害菌决战的关键时刻，也是积累大量酶源的重要阶段，因此更须严于管理。那种疏于中、后期管理、招致前功尽弃的例子，是屡见不鲜的。

因此，不断丰富制曲工作者必备的基本理论和实践经验，以减少其盲目性，实在是一些一直难以做出优质汾型大曲酒的企业当务之急啊！

② 全面准确地理解和掌握汾型白酒大曲的工艺控制要点。所谓培曲操作的“三重”是一重排列，从 3 层加苇秆隔坯到 4 层加苇秆排放呈品字形、5 层不用苇秆排列为人字形，直至 7 层曲块呈人字形，不断变化；二重翻曲，翻曲次数多达共 13~15 次；三重关闭窗子，控制品温缓升缓降、水分也随之缓慢挥发，即曲室窗子昼夜两开两闭，品温和室温也相应地两降两升，从晾霉直至养曲阶段，要求品温爬坡式地升、下坡式地降，直至排除曲心的残余水分。培曲过程中，曲块由表及里的温度、水分、微生物生长状况的变化规律为：三者是同步的，循序渐进的，室温和品温由表及里地逐渐传递；水分由表及里地向外挥发；微生物则由于曲坯表面多余水分的挥发而先在表层“上霉”，再随着曲块温度和水分的变化不断向里繁殖，尤其是霉菌，并产生相应的热量，多余的热量经“有关操作”向外散发……如此不断进行，包括空气的交换，直至曲块成熟。这里有一点应该强调：即须保证曲块适当的最高品温及其一

定的持续时间, 所谓“中挺品温要足”。否则会制成“哼哼曲”, 这种曲虽然断面茬口较好, 制曲者片面追求的糖化力也较高, 但在酒醅发酵时却缺乏必要的“后劲”, 致使成品酒的乳酸乙酯含量较高, 而乙酸乙酯含量相对较少。若清香型大曲白酒香气“发闷”, 主要是乳酸乙酯气味占上风。当然在使用这种曲时, 也可采取一些补救措施: 例如加强酒醅的保温, 使发酵的“中挺”品温达到 $32\sim 33^{\circ}\text{C}$, 中挺时间持续 2.5 天左右; 或适当延长发酵期, 在提高成品酒总酯含量的同时, 乙酸乙酯含量也可提高到 $0.55\text{g}/100\text{mL}$ 以上。最后, 有必要将汾酒大曲的工艺控制要点简述如下。总地说来, 中温曲要求茬口清亮, 所以曲房要两面通风, 窗户要易于开关和调节开启度, 既能保温保潮, 又能降温排潮。初期要创造空气相对湿度较高的孢子萌发环境, 使上霉状况良好; 从晾霉到养曲的漫长过程, 可以说是不断地阶梯式地放潮、排潮的阶段, 以利于功能菌的正常生长和酶的积累。若不分具体状况而一味地保潮, 则会影响曲块的升温、降温、空气交换, 就会产生黑圈、茬口发暗等不良现象。所以一定要掌握好“晾”(放潮)的技巧, 才能做出高质量的大曲。有的初学者认为, 制曲无什么学问, 无非就是“温度、水分、氧气”这 6 个字嘛! 于是“贪水”, 只知保潮, 处理不好保潮与排潮、升温与降温、排 CO_2 与供氧的关系, 结果做出来的曲“奇臭无比”, 这是事实。

因此, 曲坯入室后, 要晾几小时, 因为每室的曲坯入室时间都较长, 品温差异较明显, 晾几小时, 可使全部曲坯从同一温度开始升温、上霉; 晾几小时, 可使曲坯表面多余的水挥发掉, 以免升温时“水淹皮”。

上霉期。冬季起始品温为 14°C 左右, 其他季节则能低就低, 以利于升温很缓、上霉均匀、曲皮较薄。通常盖席后 2~3 天, 曲块表面可呈现白色菌落, 品温不高于 32°C 。待菌落长满表面后, 即可揭席。

晾霉期。当品温与室温相近、曲室相对湿度趋于饱和时, 应即开窗排潮。在为期 3~4 天的晾霉阶段, 由上霉期的升温、保

温、保潮转为保持一定品温前提下的缓慢排潮，以每天提高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 的升温速度来控制品温，品温以 $30\sim 34^{\circ}\text{C}$ 为宜，让曲块微热，并适时放潮。若偏重于保温而疏于“晾”，则“起火”过早而培曲周期太短；也不能一味地“晾”而不适当保温，因为晾霉期的曲块只是表层较热、内部还是凉的，所以若晾过了头，则不仅因品温过低而滋长青霉菌等有害菌，产生异味，并使曲皮发软变形，影响后期升温。待曲块表面发干、坚硬时，即可转入潮火期。

潮火期。因品温上升而室内潮气很大，故要多放潮，但晾曲时窗子要逐渐开大，晾曲时间也不宜过长，用手摸曲块微热而室内潮气排尽时，即可关窗，因该期曲块中心仍未热，所以晾曲品温不能太低，以免产生黑圈、窝水。但是，若在室内潮气未排尽时即关窗，则会影响曲块再次升温，并会使曲室产生异常气味。潮火期的升温要尽量缓慢，每昼夜室温“两起两落”，待最高品温升至 $42\sim 44^{\circ}\text{C}$ 时，要适当保持一定时间，以利于向曲心传热。

干火期。该期与潮火期的界限不明显，由于微生物不断朝曲心方向大量繁殖，水分和多余的热量也不断地向外散发，使曲块内部的水分越来越少，曲室的潮气也越来越小，甚至在曲室升温时呈发干而有炒麦样气味的现象，这就是真正地进入了干火期。该期因曲心已升温，故品温上升快而降温则相对较难，品温应控制在 42°C 左右，不宜太高。因曲块的干硬部分也已增厚，故曲心热量难以散发，若品温过高，则会烧心，何况曲心的温度明显高于曲块表层的温度。所以干火期要注重晾曲，要晾透，不像潮火期那样注重于曲室的排潮。

后火期。品温宜保持为 $36\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，每天晾曲 1 次，且时间不要过长。待品温降至 30°C 左右时，就可转入养曲期。

（4）汾型白酒的制曲经验实例

① 实例一。不同季节采用相应的“上霉”操作法。汾型白酒大曲的“上霉”微生物为属于酵母菌属的拟内孢霉；该菌在成曲期更多；在物料入缸时，这种菌约占酵母总数的 95%；以后因条件

不适而减为 5% 左右。该菌的生长适温为 40℃ 左右；耐高温而不耐酒精；能产生微弱的清香。

“上霉”是汾型白酒大曲制作的首要环节：“上霉”状况良好的曲，无曲皮、荏口一致、呈清香，虽然其糖化力略低于“光板曲”，但液化力和发酵力较高；“上霉”不良的曲，会产生干皮或淹皮、烤皮、夹皮现象，成曲的优质率、合格率及原料出酒率均较低，酒质也受其影响。

通常，难以“上霉”有以下三种原因：曲料粉碎粗，因而曲坯水分挥发太快、升温太猛而难以“上霉”，或曲坯水分太低，未能形成表面“浆水”；曲坯晾得过头形成干皮，或曲坯水分过高、过早盖席而“淹皮”、表面发红；气温太高、杂菌多，曲坯升温太快而难以“上霉”。但某厂在不同季节采取相应的“上霉”操作方法，保证了全年制曲的顺利进行。

a. 冬季上霉法。冬季因曲坯水分挥发慢、升温慢、上霉时间长，故易于上霉。但也要控制好温度，不能用暖气强制快速升温，应缓慢升温、用麻纸封好窗户、保潮保温，以利于正常上霉。

b. 春季上霉法。因春季风较大、曲坯表面水分挥发较快，故可在曲室的墙壁和地面上适当多洒些水，每间曲室至少 100kg；晾曲时间为 10~12h；盖 1 层湿润的席子，再盖 1 层塑料薄膜。待室温达 38~42℃ 时，揭去覆盖物，但不开窗户，继续保温保潮、上霉；待室温为 38~40℃ 时，上霉阶段结束。

c. 夏季上霉法。山西汾阳的夏季天气较炎热和干燥，曲块升温快、水分挥发快、上霉时间短、杂菌繁殖迅速，所以上霉十分困难。但若采取如下措施，则能正常上霉：往每间曲室的墙壁和地面上提前洒水约 200kg；曲坯物料水分控制在 39% 以上；边卧曲，边往曲坯的上下左右均匀地喷水雾，每室曲坯共喷曲水或清水 20kg，所谓曲水是指将一定量粉碎好的曲粉投入一定量的水中，搅拌 10min 后过滤所得的曲粉浸出液；随时将湿润的席盖在刚卧放的曲坯上，即卧曲、喷水、盖席同时进行；再加盖塑料薄膜，并关闭全部门窗，以利于升温、增湿、上霉；每隔 5h，往曲坯周围的走道

上洒水 1 次，以降低室温、使室温缓慢上升并增加室内湿度；待室温升至 $42\sim 45^{\circ}\text{C}$ 时，仍不揭覆盖物、不开窗，使曲块继续上霉 2~3h 后，再开窗晾霉。当然，在制坯时还应掌握好曲料的粉碎度、加水比；压坯机要用清水冲洗洁净。

d. 秋季上霉法。山西地区秋季空气湿度较高、昼夜温差也较大，应适当晾曲坯；注意保潮并控制室温缓慢地上升，若升温较快，则可在夜间开窗降温后，继续关窗、上霉；若升温仍较快，则可采取“二次上霉法”，即揭去覆盖物降温后，再盖席、上霉。上述措施均有效。

② 实例二。如何提高红心曲的红心率。红心曲曲心的微生物是红曲霉，所以要提高成曲的红心率，就必须在多方面考虑保证其于培曲后期在曲心生长的适宜温度、水分及一定的需氧量。

a. 用粮不宜太新。所谓新粮是指贮存期在 1 年之内的粮食；有的陈粮贮存期可在 3 年以上。新粮黏性较大，在培曲过程中曲块升温较慢，且较能保住水分，培曲期较长，但红心率较低；陈粮则由于淀粉颗粒结构等变化而使曲块升温较快，并能形成“链火”，即曲心热量不易向外散失、曲心在一定品温下能持续较长的时间，且能进入适量的新鲜空气，因而有利于红曲霉的生长，成曲的红心率较高。培曲期也比新粮曲坯短 2~3 天。

b. 曲料的配比。某厂经反复试验，确认大麦与豌豆的比例以 65:35 为好，以保证曲块适当的升温、保温、透气条件。

c. 曲料的粉碎度。要稍粗些，以 500g 曲料计，要求新粮能通过 80 目筛孔者为 65g，未能通过 20 目筛孔者为 100g 以上；陈粮能通过 80 目筛孔者为 75g，未能通过 20 目筛孔者为 80g 以上。而其他品种大曲的原料粉碎后，能通过 80 目筛孔者，通常在 110g 以上。

d. 曲坯的含水量。应比其他品种曲的曲坯高 $1\%\sim 1.5\%$ 。在压坯机压力不作调整的情况下，水分稍大些，曲坯就相对疏松些；因曲料较粗，水分较易挥发，水分大些，也有助于粗料润透，有利于在潮火后期保留住相当的水分，使红曲霉正常生长。

e. 培曲过程中的控温原则。为多热中晾，在潮火后期和大火期，要截留曲心的部分水，并形成“链火”状态。须注意窗子开关度的调节、曲块间距的减小、热曲和晾曲时间的掌握。若在潮火后期大热大晾，则曲心温度必然下降，曲心水分提前排尽，到大火期，曲心就难以保持应有的温度和湿度，也就不易生成红心了。

③ 实例三。某厂对汾型白酒的大曲工艺改进。首先将混合原料的粉碎过程由3级改为4级，具体流程为：曲料由隔板式定量斗推车运入地坑，经斗式提升机、斜溜管进入圆盘式钢磨破瓣，应尽量保留其皮壳；物料再风送至6辊式粉碎机的第1对磨辊进行粉碎、经滚动圆筛筛理后，粗料及皮壳先进入第3对磨辊粉碎，细料进入第2对磨辊进行粉碎、筛理后，未过筛者，再经第3对磨辊粉碎；上述经粉碎的物料混合均匀后，风送至组合离心卸料器，经斗轮卸料阀落入贮仓，并将布袋除尘器中的细粉均匀地撒在上面，用人工翻拌均匀，由斗式提升机送至和面机、经压坯机压成曲坯。要严格选择每对磨辊的磨牙规格和相应的筛眼规格，并调整好合适的磨辊间距，才能使物料达到皮大而多、面多而细、粗粒较少的要求。也可使用3台双辊粉碎机或1台双辊粉碎机加1台4辊粉碎机，粉碎过程中，物料可利用风力输送。

由于曲料粉碎得粗细比合理，故曲坯吸水量较大、紧密度较高，可使清茬曲在大火期的品温高达 $48\sim 49^{\circ}\text{C}$ ，能做到“晾热相宜”，培曲期可长达28天，成曲茬口青亮如玉。用这种曲酿酒，能使酒醅温度变化符合“前缓、中挺、后缓落”的规律，最高品温可持续2~3天，有效地避免了酒醅最高品温姗姗来迟且持续时间较短的“哼哼曲”现象。

提高了后火曲的曲间品温：大火期的最高品温通常可达 49°C ，特制大曲的最高品温可达 52°C ，比原工艺高 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，突破了清香型大曲白酒大曲的升温禁区。该曲的曲料粉碎度介于清茬曲和红心曲之间，曲坯有良好的传热、散热、保水、排水性能；在曲室温度管理上注意缓升缓降，减小热曲和晾曲时的温差幅度。使成曲茬口

火色较重，具有良好的曲香味，对增强成品酒的放香、后味、余香，提高酒质具有举足轻重的作用。

使用具有较强酯化能力的红曲霉菌株强化红心曲：在拌料时接种人工红曲霉，所制成的红心曲块，有 50% 以上其断面茬口具有呈橙红色、长有红曲霉的红线或红心；不同于一般红心曲以生长黄曲霉为主的黄线或黄心。若单用这种红心曲并采用相应的制酒工艺所得的原酒，其总酯含量可高达 6g/L 以上，总酸（以乙酸计）可达 1g/L 以上；若将上述 3 种新工艺大曲按一定比例混合后酿酒，则原酒的总酯含量也可在 5g/L 以上，总酸可达 0.8g/L 以上。上述原酒均具有余味净爽而回味悠长的良好风格，而绝无用一般不良大曲酿成的原酒那种令人反感的霉苦味。

（二）投料发酵、蒸馏、贮酒

（1）原辅料及其处理

① 原料及其润、蒸。汾型大曲酒的原料必须为高粱，若使用玉米或其他原料，均会使成品酒带有原料自身的邪杂气味。

a. 润料。有的厂在将粉碎后的原料用 90~95℃ 水润料时，分 2 次加入，第 1 次加入总量的 60%。采用 5 遍倒堆法，可润透而不漏浆、升酸幅度较小；若用 70℃ 的水，一次加入、2 次倒堆，则会漏浆，升酸幅度较大。

b. 蒸粮。最好在粮的上面盖厚约 7cm 的小米壳，以增高料层厚度、使上下层高粱的糊化程度一致。以小米壳覆盖粮层来代替加甑盖，也可将高粱的不良气味充分排除。用汽应掌握“粗小细大”的原则：较粗的物料在润料时吸入水量较少，粮粒表面沾附的水分较多，所以通汽量宜小些，以防止粮粒表面水分立即汽化而物料变干、糊化不透；若物料较细，则用汽量可大些，并在物料出甑前 5~8min 取走小米壳，使高粱多蒸发些水分，否则熟料发黏。

② 辅料。必须清蒸。不得使用细谷糠，以免带给成品酒油腻味和糠腥味；高粱壳或粉碎的玉米芯也会带入辅料邪杂气味。

（2）发酵容器 若使用砖砌、水泥抹面的发酵池或以白瓷砖贴面的发酵池，则成品酒的质量均远不及陶缸。但不能使用陈年老缸

或有裂缝的缸，某厂在每年夏季停产大修期间，都要将陈旧的、破的缸换用新缸。

人只要贴近缸口或缸壁，各种气味就会扑鼻而来，即使用洁净水或花椒水将缸洗刷数遍，也无济于事。若将使用多年的老缸用铁锤敲碎，则其自上而下的碎片所呈现的不同气味顺次为糟气味、酸气味、带甜的浓重酸气味、老咸菜气味、污泥样气味、浓重的污泥气味、较明显的己酸乙酯气味；从缸的断面色泽看，凡缸有裂缝者，其断面自上而下的色泽顺次为浅红、红褐、黑褐、黑紫，色泽愈深，则异常气味愈重，无裂缝处的断面多呈阴暗色，并呈酸样气味。缸外的黏土也变色并呈不良气味：轻者呈灰乌色，重者呈黑色，并呈沥青样或臭污泥般气味。

这是因为陶缸壁表面的瓷釉并不均匀、内部结构存有无数的细孔，而酒醅中的各种成分和微生物与土壤中的微生物及其产物，正好可以通过缸壁相互进行不断地渗透，何况这些细孔本身也是微生物的栖息良居。位于缸底的物料，其水分最大、酸度最高、微生物的自溶物也最多，而酒精含量则最少，这与各类成分的密度有关。所以在缸底，被汾型白酒酿造者称之为“糟水”的成分十分复杂，尤其在二糖加水量过大时，这种呈柑黄色、有不良气味的“糟水”则更多，它无疑是能产己酸乙酯的梭状芽孢杆菌的天然的、营养丰富的培养基。实践证明，即使是使用中温大曲、以水泥为发酵容器的汾型白酒的酒醅，若往其中添加己酸菌培养液，则发酵1个月后，也能制取具有浓香型风格的白酒。

因此，陶缸与土壤的接触面积，应尽可能地减小，即缸口的直径可相对大些，缸底的内径应小些，缸体的中、上部位，要利于散热，使缸中心的品温保持在适当的程度。另外，不难设想，汾型大曲白酒发酵容器的材质是否可改为不锈钢或内壁涂以环氧树脂涂料的碳钢；即使仍使用陶缸，能否使用“水浴”或“汽浴”式保温，例如缸口仍与地面相平，而缸体位于备有保温和通风设施的地下室、缸底置于水泥垫脚上等。

(3) 优质高产与季节（气温）的关系 某汾型白酒企业，每年在8月底或9月初立排投产，至次年7月份最后1排挑糟停产、大修。期间，气温影响发酵室温、地温、品温、产品的产量和质量，即所谓“三温定一温，一温定出酒率和酒质”。

原料出酒率随气温降低而升高，随气温升高而下降：每年的1、2月份，原料出酒率最高，可达45%以上，甚至约52%；最低则在炎热的第3季度，例如7月份约为39%，8月初可降至35%以下，只得停产检修。在产品的总量中，通常大_糙酒约占60%，二_糙酒约占40%。若大_糙出酒较多，则二_糙产酒量随之减少；若大_糙出酒偏少，则二_糙产酒量可相应增加。但也经常在发酵不大正常的情况下，出现因大_糙出酒少而影响到二_糙酒产量的现象。这两种原酒各自的产量，随季节变化的波动也较大。例如每班按投粮量1100kg计，大_糙酒产量为240~400kg不等；二_糙酒则为100~270kg，各季之间波动幅度都较大，尤其是二_糙酒。

原酒的质量大体上与原料出酒率呈正比关系，通常冬季酒质优于夏季。汾型原酒的质量有合格率、优质酒率及特优酒率之分：合格率在99.99%以上；优质酒率在43%~64%之间；特优酒率为0.94%~7.56%，有的高达10.96%，使用优化大曲者，有时达到20%以上。特优酒产率是指绵、甜、香三特酒的产率。

(4) 大_糙酒与二_糙酒的差异 这两种原酒因酒醅入缸条件及发酵最高品温等不同，故其香味成分及感官品评质量也有明显差异。

① 大_糙和二_糙物料入缸条件比较如表3-25所示。

表 3-25 大_糙和二_糙物料入缸条件比较

糙 别	淀粉含量	酸度	水分	入缸温度	辅料
大 _糙	65%~70%	≤0.1	54%左右	较低	无
二 _糙	40%~45%	1.0±0.2	60%左右	较高	有

② 二_糙酒与大_糙酒香味成分的差异。

a. 酯类。二_糙酒的乙酸乙酯含量多于大_糙酒；乳酸乙酯除2~6月份外，也是如此。这两种乙酯，在夏季6~7月份增长尤多。

b. 酸类。二糖酒的乙酸含量多于大糖酒；乳酸除个别月份外也如此。这两种酸在夏季 6~7 月份的增长状况与相应的酯类相对应，在二糖酒中增长较多。

c. 醇类。在二糖酒的高级醇中，异戊醇和正丙醇的含量均高于大糖酒。醇类含量受季节变化的影响不大。

d. 醛类。二糖酒的乙醛及乙缩醛含量均高于大糖酒，尤其是 6~7 月份，在二糖酒中增长更多。

原酒香味成分的绝对量，只是反映酒质的一个方面，重要的还在于众多微量香味成分之间的相对平衡。原酒须经贮存、勾调，才能作为产品出厂。大糖和二糖原酒及成品酒的主要香味成分比较，基本上如表 3-26 所示。

表 3-26 原酒及成品酒的主要香味成分比较

单位：mg/100mL

项 目	大糖酒	二糖酒	成品酒
乙酸乙酯	230~270	250~300	240~280
乳酸乙酯	150~220	150~220	150~220
乙酸	50~60	65~75	50~70
乳酸	8~14	8~14	8~14
乙醛	10~15	35~45	25~30
乙缩醛	15~20	40~50	25~40
甲醇	8~12	15~20	10~15
正丙醇	12~15	15~25	15~20
异丁醇	14~17	14~17	14~17
异戊醇	35~45	50~60	40~55

③ 大糖酒、二糖酒的感官品评质量

a. 大糖酒。清香突出；入口醇厚、绵软，爽口、回甜、尾净，回味较长；并具有一定的粮香味。

b. 二糖酒。具有欠谐调的清香，常伴有一定的辅料气味；入口冲辣，后味有苦涩感，但回味尚较长。

(5) 优质高产与总酸、总酯的关系

① 优质高产与酒醅酸度的关系。某厂查生产的原始记录发现：在 1979~1980 年间，发酵 15 天时的酒醅酸度为 1.24~1.53，成

品酒的优质酒率为 50%；1995~1996 年，某车间优质高产的 3 个班组，发酵 15 天时的酒醅酸度为 1.33 左右；1997~1998 年，某车间产品质量最好的 3 个班组，发酵 15 天时的酒醅酸度为 1.38 左右。由此可见，优质高产时的酒醅酸度，有个最佳范围。

② 优质高产与成品酒及原酒总酸、总酯含量的关系。成品酒的优质产品的总酸、总酯，应有一定的标准范围；与此相应的大_糖酒和二_糖酒的总酸、总酯，也应有个范围。某大型企业在 1999~2000 年，产品的优质酒率较高；查到相应的大_糖酒总酸在 0.667~0.795g/L 之间，总酯为 3.9~4.8g/L。

③ 优质高产与二_糖酒酸度的关系。某大型企业将优质高产的 A 组的二_糖酒，与劣质低产的 B 组比较，两者的原料出酒率相差很大。A 组的二_糖酒的酸度明显低于 B 组；而酒度则明显高于 B 组。由此可见，成品酒的原料出酒率和酒质，明显地反映在二_糖酒的酸度上。该厂在 1988 年 2 月，某先进小组的原料出酒率达到 55.54%，接近于现有理论计算的出酒率水平，被命名为全省“流酒大王”；然而，也有不少小组的原料出酒率却只有 39.01% 和 40.33%，足见精心操作和技术水平的重要性。

④ 寻找优质高产的最佳域。即找出原料出酒率与优质酒率、特优酒率、大_糖酒和二_糖酒总酸、总酯含量几者之间的最佳量比关系，以确定最佳的工艺点。据报道，某名酒厂 A 组在 1996~2000 年的几年中，原料出酒率平均为 47.73%，特优酒率平均达 7.22%；B 组连续 6 年，原料出酒率平均为 45.38%，特优酒率高达 10.96%。这些范例，无疑为寻找最佳之域创造了良好的条件。

⑤ 大_糖酒总酯、总酸含量与酒质的关系。据某厂统计，刚投产的第 1 排大_糖酒的总酯含量最低；次年 5 月份最后 1 排的大_糖酒总酯含量最高；每年 3、4 月份，大_糖酒的总酯含量由高向低变化，这表明为了防止酒醅酸败，在 3 月份降低物料入缸品温是必要的；在同一月份内，几乎都是大_糖酒品评分数越高的，其总酯含量也越高；也有的大_糖酒品评分数只有 60~64 分，但其总酯、总酸却相当高，因呈邪、杂、怪味，所以只能给低分，这可能是辅料、蒸馏

等方面的原因。大_楂酒的总酯、总酸含量，是逐月、逐季而变的。总地说来，凡总酯含量适当高的大_楂酒，其酒质较好，但总酯的最适含量应是多少呢？需要进一步分析研究才能确定，何况酒质还与各种酯的量比关系、各种酸的量比关系等有关。对二_楂酒的分析研究结果，与大_楂酒的上述情况相同。

最近，该厂每天对所有的生产班组的大_楂酒和二_楂酒进行品评并分析其总酯、总酸及其他成分的含量。品评结果分优质酒、一级酒、合格酒。优质酒率是评出的优质酒总量除以新产原酒总量；总酯达标率是新产原酒总酯达标量除以新产原酒总量。以此评比并总结出过硬的工艺操作规程。这里要指出：总酸与总酯同时较高者酒质较好，而不是酒醋酸败的那样总酸高而总酯不高；制酒工艺中，发酵期也不能太长，否则酒的风格会不符合要求。

(6) 防止酒醅升酸过高或酸败 汾型白酒生产中所谓的“见酒酸”现象，是指立_楂酒醅发酵、蒸酒后，二_楂物料污染大量产酸细菌而造成酒醅发酵时酸败的一种酿酒病害，致使出酒率和酒质明显下降。

① 具体现象。大_楂酒醅在生成酒精的同时，在正党情况下，也会产生一定量在允许范围内的酸。但是，由于气温较高、入缸品温降不下来，以及卫生状况较差和操作不当等原因，大_楂酒醅在出缸时酸度已超标。在大_楂酒醅出缸时接触大量空气，使原有的产酸菌大量繁殖并产酸；大_楂酒醅蒸酒后，物料在冷却、加曲等过程中又侵入新的较多的产酸菌，致使二_楂酒醅发酵时，酸度在原来的基础上又不断增长。

“见酒酸”现象也不是都一直持续下去，若配料、操作等措施到位，则3~5天就可扭转过来；但弄不好则会持续20多天，甚至不到天气凉爽时节就很难扭转。按气候条件，第2排的原料出酒率应高于第1排，但因“见酒酸”在通常情况下则相反。

“见酒”后入缸酒醅一直处于“见酒”状态，但为什么经过一定时日，酒醅酸度会自然下降呢？这是因为，生酸菌与其他菌一样，也有其从旺盛生长期、平衡期至逐步衰亡的过程；加之气温自

立排后的不断降低，转入正常发酵时，酒醅的酸度也就自然降下来了。

② 酒醅生酸过多的原因很多

润料：水温在 85°C 以下，操作不严、不细。

蒸粮：不熟不透。

用曲：使用质量不良的成曲；或使用过多贮存期短的大曲。

高温加曲：这是造成入缸品温较高、入缸后升温速度太快，最高品温偏高的主要原因，而为产酸细菌创造了大量繁殖和产酸的适宜条件。之所以产酸过多，都是因为产酸细菌占了优势，抑制了酵母的正常生长和发酵。可能是立排太早、自然气温太高而物料品温难以下降；或是人为的因素，如热料吹凉时风量太小、时间太短，求快图省事，未能执行“宁冷勿热”的原则。

大_糖：水分过高。

卫生状况：操作场地、用具、设备未能清洗干净和进行必要的消毒而反复使用。

封缸不严、装料不满：使物料进入过多的空气，须知产酸细菌不但喜欢高温，也大多是好气的。

实践表明，气温和空气中的杂菌状况是造成“见酒酸”现象的重要原因。如在同一个大的场地有 4 个甑、12 个小组，若有一处产生“见酒酸”现象后，其他三处虽分甑、分机、分场地、分缸操作，但也照样呈现“见酒酸”现象。

③ 防止酒醅生酸过多的措施。尽可能地降低立排时的品温：通常在 33°C 以上时，产酸细菌的生长速度远高于酵母；在 38°C 以上时，酵母细胞内酒化酶的作用就完全停止， 39°C 为酵母的死亡温度。因此，立排不应太早；立排期间，应利用夜间气温较低的条件进行热料的散冷和加曲，物料散冷时的场温最好不要高于 20°C ；要掌握“宁冷勿热”的原则，热料要散冷至低于场温 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ 才算操作恰当，以保证较低的入缸品温。在酒醅酸度较高、容易污染杂菌的自然条件下，更须做到低温入缸、缓慢发酵。这样既可抑制杂菌，又可避免因酵母自身发酵快速而产酸过多、酵母过早衰亡的现

象发生。

控制物料入池水分：若立排大_糖的入池水分太高，则酒醅升温较快、品温较高，产酸较多；二_糖酒醅蒸酒后，物料入缸水分再减一些，以免产生所谓的“见糟酸”现象。

注意文明生产：要强调环境卫生和工艺卫生，尽量做到分甑、分机、分场地操作，避免产酸菌和污染醅造成的交叉污染；场地、设备、用具等要严格清洗、消毒。

热季大_糖可适当减少用曲量，以防止物料入缸后升温太快、太高。减曲部分的糖化酶活力，可用糖化酶制剂弥补。例如耐高温活性干酵母用量为高粱的 0.25%~0.5%，糖化酶用量为 0.5%~0.8%。原料出酒率可提高 2.37%；但成品酒总酯及总酸含量则略低于采用传统工艺生产的成品酒。如果再使用少量生香活性干酵母，则成品酒总酯含量可高于采用传统工艺的产品。

避开“见酒酸”现象的高峰期：即在立排“见酒”后停止 5~7 天投料，以避过产酸期高峰。但要想既避开“见酒酸”高峰期，又不少投粮，并能与以后的生产衔接上，就得采取以下措施：立排期间双投料，即 1 天投入 2 天的料；“见酒”后双流酒若干天，即 1 天出 2 天量的大_糖酒醅。“避酸期”越长，则效果越好；但也不能太长，以免后面的生产无法衔接。因为既要考虑到酒醅的发酵期，又要照顾到生产的连续性和均衡性。

(7) 使用不同糖化发酵剂 例如有的高等院校试验：若大曲用量减少 40%、添加原料量 0.3% 的活性根霉菌并培菌 6h，再加入原料量 0.04% 的耐高温活性干酵母，则原料出酒率比传统工艺高 5.8%；与减曲 40%、添加耐高温活性干酵母和糖化酶的新工艺相比，原料出酒率基本上持平，但成品酒总酯含量可提高 23%，且生产成本也有所下降，而酒质不差于采用传统工艺的产品。所谓活性根霉菌是指以优良根霉菌株经扩大培养、低温干燥而成的糖化剂。其含有大量存活的健壮菌丝体及孢子，故活性强、酒醅起发速度快；并可弥补以糖化酶代替部分大曲而使成品酒香气不足、口味淡薄的不足。

(8) 装甑蒸馏 关于汾型大曲白酒的蒸馏原理、装甑的“八字”及蒸馏的 5 项原则,前面已予以论述。因为蒸馏是生产工序中极为重要的一环,故在此再补充以下 2 点。

① 装甑工的技巧和基本功的锻炼。看一个训练有素的装甑工操作,可以说是一种享受,因为那犹如一项美妙的节目表演,那舒展大方的身姿、轻巧稳当的动作、物料由他随心所欲撒布的情景,真值得人欣赏。为了缩小簸箕与甑面物料的距离,他将腰尽量弯下,但又不能把身躯趴在甑上,腰部乃空,以保证其灵活转动;做到十指抓地、两脚与两肩的间距相当、双膝稍弯、两腿贴甑;手握于簸箕中部,手心乃空,簸箕成了他理想的“道具”,在他手中应用自如、得心应手、灵巧转动,物料出箕速度恰当,以减小物料的惯性,收手时簸箕也不过高,尽量缩小出箕物料与甑面物料的距离,以便达到轻撒薄铺、上汽均匀的效果。总之,一切都显得那么轻松自然、有条不紊,游刃有余地驾驭簸箕和物料的技能,实在称得上是炉火纯青。眼敏心细;腰、腿、肩、肘、膀、腕、手等各个部位的关节和肌肉协调配合、转动灵便、收缩自如;推、拉、撒、擦几种手法并用,这难道能说无一点“艺术气息”感吗?因此,有的大厂举办装甑技术比赛,让 40 名装甑手相互学习,实在是必要的。有的专家说“勾兑的前提和关键在于蒸馏”,这句话是不为过的。

② 注意分段摘酒。有的厂过去基本上不分段摘酒,工艺规定每甑除摘取约 1kg 酒头、2.8% 摘为硬酒尾和软酒尾之外,其余不再分段摘取。但大_糖原酒入库时的酒精体积分数仍在 67% 以上,二_糖原酒的酒精体积分数在 65% 以上,成品酒合格率在 99.99% 以上。这也是汾型大曲白酒的优势之一。但是否分段摘酒就毫无必要呢?值得进一步探究。

(9) 制取高酯含量调味酒

① 高温发酵制取高酯含量调味酒。一般在夏季制作。加曲量可为 12%,入缸物料水分可稍高些,入缸品温控制为 24~25℃。入缸后约 24h,品温即可升至 34℃,最高达 36℃,并大量生酸。

约 36h, 主发酵可基本结束。整个发酵期为 28 天左右。

由于发酵品温高、酯化期长, 故所产酒的酯含量很高, 口味发麻, 对增强酒的后香和余香有明显效果。

该酒的总酸含量为 2.44g/L; 总酯为 10.6g/L, 其中乙酸乙酯为 4.1g/L, 乳酸乙酯为 5.6g/L。

② 低温入缸、长期发酵制取高酯含量调味酒。物料水分一般, 用曲量为 10%, 入缸品温为 9~12℃。于 4 月份入缸, 经夏季至 10 月份出缸蒸酒。要求在物料入缸时严格卫生管理; 并在酒酷度夏期间, 须将缸口封严。

由于低温入缸、长期发酵, 因此所产的酒总酯含量较高, 尤其是其中的乙酸乙酯含量很高, 口味较净。故将其用作调味酒, 对提高成品酒的柔和度、协调性及增强陈酿味, 均大有裨益。

该酒的总酸含量为 2.83g/L; 总酯含量为 9.73g/L, 其中乙酸乙酯为 6.34g/L, 乳酸乙酯为 2.23g/L。

(10) 汾型白酒贮存中的成分变化 与酒度有关: 高度酒在贮存过程中的总酯含量有所下降, 相应的总酸含量有所增加, 醛类含量略有上升; 低度酒在贮存过程中的总酯含量也有所下降, 总酸含量也有所增加, 但变化幅度均大于高度酒, 且醛含量有所降低。这是因为酒中的酸、酯、醇、醛、酮等成分, 构成了一个平衡体系, 这个总的平衡体系又有许多的子平衡体系所组成, 如醇酯比、酸酯比等; 随着乙醇与水比例的变化, 改变了原有的平衡体系, 造成醇溶性酯类的缓慢水解及醛类氧化等反应速度加快, 使酯含量下降及酸含量增加的幅度增大。另外, 在高度酒贮存中, 甲醇含量有所下降; 杂醇油含量基本不变, 这与它们的沸点有关。

所以, 今后应在这方面进行更深入的探究。

(11) 关于汾型大曲酒微量成分与风味的关系 深入了解这方面的内容, 有助于增强采用各种“优质高产”措施的针对性。

① 酯类与香味的关系 通常, 在汾型大曲酒中, 乙酸乙酯和乳酸乙酯约占总酯的 98%, 即这 2 种酯分别占总酯的 56% 和

42%。这个比例是构成纯正清香的基础。在放香较大、香气较长的好酒中，乙酸乙酯含量在 0.3g/100mL 以上，乙酸乙酯与乳酸乙酯之比为 1 : 1.3 左右；而香气较差的酒，则两者之比约为 1 : (1.8 ~ 2.0)。因为乙酸乙酯呈清香；乳酸乙酯呈糟香。此外，汾型大曲白酒中还含有约 16mg/L 的亚油酸乙酯、约 10mg/L 的油酸乙酯，以及棕榈酸乙酯等高级脂肪酸乙酯，若含量较多，则是引起低度白酒浑浊的几个主因。汾型大曲白酒中的丙酸乙酯、己酸乙酯含量，均在 3mg/L 以下；而乙酸异戊酯含量则达 3 ~ 4mg/L，接近于其在纯酒精中的阈值，具有良好的清香气味，其放香之效远大于乙酸乙酯。

② 酸类与酒味的关系 有机酸是重要的呈味成分。通常，汾型大曲白酒中的有机酸含量约为 0.1g/100mL，高于多微清香型麸曲白酒。乙酸和乳酸占总酸的 99%。乙酸与乳酸含量之比为 1 : 0.1 至 1 : 0.32，优质酒中乳酸含量相对为高，乙酸与乳酸含量之比在 1 : 0.3 左右。

③ 高级醇与香味的关系 适量的高级醇尤其是异戊醇是汾型大曲白酒的重要香气成分之一；但过多的高级醇则会使酒呈苦涩感。高级醇是酿酒酵母和生香酵母的发酵产物，若生产中过多地使用生香酵母，则会使成品酒呈酊香，并有明显的苦涩味。优质汾型大曲白酒的醇酯比为 1 : 5 以上。通常，高级醇总量为 0.15g/100mL 左右。其中，异戊醇和异丁醇占 50% 以上，而异戊醇又占高级醇总量的 1/3 以上。 β -苯乙醇是小曲白酒的风味特征性成分之一，这类酒的乙酸乙酯与乳酸乙酯之比通常 ≤ 1 ，这 3 种成分形成了产品复杂的香气；茅台酒中的 β -苯乙醇含量为清香型和浓香型大曲白酒的 3 倍左右；放香较大的优质汾型大曲酒中的 β -苯乙醇含量，也比一般的合格酒高 5 ~ 10 倍，这可能对其放香及纯正、清雅的风格产生一定的影响。

④ 羰基化合物与香气的关系 汾型大曲白酒中的羰基化合物主要是乙醛，含量为 200 ~ 300mg/L，它是白酒口感暴辣、不柔和的主要成分，但贮存中会明显减少，主要是借助于挥发和氧化作

用。异戊醛是酱香型和浓香型大曲酒的重要香气成分；但汾型大曲白酒中异戊醛的含量极微，仅在 0.5mg/L 以下。

⑤ 乙缩醛对香气的影响 乙缩醛具有良好的喷香，即进口香。在优质汾型大曲酒中的含量在 360mg/L 以下；而在普通的合格汾型大曲酒中，则高达 500mg/L 以上。由此可见，真正典型的汾型白酒，不重在进口香上，而主要在于饮后有余香。

⑥ 酚类及内酯化合物与香味的关系 自 1970 年 H. M. Liebich 等从牙买加老姆酒中分析出 7 种酚类化合物、6 种内酯化合物后，引起了国际酒业界对这两类化合物的重视。据分析，汾型大曲白酒有 9 种酚类化合物，其中有苯酚、4-甲基愈创木酚、4-乙基愈创木酚、甲酚等。优质汾型白酒中的苯酚含量最高，约为 25mg/L ；一般合格汾型白酒中以 4-甲基愈创木酚和 4-乙基愈创木酚为高，分别为 50mg/L 和 20mg/L 。与酱香型大曲酒和浓香型大曲酒相比，汾型大曲白酒的 4-甲基愈创木酚含量，高于茅台酒，而低于五粮液；4-乙基愈创木酚含量为茅台酒或五粮液的 $2/3$ 左右。汾型大曲酒中的酚类化合物总量，为茅台酒的 15% 左右，为五粮液的 $6\% \sim 7\%$ 。据此，估计酚类化合物对汾型大曲酒的风味影响度不大，至少不及对酱香型大曲酒和浓香型大曲酒的呈香和呈味作用那么重要。这类化合物的生成量与制曲原料、制曲温度及发酵工艺条件有关。

⑦ 碱性含氮（吡嗪）化合物与香味的关系 在各种香型白酒中，均有碱性含氮化合物检出。在汾型大曲白酒中，有 6 种这类化合物检出，主要是四甲基吡嗪、二甲基吡嗪。吡嗪化合物是烘烤食品的特征性香味成分，具有焦香气味。但从汾型大曲白酒中提取的吡嗪化合物，溶解于纯的稀酒精时，则气味清淡，可能是其浓度较低的缘故。上述两种吡嗪化合物在汾型大曲新酒中的含量，低于贮存后的老酒，可能它与老酒的风味有一定关系，但总地说来，对汾型大曲酒的香味，也不起重要作用。

⑧ 醚类化合物是否对汾型大曲酒的放香、呈味等有所作用，未见报道。但从汾型大曲白酒中，有 14 种醚类化合物被检出。

综上所述，汾型大曲白酒中的香味成分较为复杂，目前已检出的有 300 多种。但对于一些中小企业而言，还是应在“增乙降乳”等方面多做些工作，并制订和严格执行相应的制曲、制酒工艺操作规程，以突出和保证产品的典型性。

二、提高清香型大曲老白干酒质量的措施

如前所述，清香型大曲老白干酒的生产工艺有两种：一种是以纯小麦为原料制成的中温大曲为糖化发酵剂，采用混蒸续_糖老五甑的制酒工艺；另一种是与类汾型大曲白酒有些相似的工艺，即也以小麦、大麦、豌豆为原料制取的中温大曲为糖化剂，但原料配比不尽相同，制酒工艺也采用“清蒸二次清或三次清”法，而具体制曲和制酒工艺有其自己的特点。现将河北省某厂制取优质红心曲和混蒸续_糖老五甑的制酒经验综述如下，供参考。

（一）优质红心曲的制作经验

清香型大曲老白干酒生产中使用的清茬曲、后火曲和红心曲的制备方法不同，成曲的生化指标、出酒率及酒的风味也差别较大：清茬曲的发酵力和出酒率均较高，但成品酒的清香型大曲白酒典型性不强；后火曲酿成的酒香味浓郁；红心曲酿成的酒具有突出的水果样酯香，口感甜醇，其口味成分又大多源于“红心”。但不少小厂虽也对红心曲很感兴趣，然而对其制作技术较生疏。

1. 曲室

曲室坐北朝南，长 12m、宽 7.5m、高 3.3m。地面为压实的黄土；四壁以粗泥抹面；设有顶棚。没有设天窗；南北墙上各设有 6 扇对开的玻璃窗，窗的上端靠近顶棚，为增强保温保潮效果，窗内另覆 1 层可以启落的塑料窗。每个窗户分三扇，每扇均可调节开启度，曲室门外设有防风帘。每室在夏天可容纳曲坯 6500 块，冬、春季为 8400 块左右。因曲室较大，故入满一室曲坯约需 8h。

2. 原料及其粉碎度

大麦 70%、豌豆 20%、小麦 10%。若以小豆、黄豆、黑豆、蚕豆甚至豆饼代替豌豆，则均会影响成曲的质量。

3 种原料由人工混合后,经钢板磨粉碎两次,要求能通过 180 目筛孔的细粉占 40%~45%,其余为粗粉;以三指捏曲料能直立后松散,或手握能成团、松手则散开。由于用钢板磨粉碎,故物料皮壳较细、曲坯的疏松度和透气性较差;若用辊式粉碎机粉碎,则物料细粉多而皮壳粗、黏性较好,曲坯松紧适度,制曲效果会更好些。

3. 制坯

曲料加水量由压坯机的机轮控制,要求曲坯在入室时的水分为 42%~45%,因季节、气温而异,物料须水分均匀,无结块现象。曲坯由压坯机以链条传动经 7 次冲压、脱模而成,每分钟仅压 8~9 块。曲坯长 20cm、宽 12cm、厚 6cm,每块质量 1.95~2.05kg。要求 6 面光滑、平整、饱满,软硬度、松紧度及厚薄均一致。

4. 曲坯入室

先将室温调节为 15~20℃,夏季尽可能保持较低的室温。再在地面铺一层 1cm 厚的稻壳,并喷洒适量清水,使其保持微湿状态。

曲坯呈“品”字形、东西方向排列成行,曲块的间距为 1~3cm,冬近夏远,每行放 3 层,层间撒 1 层稻壳后,再用 3~4 根茅秆相隔。为便于盖、揭草席和测温等操作,行间应留有宽 60~80cm 的通道。

曲坯入室经 3~4h 风干后,即可盖席保温保潮。

5. 上霉,俗称“挂衣”

这是首要阶段。上霉良好对曲块在培养全过程中具有充足的水分至关重要,因为品温升降的高低和培曲期的长短,在很大程度上均取决于曲块的水分是否适当。

夏季因气温较高,应开窗上霉。北方有的厂制伏曲难以上霉,其主要原因就在于关窗,致使曲坯入室不久,室温就超过了上霉的适温。结果,品温越升越快、曲块表面水分急剧大量蒸发,造成无霉烤皮现象,影响成曲外观及内在质量。因此,该阶段应尽量使室温保持在 28℃ 以下。若因自然气温很高,即使开窗也难以控制,

则可往苇席上喷洒适量洁净的冷水，以利于曲室降温、保潮。

北方冬、春季节风大而空气干燥，气温较低，可关窗上霉。曲坯经 5~6h，品温可缓慢上升，曲块表面渐渐呈现白色斑点，表明已上霉。这些斑点主要是拟内孢霉的菌丝，以及稍大于针尖呈乳白或乳黄色的酵母菌落。这些微生物在曲块表面的繁殖，使曲块品温上升。

通常，夏季经 40h 左右、冬季经 80h 左右，品温可升至 32~38℃，这时可视上霉程度考虑揭席与否。由于曲坯入室时间拖得较长，故先入室的曲块那边，可先揭席，并开上部小窗排潮散热；霉未上好的那边，可迟些揭席。待 80% 左右的曲块已上霉时，即可打开“上窗”排潮降温。在正常情况下，在曲坯入室后约 30h，室内即可闻及水果样香味，冬、春季尤为明显。

6. 晾霉期

该阶段是排潮降温、使曲块表面干燥，微生物由表面向内繁殖，且菌相也发生相应的变化。

窗子要渐渐开大。约经 10~20h，可根据曲块的软硬程度，上下进行第 1 次翻曲；以后每天翻曲 1 次，并将厚薄不等的个别曲块位置进行内外调整，以利于中、后期的管理。根据曲块的承压能力，该阶段的曲块高度，以不超过 5 层为宜，曲间距则也随层数增多而加大。

该阶段要求室温控制为 22~26℃，曲间品温为 25~30℃，与曲心温度基本相等，呈同步上升趋势。若品温较高，则会使曲块表皮菌丛长得过厚而起皱，或致使曲皮酸败、淹皮，在培曲的中、后期水分难以挥发，曲块承压后易变形。晾霉以渐晾为原则，并在一定时间内晾透，否则曲块表面微生物继续大量繁殖、产热，形成厚皮曲。晾霉阶段也不应有较大的对流风，以免曲皮干裂。待曲块表面已基本干燥不黏手、曲块定形时，可继续晾霉 1~3 天。

晾霉标准的感官检查指标，以曲块干皮厚度达 0.2~0.3cm 为宜，这样既能保持曲块内部适度的水分，又不易产生“风火圈”，也称水圈或黑圈。

7. 潮火期

潮火是指湿度大、温度高。潮火期是曲块高温排水的高峰阶段,可使某些微生物得以繁殖并产生相应的代谢产物,同时积累一定量的酶源。培制大曲的全过程,就是要在不同的时间和温度、湿度、供氧状况、营养等条件下,繁殖各类微生物、产生各种成分及酶系。

该阶段主要以开闭窗户和翻曲来控制室温、调节曲间温度。起潮火要稳,升温不能过急过猛,应待曲间温度和曲心温度同时上升、乃至曲心高于曲间 1°C 时,再渐渐关严窗户升温。升温的过程好像爬台阶,每天窗户两启两封,品温两起两落,每天控制升温幅度以 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 为宜,故品温升至 $41\sim 43^{\circ}\text{C}$ 需 $5\sim 6$ 天。所以还须每天翻曲 1 次,曲块由品字形改为井字形,当增高至 6 层时,即可不用茅秆相隔。

在潮火期的最后阶段,待品温升至 $44\sim 46^{\circ}\text{C}$ 时,即可转入大火期。整个培曲过程可分为前期、中期和后期,以大火期为培曲中期。

8. 大火期

保持该期的相对恒温和一定的湿度,是培制好红心曲的关键所在。红心是在高温低潮条件下形成的。

曲块高度由 6 层增至 7 层、进入曲室时有燥热感,并能闻到主要由美拉德反应形成的曲香,这表明已进入大火期,又称干火期,即品温可达培曲全过程的最高值,而且室内相对湿度较小。

该期需经 $7\sim 8$ 天,仍为微生物的旺盛生长期,并进行各类微生物的盛衰交替,一些耐高温的细菌和霉菌生长速度较快,各种霉菌的菌丝由表及里快速繁殖、水分及热量不断地由里向外散发,为酶的积累和红曲霉的繁殖创造良好的条件。

每天翻曲一次,为使翻曲时间短、降温幅度小、少开门窗,曲块仍码为井字形。翻曲时室温保持为 $37\sim 42^{\circ}\text{C}$,翻曲后品温下降幅度不超过 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$;曲间品温保持为 $47\sim 49^{\circ}\text{C}$,最高不超过 50°C 。

大火期不强调品温的升降幅度和晾霉极限,只需随时注意变更

开窗的位置，以利于曲间品温的一致和功能菌的生长。在大火前期，只要品温达到 49°C ，就应开窗予以控制。在进入大火期的第 2 天，品温就应保持 $47\sim 49^{\circ}\text{C}$ ；在大火期的最后 1~2 天，可将品温提高至 $49\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，以利于散发掉曲心多余的水分，避免曲心窝水变黑或生心。

通常，在大火期的中期，较薄的曲块就已呈现红心，曲心温度可达 $55\sim 58^{\circ}\text{C}$ ；自曲坯入室后的第 14~16 天检查曲块断面，发现有 80% 以上的曲块，已形成宽 $0.3\sim 0.5\text{cm}$ 、长 $2\sim 3\text{cm}$ 的红心。

该厂过去曾片面地强调在大火期窗子要两开两封、品温要两起两落，所以虽然品温也控制在 47°C 以上，但因品温升降幅度较大、曲心湿度过低而未能形成红心。后来，又刻意将品温提高到 51°C ，仍然因湿度条件不够而无红心。经反复试验和体会，终于总结出如下的结论：即品温应控制为 $47\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，则有利于红心的形成，若低于 47°C ，则由于曲心剩余水分太多而难以生成红心；若品温高于 50°C ，则由于曲心水分挥发过早、过多，也不能形成红心，而使荏口断面发灰、变褐，影响成曲质量。

9. 培曲过程的后期管理

整个培曲期为 23~26 天，其中后 10 天左右为后期。即在曲坯入室 15~16 天后，品温开始下降，这时已有 70% 的曲块接近成熟，曲心水分较少，产热极微，若保温操作不当，则品温会很快下降。但实践证明，该阶段若品温下降速度越慢，则成曲质量越高。因此，要严格开闭门窗，在翻曲时应少开窗或不开窗；翻曲次数要减少；曲块码置可由井字形改为人字形；高度不限于 7 层，可增至 8~10 层；曲间距可逐步缩短至 $3\sim 6\text{cm}$ ；翻曲后，若品温在 35°C 以下，则可在曲块四周和上方加盖苇席保温。由于曲块尚有残余水分，故可在每天中午前后，适度小开窗子排潮 30min。

在最后的 3~4 天，翻曲次数更少，曲间距以缩至 $2\sim 3\text{cm}$ 为宜，并继续盖席保温。待品温降至接近于室温，即夏季为 $30\sim 33^{\circ}\text{C}$ 、其他季节为 $20\sim 29^{\circ}\text{C}$ 时，因个别较厚的曲块内部尚存残留水分，故可将曲室的所有门窗打开，自然风干 2~3 天后，曲块即

可出室，这样可预防曲块在贮存期间因反火而影响成曲质量。

10. 成曲质量

(1) 感官状况 呈清香带曲香；表皮雪花样斑点分布均匀，无烤皮现象，表皮厚 0.2cm，曲块内部从外往里呈青白色、白色、铁红色。大麦壳上布有黄色斑点。

(2) 检测数据 成曲率在 92% 以上。出室时的红心曲平均水分 13%，酸度为 0.71，糖化力为 1006.34U/g；其中曲心部位水分 16%，酸度为 0.61，糖化力为 548.57U/g。发酵力未测。

(二) 老白干大曲酒酿制经验实例

1. 清蒸二次清工艺的经验

以清茬、后火、红心三种曲按一定比例混合后，作为糖化发酵剂，其中红心曲的制法见本节二、(一)。这是华北某厂的经验。

(1) 原料及大曲的粉碎度

① 高粱粉碎度。高粱经振动筛除去杂物后，用辊式粉碎机粉碎，要求能通过 20 目筛孔者占 20%~30%；未能通过者占 70%~80%，即每粒高粱粉碎为 2~8 瓣。冬季润料水温较低时可稍细，夏季水温较高时可稍粗。若原料粉碎过细，则润料时吸水量大、结块多、蒸粮后过黏，加之大曲粉碎较细，会使酒醅升温猛、最高品温持续时间短而产酸过多，成品酒杂味重，出酒率也较低。

② 大曲粉碎度。也应掌握夏粗冬细，以及大_楂用曲稍粗、二_楂用曲稍细的原则。若发酵期为 28 天，则大曲的粉碎度应为黄豆粒大者占 50% 左右，其余为细粉。这样有利于发酵前期缓慢升温，酶活力持续时间较长，酵母也不易衰老。

(2) 高温润料、辅料清蒸

① 高温润料。用 70~90℃ 的热水，将原料润透而不淋浆，使其含水量为 55%~62%。因“清蒸二次清”工艺在蒸粮后、散冷前还要泼 1 次水，故高温润料时加的水称为“前量”，经验是“前量宜大、后量宜小”。物料加热水拌匀后，进行堆积，堆心温度为 42~52℃，堆积时间为 18~20h。期间每隔 5~6h 须倒堆 1 次，以利于物料吸水均匀，堆积后粮香明显，酸味很小，成品酒无异味；

若堆积过程中只倒堆 1 次，则物料有干粉和黏块，粮香不正，闻有馊酸味，成品酒口味稍杂。

② 辅料清蒸。稻壳须清蒸 60min 以上，驱除呈辛辣、刺激味的糠醛等有害成分。若清蒸 30min，则辅料的多聚戊糖含量为 0.1367%，成品酒清香不明显，微有辅料味；若清蒸 60min，则多聚戊糖为 0.1137%，成品酒清香突出，入口爽净，无邪杂味；若清蒸 90min，则多聚戊糖为 0.0992%，成品酒清香突出，口味谐调，无邪杂味。若辅料不清蒸，则多聚戊糖含量为 0.4575%，成品酒暴辣，生辅料味和杂味突出，原酒贮存 1 年后辅料味仍不消失。

辅料用量为高粱的 20%，若使用 3 份稻壳、1 份小米壳，则可使成品酒由于小米壳而增强一定的醇香和糟香风味。

(3) 低温发酵 其条件是大_糯的淀粉浓度、水分、入缸品温须适当。若三者较高，则发酵温度也较高。

① 大_糯 入缸淀粉浓度为 30% 左右。

② 大_糯 入缸水分以 52% 为宜。若水分较高或较低，均会使成品酒存在后味较短的缺陷。

③ 大_糯 入缸品温。若大_糯 入缸品温为 12~17℃，则酒醅升酸（指酸度）幅度为 0.5~1.4，原料出酒率为 40%，成品酒香气纯正、落口甜爽，回味较长，杂味极微；若大_糯 入缸品温为 18~23℃，则酒醅升酸幅度为 0.7~1.8，原料出酒率为 38%，成品酒香气尚可，但后味稍杂；若大_糯 入缸品温为 25℃ 以上，则升酸幅度为 1.2~2.1，原料出酒率为 33.42%，成品酒香气不正，口感冲辣、微呈苦涩，并有邪杂味。因为入缸品温高，则必然使发酵速度加快，酒醅品温较高，高级醇生成量较多而成品酒苦味明显；较高的发酵温度，还会使酒醅被能产生丙烯醛等不良成分的某些乳酸菌等杂菌严重污染，不仅给成品酒造成持续性的苦味感，并能呛鼻刺眼，这在夏季尤为多见。

经反复试验确认：在冬季，只要大_糯 酒醅升温幅度在 7℃ 以上，最高品温在 20℃ 以上，则不会影响成品酒的产量和质量。例

如：在 10~11 月份，连续 1 个月内，大_糙入缸品温为 11~15℃，由于地温较低，6 天后品温才上升 2℃，但至第 12 天时，品温达最高点，为 23℃，升温幅度在 7℃ 以上，升酸幅度为 0.45 左右，大_糙酒醅出缸时的酸度一直在 1 以下，故出酒率稳定，成品酒香气正、甜味重、后味净。

为保证和提高酒质，大_糙入缸品温以 12~17℃ 为宜；二_糙入缸品温可控制为 18~25℃。因此，华北地区某些企业，每年自 6 月下旬起，安排停产两个月、检修设备。

(4) 重视蒸馏 在正常情况下，酒精接近酒尾时才急剧下降；酸在酒头及中段酒里稳中微升，后期增长较多；醛、酯、高级醇大多集中于酒头，以后逐渐下降，惟酯类在酒尾中有所回升，因乳酸乙酯及高级脂肪酸乙酯均沸点较高，呈甜味的多元醇也大多集中于酒尾。

① 接酒温度及速度。不宜用铁铲代替传统的簸箕装甑，不宜强调快速蒸馏、高温流酒。

该厂确认接酒的最佳品温为 25~28℃，流速为 5~7kg/min。这样既少“跑香”又不损酒，还可排除有害成分。若接酒温度高于 30℃，则沸点稍高的香味成分会跑掉；若酒的喷香度过强，则可将接酒温度适当提高一些，以挥发掉过多的低沸点成分。

② 量质摘酒。大_糙酒和二_糙酒至少各摘取中段酒的 3 个馏分，分质入库。

(5) 全面强化卫生管理

① 操作场地面用青石板铺成，班后须冲洗干净。

② 地上的通风晾_糙设备、甑排，班后要彻底清扫，不得残留任何杂物和糟粕；班后放净甑锅水，并用清水冲净，蒸馏前放水冲洗冷凝器和过滤器；下班前将所有工作用具刷洗干净。

③ 润料用水。用蒸汽将新鲜井水加热至 100℃ 后，封闭降温至预定温度。

④ 润料后的料堆、出入缸的物料、所用的曲粉、辅料，均须单独堆置整齐，不得混杂。

⑤ 在蒸粮、蒸酒之前，开汽半分钟，以排尽管道里的废气和冷凝水。

⑥ 发酵缸及瓷砖地，在每天入料前须用洁净水和花椒水各刷洗1遍；缸盖使用干净的青石板；覆盖物为新鲜稻壳，并须定期更换；每班须清扫发酵室，确保环境卫生。

(6) 认真贮酒、勾调

① 贮酒。容器以容量为350~1000kg的陶瓷坛为好，太大或太小均会影响老熟效果；内涂血料的容器，对要求贮存期较长的白酒有害无利，因蛋白质的溶出会使酒色泽变黄甚至带有鱼腥味。

贮酒期以6~18个月为宜。贮存1个月，乙酸乙酯含量为139mg/100mL，乳酸乙酯为130mg/100mL，乙醛为110mg/100mL；贮存18个月，乙酸乙酯为117mg/100mL，乳酸乙酯为38mg/100mL，乙醛为46mg/100mL。但若贮存过久，则前香不明显而口感变得淡薄。

② 勾调。不能用一般的生水作为加浆用水，应使用软化水，并须先加浆后贮存。勾调时，应针对基础酒缺什么补什么，以收到以香抑邪，以酸助香、增味，以甜压苦的效果。须先勾调小样，与标准样比照合格后，方能勾兑大样，大样再检验、品尝合格后，才能装瓶。

2. 混蒸续_渣老五甑法老白干大曲酒工艺特点简述

① 大曲用量为17%~19%，使用小麦中温曲或大麦加豌豆、小麦中温曲。

② 无须高温润料及熟料在散冷前泼热水的操作。

③ 发酵容器大多为水泥池，封池用塑料薄膜覆盖稻壳，也可用黄泥封池。

④ 发酵期较短，为12~15天。华北地区某厂的物料入池条件，如表3-27所示。

⑤ 蒸馏。这里所谓的老五甑“蒸五下四”操作法，是指池中自上而下有发酵成熟的4甑酒醅分别为小_楂、二_楂、大_楂、回活；小_楂出池后不加新粮，蒸馏后只加大曲，作为下一轮（或称排）的

表 3-27 物料入池条件

项 目	夏 季	冬 季
粮醅比	1 : (4~4.5)	1 : 4
物料水分/%	57~59	56~58
物料淀粉浓度/%	15~17	16~18
物料酸度	1.2~1.6	0.9~1.3
物料温度/℃	接近自然温度	17~19
酒醅发酵升温幅度/℃	15~17	13~15

回活再入池；大_糙和二_糙出池后，分成了甑材料，并按不同比例加入新粮，混蒸后作为下一轮的大_糙、二_糙、小_糙再入池，蒸取的酒称为_糙酒；回活出池后也不加新粮，蒸馏后也不加曲，作为丢糟不再入池，蒸取的酒称为糟酒。“回酒”香味谐调净爽、绵柔醇厚；粮酒粮香突出，口感甘冽；糟酒糟香明显，呈很强的复合香气，口感回甜，是构成老白干酒主体香气成分的主要来源。上述3种酒在蒸馏时又都进行分段摘酒后分别贮存。

⑥ 贮酒、勾调。原酒贮存期分1、2、3、5年不等。再将不同酒龄的酒按一定的比例勾调为成品酒。一级品率可保持在98%以上。按成品酒酒精体积分数为65%计，原料出酒率在44%以上。

该酒以乙酸乙酯为主体香成分，但清香中略带酱香，余香悠长，口感醇厚甘爽。

3. 以豌豆为原料制调味酒

将豌豆粉碎成4~8瓣，加80℃的热水20%~30%，润料2h，蒸料、摊凉、加10%大曲粉，入缸发酵28天后蒸酒。或以豌豆和高粱各50%为原料，分别粉碎后混合蒸料、摊凉、加曲、发酵、蒸馏。所得的原酒贮存半年后，可用作调味酒，以弥补基础酒典型性不强、口味欠净的缺陷。

三、提高大曲青稞酒原料出酒率的体会

1. 制曲

原料在夏天可粉碎粗些、冬天可细些；在制曲周期较长时，制曲原料也可粉碎得粗些。

青藏高原为高寒地带，在培曲过程中经常会出现上霉不良和曲皮裂口的现象，成曲的糖化力和发酵力均较低。应强化曲房管理，在曲坯入室前，应关闭门窗，要使曲室保持适当的温度和湿度。在曲坯入室后的 24~48h 之内，也要关闭门窗；若在培曲 48h 上霉状况仍不良，则应延长上霉时间，使上霉良好。

2. 严格控制入池条件

入池品温控制为 17~19℃；大_糙入池水分为 45%~47%，二_糙、三_糙为 52%~53%；大_糙入池酸度为 0.6~0.8，二_糙为 0.8~1.0，三_糙、四_糙在 1.4 以内。

清香型传统小曲白酒生产技术

这里所说的传统小曲，与第五章论述的纯种根霉、酵母散曲不同：传统小曲是呈小块状的，以大米粉或米糠等为原料，主要利用天然微生物，或纯种根霉、酵母培养而成；纯种根霉、酵母散曲则自 20 世纪 50 年代由传统小曲演进而来，呈散粒状，以麸皮为原料，只利用纯种根霉和酵母培养而成。用这两种曲分别酿制白酒时，则培菌、糖化、发酵等工艺基本相同，所得的成品酒成分和风味也大体相近。因此，在本书第一章的有些内容中，将其统称为清香型小曲白酒予以论述。但是，这两种曲毕竟在原料、菌源、制曲工艺条件、菌相、酶系、微生物代谢产物等方面有所差异，何况有些传统小曲在制坯时，还使用了一种或多种中草药。但用它们酿制的成品酒的差异在哪里呢？还需今后进一步具体深入地分析和研究。因此，本书将其安排在第四、五两章中分别论述。与这两章很多相关的内容，可参见笔者编著的《小曲白酒生产指南》（中国轻工业出版社，2000）一书，本书不予重复。

第一节 传统小曲制法实例

一、闽西白酒药

1. 原料配比

纯米粉 500g 或米粉 350g 加细米糠 150g 混合, 要求能通过 20 目筛孔。整株辣蓼草 187.5g, 整株马鞭草 125g, 桃树鲜叶片 125g, 麻黄适量。

2. 制曲操作

(1) 研磨 将麻黄研成粉末, 通过 70 目筛孔后, 与已干蒸 2h 的米粉拌和均匀。

(2) 煎药汁 将辣蓼草、马鞭草、桃树叶洗净, 加一定量水于锅中煎煮 2h 后, 滤得煎汁。

(3) 制团块 将米粉和麻黄混合物与冷却至 40℃ 的煎汁, 以 2:1.1 的比例混合均匀后, 制成馒头状团块。

(4) 培曲 将上述团块置于洁净的缸内、加盖, 可稍透一点气。在室温 28~30℃、品温 25~30℃ 下, 培养 5~7 天后, 掀盖观察, 若团块已长满白色绒毛, 并呈特有的曲香, 则可用刀将团块切成块状, 在阳光下晒 5~6 天, 即为成曲。

二、册亨酒曲

居住于贵州省的册亨布依族, 家家户户一年四季都制“老毫哄”(布依语为包谷酒)、“老毫洪”(米酒), 自饮或馈赠亲友。

100kg 大米可制酒精体积分数为 18%~22% 的大粕酒 120kg。所用的酒曲大多由妇女制作, 每年 6 月份采集中草药材、晒干捣碎, 在立秋之前将酒曲制好, 称其为“火酒药”。

制作酒曲的中草药材有以下 12 种, 其名称(布依语)分别为亚霞(根)、甘草(叶)、桔巧(全草)、巧坳(全草)、勒蒂(全草)、告勒(藤叶)、巴谢(全草)、尾坳(全草)、窖背(花)、热外(全草)、厥荡(全草)、绕贤(全草)。

其中亚霞、巧坳、告勒、厥荡、绕贤的分量比其他药材多 1 倍, 其他各药材的用量相等。1.5kg 药材用 8L 谷子捣细拌匀, 加入陈曲丸 1 个、0.5kg 红糖或蜂蜜, 用甘草、勒蒂熬水制成曲坯, 培养成熟后晒干即可。每个小曲约 32g, 用 8 个酒曲可制取 20kg 低度白酒。

三、湖北绿衣观音土曲的制作

1. 用料及其配比

(1) 用料要求及处理

① 观音土。晒至半干，以杀死部分有害微生物；再经粉碎后通过孔径为 1.2~1.5mm 的细筛，以去除粗粒及杂质。

② 米粉。应使用新鲜无虫害、药害、腐烂霉变、碎石、杂质的早稻米，粉碎后须通过孔径为 1~1.5mm 的细筛。

③ 米糠。应使用新鲜、松散、无病虫害、无药害、无霉变及碎石、杂质的早稻皮糠，并能通过 1~1.5mm 筛孔的细筛。

④ 种曲。碾槽在使用前，先洗净、烘干；碾碎的曲粉须通过 1~1.5mm 筛孔的细筛。应现碾、现筛、现用，最好不要过夜。

⑤ 水。使用无污染经处理的自来水拌料，气温较低时，水应适当加热后使用。

(2) 用料配比 如表 4-1 所示。

表 4-1 用料配比

单位：kg

季节	观音土	米糠	米粉	种曲	水
春秋	35	16	4	1.2	22
夏	40	16	16	1.2	24

2. 卫生管理

① 原料。须分类堆放；凡霉变的原材料，不得入库；大米、米糠须在通风、干燥处贮放。

② 用具。水桶、粉盆、簸箕、盖垫、箩筐等，均须清洗干净。一旦发现污染杂菌，须用石灰水彻底洗净后，再用清水冲洗、晒干。

③ 曲室、烘房。须定期消毒，夏季停产时消毒 1 次；春节节假日时消毒 1 次；春季杂菌较活跃，各曲室轮流消毒 1 次。

④ 劣曲等处理。对质检不合格的种曲和土曲，一经发现，立即销毁；对污染的物品，均不得在曲室内进行处理。

⑤ 培曲车间的洗手间、值班室。须经常保持清洁；上、下班之前，均由值班者拖洗一遍。

⑥ 操作工上班前须洗手、穿洁净的工作服、戴口罩；下班前做好个人及车间卫生工作。

3. 曲室准备

坐北朝南，在贴近墙脚的上方，设置南北对流用的通风窗；天花板用大的竹帘或其他易透气又防潮的竹木等材料制成，竹帘上面铺厚约 30cm 的稻壳，以利于保温保潮。曲室由温度控制仪或生炉子使室温保持在 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ 之间，并用喷洒热水的方法来保温保湿，使曲室相对湿度在曲坯入室前保持在 90% 左右。铺箱底用的稻壳须经过筛后清蒸，过筛后的粗稻壳用以生炉子，燃烧后的稻壳灰，应集中起来，用以在将种曲磨浆后米浆沥干时吸水。温度计及干湿球温度计应经校正后使用。

4. 制曲坯

料盆或料池应制成直径 1.2m、深 50cm 的木盆或水磨石池，内壁和沿口须打磨光滑，以利于操作。称种曲时，应使用较精确的台秤。

① 拌料。先将米粉、米糠置于料盆或料池中充分混匀后，加入种曲粉拌和均匀，直至见不到米粉色泽；再倒入观音土，拌匀至无明显的米糠颜色。

② 加水。按原料配比定量加水，绝不能单凭手感加水，以免各批次曲坯水分不一而影响开箱时曲块的质量。春、夏、秋三季可直接加自来水，冬季气温偏低，可用热水对冷水，使水温为 28°C 左右，加水翻拌均匀至盆中物料干湿一致、手捏时不松散即可。

③ 成坯。按传统方法，用手捏成呈球状的曲坯，其大小因季节而异，冬季稍大，直径为 $6\sim 7\text{cm}$ ，以利于保温；春节气温适中、湿度较大，易感染杂菌，曲坯应小些，直径为 $5.5\sim 6.5\text{cm}$ ；夏季气温高，品温易升高，曲坯也须相应小些，为 $5\sim 6\text{cm}$ ；秋季曲坯大小居中，直径为 5.5cm 左右。曲坯应形状、大小、松紧度基本

一致。

5. 培曲过程

(1) 曲箱培养

① 曲坯入箱。在干燥洁净的箱垫上面，撒一层经清蒸、厚约 1cm 的稻壳后，将上述曲坯依次排列于稻壳上，相互靠拢而不挤压。若两批曲坯水分等条件不尽一致，则应将其置于不同的箱中，以利于掌握培菌状况、及时出箱。曲坯入箱完毕，在每箱中选两个曲坯，插上温度计、盖好竹垫子、调节室温为 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 90% 左右，关闭曲室及缓冲间的门。

② 箱内培曲。约经 3~4h 后，因微生物的繁殖和代谢，曲球排放 CO_2 ，发出犹如蚕吃桑叶般的咝咝声；约至 8h 后，此声最强；后又渐弱。在曲球排放 CO_2 的同时，也散发热量及水汽，使其表面品温上升，并呈水晶状态；到第 14h 时品温可升至 28°C ；此后，随着品温的不断上升，曲球表面可见随风飘动而稀疏的气生菌丝。这时品温可达 $31\sim 34^{\circ}\text{C}$ ，打开箱盖垫子，能闻到浓郁、优雅的香气，手摸曲球不感黏滑，即可出箱。

(2) 曲架培养 共 5 天，因品温不断上升，故俗称“5 烧”，即每“烧”为 1 天。实际上小曲的培养过程和阶段，类似于大曲，只是具体术语、条件、管理、菌况、酶系、代谢产物等不同罢了。因此，读者完全可以举一反三，运用各类曲制作的理论和经验，创造出新型的优良酒曲。

① 第 1 天，俗称“单烧”。开箱后，待箱内温度与室温持平，即可捡曲转至曲架。此前应将所需的竹帘子洗净、烘干。捡曲时，应尽量少接触曲球，以免损伤刚生长的菌丝，并保持曲球的完整。曲球摆放于竹帘上时，应相互相对靠拢而不挤压，曲球间的空隙力求一致，以利于透气、保温、保湿均衡。将竹帘和曲球置于曲架的上面 2 层，即第 1、2 层。

“单烧”是好气菌继续繁殖的第 1 天，品温可逐渐升至 32°C ，曲球表面水分仍较充足且呈光滑状态，并逐渐变成白霜状，将其抹平后闻时，有一股类似食用平菇菌样的浓郁香味，用显微镜检查可

知,生长最旺盛的微生物是根霉和棒曲霉的气生菌丝、裂殖的酿酒酵母,以及芽殖的假丝酵母等。“单烧”通常历时 22h 左右。

② 第 2 天,俗称“二烧”或“夹烧”,历时约 24h。将“单烧”后的两个竹帘曲球相叠,置于第 3 层曲架上,使曲球表面菌丝继续生长、呈现突起的酵母菌落;当品温升至 31℃ 左右时,曲球表面的“白霜”层逐渐增厚。

③ 第 3 天,俗称“三烧”,历时也 24h。应先进行翻曲和调换曲帘的位置,使各曲球及同一曲球的各部位长势均匀。即将同一竹帘上受风的曲球换到背风处,受风面翻至背面;向火的曲球翻至背火处,背火的曲球翻至近火处。将近火的曲帘与远火的曲帘互换位置;并将 3 个曲帘叠置于第 4 层曲架上,原来的中、上帘翻至下帘或中帘,原来的下帘改为上帘或中帘后,继续培养。

经“三烧”的曲球表面,呈现不同色泽的孢子梗、孢子囊和孢子:有白色、淡黄色的米曲霉、棒曲霉的孢子梗;有白色、淡黄色、嫩绿色、蓝绿色等各种颜色的孢子囊,以及孢子。

④ 第 4 天,俗称“四烧”,历时 24h。先进行如同第 3 天开始时那样的翻曲和调换曲帘的位置。并将曲帘移至第 5 层曲架上。“四烧”过程的曲球水分挥发较多,品温上升幅度也较大,通常可达 35~37℃,当中帘子的曲球温度高至 40℃ 以上。“四烧”结束时,曲球表面布满大多呈绿色的孢子,并开始出现细小的裂缝。

⑤ 第 5 天,俗称“五烧”,历时 24h。这是成熟的过程。先将曲球稍微散开,以利于曲球散热和挥发水分;并将 5 个曲帘一起叠置于曲架的最底层,即第 6 层,且为近火的曲架。“五烧”后的曲球,呈现较深的裂口;将曲球扳开闻时,有近似于熟豆腐渣的香味。

(3) 烘干 将上述曲帘抬至烘房,并打开天窗,在 35~40℃ 的室温下干燥。期间应经常翻动曲球。烘干后的曲球,表面有嫩绿色或墨绿色的孢子,裂口自然,茬口截面色泽一致,曲香浓郁,无邪杂气味。

6. 质检、贮曲

感官检查合格、糖化力和发酵力均达内控指标的曲，方能入库。通常在夏季制作的曲球，其糖化力和发酵力质检指标，可略低于其他季节制的曲球。通常在贮存两周后，经检测糖化力和发酵力达标时，方可出库使用。成曲的最适使用期为贮曲的 15~100 天之间。

上述制曲工艺为经优化后的工艺，成曲合格率由原工艺曲的 65% 提高到 87%，优质率提高 3%。

四、湖北加药糠曲制法

1. 外观

外观呈不规则方形。每块重约 23g。内外呈黄褐色；药材气味不明显。

2. 原料配比

每 50kg 成曲用料为：糠 25kg，白泥 40kg，碎米 5kg，曲母 2kg。巴豆 250g，麻黄 31g，桂枝 31g，陈皮 125g，川芎 39g，辛药 375g，芽皂 46.5g，细辛 31g。

3. 制法

与湖北绿衣观音土曲基本相同。即将原材料粉碎、加水、拌和、制坯后，先在曲箱内培养 1 天。第 2 天转至曲架，培养到第 5 天，第 6 天烘干或晒干即可。

五、制作强化小曲的 2 个实例

1. 实例一

这是广西某厂制作强化小曲的工艺。

(1) 原材料

① 大米粉。将 250kg 早稻米粉碎至能通过 40 目筛孔。

② 中草药粉。7 种中草药粉混合使用，其配比为辣蓼草 5kg，桑叶 1kg，陈皮 0.5kg，川芎 0.25kg，小茴香 0.25kg，北细辛 0.5kg，紫苏 0.5kg。取混合物 5kg 备用。

③ 根霉菌种 1.25kg，由 Q303 根霉菌种与 AS 3866 根霉菌种

按 3 : 1 的比例混合而成。

④ 由湖北安琪生物集团公司生产的耐高温酿酒活性干酵母和生香活性干酵母各 2~4g。

⑤ 质量分数为 2.5% 的蔗糖液 50mL。

⑥ 水为物料总量的 50%~55%。

(2) 制坯

① 拌料。将活性干酵母加入蔗糖液中,搅拌均匀后静置 30min。再将其倒入所需量的水中搅拌均匀后,倒入米粉、中草药粉、根霉菌曲的混合物中,充分翻拌均匀。

② 成坯。将上述物料倒至有木框的木板上压平后,用切坯刀将物料纵横切成约 2cm 见方的小块。再将其用簸箕筛成圆形、分装于小竹筛内扒平,上盖空簸箕后,移至用硫磺或甲醛消毒并通风过的培曲室。

(3) 培曲

① 保温期。曲坯入室后关闭门窗,控制室温为 28~30℃、相对湿度为 85% 左右,保温 12h。

② 长霉期。第 12~24h,霉菌生长旺盛,可看到菌丝倒下。待曲球表面起泡时,可将盖在竹筛上的空簸箕掀开,这时品温通常为 35~36℃,应打开天窗排潮降温,使品温不再升高。

③ 排水期。第 24~36h,称为排水期。期间控制品温为 33~34℃,最高不得超过 38℃。

④ 后熟期。第 36~48h。待品温逐渐下降至 32~33℃ 时,即可出室。

⑤ 干燥。曲球成熟后,可烘干或晒干。若烘干,则应逐渐提高品温,不宜超过 45℃,以免杀死功能菌和使酶失活;若在阳光下晒干,则曲球水分应在 25% 以下,以免紫外线伤害功能曲和影响成曲的糖化力和发酵力,成品水分在 12% 左右即可保存于干燥处备用。

(4) 成曲质量要求

① 感官指标。外观呈白色或淡黄色、无黑色;质地疏松;具

有小曲特有的芳香气味。

② 化验指标。水分为 10%~12%；总酸不高于 0.6%；糖化力（碘量法）为 180~250U/g；原料出酒率以成品酒酒精体积分数 56 计，为 60%以上。

使用纯种小曲酿酒，能耐高温、控酸，解决了夏季“掉排”的问题，并能在保证酒质的前提下，原料出酒率提高 5%以上。

2. 实例二

这是湖北省某厂制纯种小曲的工艺。

（1）原材料

① 观音土：产自湖南省临县。

② 米粉：为早稻米的细粉。

③ 油糠：为新鲜早稻谷的油糠。

④ 耐高温酿酒活性干酵母和生香活性干酵母：产自湖北安琪生物集团有限公司。

⑤ 种曲及棒曲霉纯种：自产。

（2）干酵母活化

① 活化用营养液。为 40℃ 质量分数 2% 的蔗糖液。

② 活化。将 10g 耐高温酿酒活性干酵母和生香活性干酵母分别接入上述 1000mL 营养液中，在 30℃ 下静置活化至用显微镜检测达到预定标准。

（3）种曲及纯种棒曲霉处理 将种曲按常法研成粉末、过筛备用；棒曲霉纯种系培养室制作的 3 级纯种。

（4）制坯 按传统操作，先将观音土、油糠分别过筛后，与细米粉、种曲粉一起拌和均匀。再加入棒曲霉 3 级纯种及干酵母活化液拌匀、制成曲坯。

（5）培曲 曲坯入箱培养 24h 后，出箱上架，在曲室温度 28~30℃、干湿球温度差为 1~1.5℃ 的条件下，培曲 7 天后，出室烘干，并检测成曲质量。

（6）结果 强化小曲与传统小曲相比，糖化力提高 28%，发酵力提高 11%，液化力提高 5%，水分和酸度基本相同。

六、制作纯种小曲的讨论

有的科研人员对纯种小曲的制作进行了探讨，现将若干内容综述如下，供参考。

1. 原料及其加水量

纯种小曲多以米粉、米糠或麸皮为原料。若以米粉为原料，可在米粉中加 10%~15% 的稻壳作为疏松剂，则效果优于纯米粉制小曲。

为防止非功能菌的生长，原料应进行不加水的干蒸，上汽后蒸 40~50min 即可。经干蒸的原料，由于蛋白质变性而凝固等原因，在配料时物料较松散，有利于功能菌的生长。

配料用水以无菌水或凉开水为好。加水量须适当：若加水量过多，则曲块会发生酸败、烧心等现象；若加水量过少，则曲块会发生干皮、菌丝生长不透等现象，严重时功能菌会停止生长，大大降低成曲的糖化力。在恒温箱内恒温培养的条件下，原料加水量以 40% 左右为宜；若在自然环境下培曲，则应根据气温及温湿度控制措施等具体情况，掌握好合理的原料加水量。

2. 根霉和酵母的接种比例

酵母的生长适温为 27~30℃，根霉则为 33~34℃，在培曲过程中，最好采取兼顾二者的共同温度，以利于酵母和根霉均得到充分的繁殖，制取优质的成曲。

接种量多少算合适，这与培曲温度和培曲周期相关。根霉和酵母两者的接种量比例也须恰当，可通过试验确定：若根霉接种量太少，则由于根霉不能充分生长而成曲糖化力较低；若酵母接种量太少，则酵母在曲块中生长量不够而影响原料出酒率；若酵母接种量过多，则酵母在曲块中繁殖过速、过多，致使酒醅前期发酵猛烈，过早结束发酵，同样会影响原料出酒率。

试验时可先确定根霉的接种量为原料量的 3%，再以不同比例的酵母量添加到米粉曲坯中进行培曲，并分别测定成曲用于酿酒试验的酒精生成量。比较试验结果，初步确认酵母添加量为原料量的

0.1%为宜,即根霉与酵母的接种比例为30:1,成曲的糖化力和发酵力均较高、较恰当,用于酿酒时的原料出酒率也较高。这是在恒温条件下试验的结果,在自然气候条件下,例如冬季和夏季,酵母的接种量须相应地有所增减。

3. 是否添加中草药

试验在小曲配方中分别添加1%、1.5%、2%……辣蓼草干粉,与不添加者比较,并进行成曲的糖化发酵试验、测定酒精的生成量。结果表明:各个方案的酒精生成量及酒质均无明显差异。但在辣蓼草添加量超过2%时,则对根霉的生长稍有抑制作用;若将不同量的辣蓼草浸出液添加到酿酒酵母培养液中,则同样发现,随着此浸出液添加量的增加,对酵母的生长产生相应的负面影响。其他中草药对纯种根霉、酵母生长的影响如何,未做试验。当然,有些中草药还具有抑制杂菌生长和改善成品酒风味的作用。但单就中草药对功能菌生长的促进或抑制作用而言,可初步认为,在制取纯种小曲时,可不必添加中草药,若需添加,则应慎选其品种,并应经试验确定中草药用量。

4. 纯种小曲质量的检验

传统小曲通常凭经验制作,无统一的质量标准,各地的小曲,即使是同一产地同一企业不同批次的小曲,也大多存在较大的质量差异;有的酒厂又从多处采购小曲,因无检验制度,致使原料出酒率波动很大,成品酒的质量也极不稳定。

为提高小曲的质量,须有一套简易、方便的检验方法。但据有关资料报道,检验糖化发酵剂有酸度测定、糖化力测定、液化力测定、发酵力测定、酵母活细胞数测定等多种方法,比较烦琐,对技术力量薄弱的小酒厂而言,难以被接受;再说,糖化力强的小曲,其发酵力也可能较差,结果与生产实际不能吻合。

而采用下述检验小曲质量的简单方法,其结果与大生产的出酒率基本一致:将100g洗净的大米,置于250mL烧杯中,加100mL水,蒸30min;再冷却至30℃、加1g小曲粉拌匀、加盖,在30℃下培菌、糖化24h;加130mL水,用塑料布扎口,在30℃下密

闭发酵 96h 后取出；加水 150mL，准确地蒸馏出 150mL 酒液，并测定其酒精含量，换算成 20℃ 下的酒度；最后计算出酒精体积分数为 56% 的原料出酒率。按计算结果：凡 100kg 原料出酒在 60kg 以上者为合格小曲；100kg 原料出酒在 65kg 以上者为优质小曲；100kg 原料出酒在 60kg 以下者为劣质小曲，不应用于生产白酒。

第二节 清香型传统小曲白酒酿制实例

一、江西稻谷传统小曲白酒生产实例

1. 浸谷

将新鲜稻谷加水至谷面以上 13~16cm，捞去浮于水面的瘪谷、死谷。这种次谷占稻谷的 2%~3%，若不去除，会在蒸谷时吸收数倍于自身质量的水分，而谷皮却不会破裂。因此，谷皮内那很小的米粒难以被糖化、发酵，在水分较多、品温较高的条件下，很容易导致酒醋酸败而影响原料出酒率和酒质。

浸谷时间：夏天为 8~10h，冬天为 12~14h。以谷皮轻微膨胀、用手可轻易剥开谷皮、取出米粒为度。

2. 蒸谷

将上述浸泡后的稻谷装甑通汽蒸 1h；补加适量水，再蒸 2h；出甑复水 5~10min 后，再装甑蒸 1~1.5h。所以加上操作时间共需 4.5~5h。要求除个别死谷未开裂外，谷粒应壳破饭出，饭粒熟透而无生心。

3. 加小曲

将熟料出甑、置于竹垫上摊凉、加小曲粉拌匀。加曲量冬季为 0.8%~1%，夏季为 0.5%~0.6%；加曲品温冬季为 20~25℃，夏季与室温相平，或高于室温 1~2℃。

4. 堆积培菌

将上述物料集中于竹垫中央堆积，其厚度夏季为 10~13cm，

冬季为 16~20cm。上面再盖以竹垫保温。堆积时间夏季为 20~22h, 冬季为 24~26h。经堆积的物料, 表面长满白色菌丝, 夏季品温可升至 42~45℃, 冬季为 30~32℃。

5. 入缸发酵

发酵容器为容量 250kg 或 400kg 的陶缸, 物料可装至缸口。再加入原料量 70%~80% 的水, 并用塑料薄膜密封缸口后, 发酵 7~30 天。即夏天为 7 天左右, 冬天因不采取保温措施, 故发酵期延长至 30 天左右, 为夏天的 4 倍多, 这是固态发酵法小曲白酒生产的特例。至于发酵期对成品酒质量的影响究竟如何, 最佳发酵期应如何确定, 尚待进一步探讨。

即使在夏季, 江西稻谷传统小曲白酒厂也不必停产。这主要与小曲中的成分、功能菌的种类和特性有关, 与生产的基本工艺无关。即与自制的传统小曲中添加的各种中草药有关, 小曲中可能存在着在发酵时起主导作用的耐高温功能菌。这个推断是否可靠, 也需进行深入的研究。这种贡米谷酒或称谷烧, 在某年最高气温达 40℃ 的夏季, 没有采取相应的降温措施, 但原料出酒率仍比冬季高 1%~2%, 这在白酒企业中是不多见的。

物料加水后, 水全部被吸干, 呈固态。发酵成熟后的酒醅, 米粒呈糜状, 酒香扑鼻。

6. 蒸馏

采用甑桶蒸馏。开始流出的酒, 其酒精体积分数为 70%~80%, 不去酒头, 酒师认为这是质量最好的酒, 直至接到酒精体积分数为 56% 为止, 再接取酒尾。酒尾可作为发酵用水, 或留待下一锅复蒸。按原酒的酒精体积分数 56% 计, 每 100kg 稻谷可产白酒 37.5kg 左右。其理化指标为: 总酸 (以乙酸计) 0.18g/L, 总酯 (以乙酸乙酯计) 为 2.55g/L, 杂醇油为 1.03g/L, 甲醇为 0.26g/L。

7. 贮存、成品酒

原酒贮存期为 3~6 个月即可。经勾调、包装, 即为酒精体积分数 50%~52% 的成品酒。

二、湖北省传统小曲白酒生产实例

湖北省的传统小曲白酒生产，多以高粱、稻谷、小麦为原料。现将生产工艺综述如下。

(1) 泡粮 原料以热水在甑内浸泡 6~10h。若原料为高粱，则水温不能低于 80℃；若原料为稻谷、小麦，则水温以 70% 左右为宜。水量应淹过粮面 20cm。要求原料吸水足够、均匀；排除混水、杂物；尽量减少淀粉损失。

(2) 蒸粮 分以下 3 步进行。

① 初蒸。将上述经浸泡的原料，先搅拌 1 遍、放掉浸泡水、用清水冲净后，开汽由小到大，初蒸 10~15min，待原料蒸干发白后，即可关闭汽阀。

② 闷水。将 40~45℃ 的温水从闷水筒渗入甑底，水量以淹过粮面 6~8cm 为准。要求水接触原料后的水温为 90~95℃。从水淹过粮面至放掉闷过后的水，为时 5~10min 即可。

③ 复蒸。放水后，通蒸汽复蒸，从圆汽至复蒸结束，为时约 1h 即可。

(3) 培菌 将上述熟料出甑、摊凉、拌曲粉后，在培菌箱内，堆成夏季为 9~10cm、冬季为 14~15cm 厚的圆正形或方形，进行培菌。小曲用量按投粮量计，冬季为 0.4%~0.6%，夏季为 0.3%~0.4%。入箱品温在夏天要求与气温相平或低于气温 1~2℃；在室温 0℃ 以上、10℃ 以下的冬季，入箱品温以 30~34℃ 为宜；室温在 15~20℃ 时，入箱品温可在 30~34℃ 之间。培菌时间：冬季为 25~26h；夏季为 21~24h。

(4) 发酵

① 合理配糟。经培菌后的上述物料称为粮醅；上次发酵成熟酒醅经蒸馏后的材料称为糟，俗称“配糟”，但这样易与配糟操作混淆，故以称糟为好。高粱粮醅的配糟量为干粮的 3~3.5 倍；以稻谷为原料者，为 2.5 倍。以调节入池物料的淀粉浓度为 12%~13%；入池水分为 63%~65%；入池酸度为 0.6~0.8。

② 发酵温度。应低温发酵。入池品温除夏季要求与气温相平或低于气温 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 外，其余季节掌握在 $23\sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间。发酵过程中的最高品温为 $38\sim 39^{\circ}\text{C}$ 。

③ 发酵周期。湖北传统小曲白酒发酵周期通常为 5 天，也有因天气炎热或原料品种不同而短至 4 天甚至 3 天的。为保证发酵能正常进行，发酵周期须相对固定，不得经常随意改动。

(5) 蒸馏 在甑底的算子上撒 1 层稻壳，开汽阀，先装 1 层酒醅，待将穿汽时，再继续装醅，切忌图快而“重倒多上”，以免压汽跑酒。

开始流酒时，截去约 0.25kg 的酒头。流酒温度以 30°C 以下为宜。摘取酒尾不宜过早，并须认真、细心，为下一排发酵准备优质的糟。

三、耐高温酿酒活性干酵母应用实例 2 则

1. 实例一

这是湖南某厂将耐高温酿酒活性干酵母及糖化酶应用于传统小曲稻谷白酒生产的情况。

(1) 原材料 以 100kg 新鲜稻谷计。

① 传统米小曲： 1kg 。

② 耐高温酿酒活性干酵母。产自湖北宜昌安琪生物集团公司。将 8g 耐高温酿酒活性干酵母加至 1000mL 浓度为 2% 的白糖溶液中，在 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ 下活化 $2\sim 3\text{h}$ 即可。

③ 糖化酶。产自湖南津市酶制剂厂，糖化力为 50000U/g 。用量为 200g 。

(2) 配料、入池发酵

① 加曲糖化。将小曲粉与适量经清蒸的稻壳拌匀后，均匀地撒到在竹席上摊凉至 37°C 左右的熟粮上，翻拌均匀，并堆积至 20cm 高，进行培菌糖化 1h 。

② 配糟。将 $3\sim 5$ 倍于干粮的糟与上述经培菌糖化的粮醅混合均匀。

③ 在上述糟醅中加入经活化的酵母液、糖化酶及适量水，拌匀后入池。

入池前，应先清扫池子，以 20cm 厚的新鲜酒糟垫底；在装完上述糟醅（或称粮醅）后，再盖 20cm 厚的新鲜酒糟，封池发酵。发酵品温控制为 42℃ 以下；发酵期夏季为 5~6 天，冬季为 6~7 天。

（3）效果 原工艺只使用 1% 的小曲，100kg 稻谷只产酒精体积分数为 50% 的白酒 35.6~44.6kg，酒质一般，具有纯正的谷酒风味，酒液浑浊不清亮；采用上述新工艺后，100kg 稻谷可产酒精体积分数为 50% 的白酒 52~58kg，具有纯正的谷酒风味，酒液清亮，口味甜爽。

2. 实例二

这是湖北某厂应用耐高温酿酒活性干酵母和糖化酶生产小曲稻谷白酒的工艺。

（1）糖化发酵剂用量 南曲（土曲）：每甑材料投入稻谷为 100kg，用曲量为 0.6kg；耐高温酿酒活性干酵母用量为 150g；糖化力为 40000U/g 的糖化酶用量为 300g。

（2）工艺过程 将早籼稻用 27℃ 水浸泡、沥干、初蒸、喷淋热水、续蒸、闷水 50min、复蒸 30min、出甑摊凉后，分 2 次拌入小曲粉，入箱培菌糖化、出箱配糟、摊凉。再加入干酵母活化液及糖化酶溶液和少量酒尾，入桶发酵 28 天后蒸馏。

纯种根霉酵母麴曲清香型 白酒生产工艺

关于传统小曲清香型白酒与纯种根霉酵母麴曲清香型白酒的区别，在第四章开头已经简单论述。这 2 种酒主要产于中国中南和西南地区，全国总产量约为 70 万吨。

其实，中国最早并无小曲，只有散曲；后来可能为了便于保存等原因，就由散曲发展为小曲；但自 20 世纪 60 年代以来，又从传统小曲转为纯种散曲。目前，以纯种根霉酵母麴曲生产的清香型白酒，已为传统小曲清香型白酒的 4~5 倍。从理论上讲，在采用纯种根霉酵母麴曲制酒时，培菌糖化及发酵过程等较易控制；但传统小曲中的有些中草药有抗杂菌滋长的作用，有些功能菌对条件的要求不太苛刻，例如有较强的耐高温能力，一般小厂也易于制作和保存这种传统小曲，因此，它至今仍有一定的存在和实用价值。但亚洲的日本等国，历来是用散曲而不用小曲制酒的。

纯种根霉酵母麴曲或称纯种根霉酵母散曲，是将纯种根霉和酿酒酵母，以麴皮为原料分别培养成根霉麴曲和酵母麴曲后，按一定比例混合而成的糖化发酵剂。人们为了省“字”，干脆将其简称为根霉曲。但在本书中，为了区别于传统小曲和根霉酵母散曲，仍使用其全名为纯种根霉酵母麴曲，因为有人在培制传统小

曲时，也早已使用纯种根霉和酵母了，这两者应该区分。还有，在有的书中，称以麸皮为原料培制的酵母麸曲为固态酵母，这样把原来具体的名称“泛化”了，因为固态酵母是可由各种原料制成的相应制品的。而且实际上“曲”的定义早已不是只指糖化剂了，例如大曲和传统小曲，既是糖化剂，又是发酵剂，因此，称那种固态酵母为酵母麸曲也是完全可以的。

但是，应将纯种根霉麸曲白酒与以黑曲霉、白曲霉等曲霉培制的麸曲生产的曲霉麸曲白酒分清，两者大致有如下几点区别。

(1) 糖化发酵剂 根霉酵母麸曲白酒的糖化菌为根霉，发酵剂为酵母麸曲；曲霉麸曲白酒的糖化菌为曲霉，发酵剂为液态酒母或固态酵母等。

(2) 制酒原料 根霉酵母麸曲白酒的原料一般不粉碎；曲霉麸曲白酒的原料要粉碎。

(3) 用曲量 根霉酵母麸曲白酒的用曲量仅为原料量的 $0.3\% \sim 0.7\%$ ，熟料加曲后须经培菌糖化 24h 再入池发酵；曲霉麸曲白酒的用曲量为原料量的 $6\% \sim 10\%$ ，为根霉酵母麸曲白酒的 13~20 倍，熟料加曲后不经培菌糖化过程，直接入池进行糖化发酵。

(4) 发酵期 根霉酵母麸曲白酒的发酵期为 5~7 天；曲霉麸曲白酒的发酵期稍短，为 3~5 天。

(5) 蒸粮蒸酒 根霉酵母麸曲白酒采用清蒸法，即蒸粮和蒸酒分别进行；曲霉麸曲白酒采用多种方法，但大多采用湿蒸法，即蒸粮和蒸酒在同一甑中进行，优质清香型曲霉麸曲白酒则大多采用清蒸清烧回醅发酵的工艺，少数厂采用“两排清”工艺。

在推广应用酿酒活性干酵母的过程中，有的原来生产根霉酵母麸曲白酒的厂，干脆不用曲了，而采用“全酶全干酵母法”，即将原料粉碎、蒸熟、冷却后，拌入糖化酶制剂及酿酒活性干酵母的活化液，入池发酵约 4 天后蒸酒。这样就类似于曲霉麸曲白酒了（除不加曲霉麸曲外）。其结果是成本增加了，产品风味改变了。例如生产工艺仍为传统的根霉酵母麸曲制酒法，但不减曲

而另加酿酒活性干酵母和糖化酶：即 1000kg 高粱，用根霉酵母麴曲 4kg，酿酒活性干酵母按最大量计为 50g，酿糖化酶也以最大量计，为 200g（产品糖化力为 50000U/g）。酿酒活性干酵母及糖化酶活化液均在物料入池发酵前加入。上述 3 种糖化发酵剂的总成本约为 16 元。

而采用前述的那种类似于曲霉麴曲白酒的工艺，则 1000kg 高粱所需的曲霉麴曲量以糖化酶代替，以 1g 淀粉需糖化酶 120~160U 计，应为 2.4~3.2kg；酒母以活性干酵母代替，以用量为原料量的 0.5%~1% 计，需 0.5~1kg，上述 2 种糖化发酵剂总成本为 48~62 元，为采用传统根霉酵母麴曲制酒法并添加少量酿酒活性干酵母及糖化酶的 3~3.8 倍。

另外，由于工艺路线的改变，类似于曲霉麴曲酿酒法的发酵期仅为 4 天，比传统的根霉酵母麴曲白酒缩短 3 天，故成品酒总酯含量较低、酒味淡薄，风味变化明显。

有些原来生产曲霉麴曲白酒的厂，的确已采用了“全酶全干酵母法”，片面地追求原料出酒率及成品酒的主要理化指标，但香味状况下降。因此，原来生产根霉酵母麴曲白酒的企业，不要急于跟风，以免产品“变味”。

（6）成品酒的风味 优质根霉酵母麴曲清香型白酒醇香清雅、酒体柔和、回甜爽口、纯净怡然。而有些曲霉麴曲清香型白酒，则往往带有一点糠杂味。当然不能一概而论，但上述 2 种清香型白酒的风味的确不尽相同，至于有些高档的“二锅头”酒等产品，则另当别论，因其采取了某些特殊的措施。

第一节 纯种根霉酵母麴曲制作技术

一、纯种根霉酵母麴曲制作的经验之谈

长期工作于制曲企业和酿酒厂的科技人员，他们都积累了许多宝贵的经验。现将有关内容择要综述如下，供参考。

1. 菌种的选用和扩培

(1) 菌种的选择

① 酵母菌种。外购的酵母试管原种，其原来的保存期难以确定，但可从菌苔菌泥的色泽和边缘尤其是上端的干湿度、培养基周边尤其是上端的干湿和色泽状况，以及观察试管背面培养基底部的色泽，大体知道其保存时间的长短。原菌应先转接至试管斜面培养基培养后，转接至试管液体培养基或试管斜面培养基培养，再转接至试管斜面培养基培养，经如此活化后，才能用于生产。

如果是向科研部门购买的菌种，大多附有一张说明书，写明所用的培养基、培养温度和时间、菌名等，甚至介绍该菌的主要特性。购买者也可向对方询问有关的内容。

有的厂将 2 株各具优良特性的酵母混合使用。例如 1 株耐高温性能较强，另 1 株则对酒的风味影响较好。可将它们各接 1 针菌泥到同一试管液体培养基中培养后，再扩培使用，起到取长补短的作用。

② 根霉菌种。外购的试管根霉原种，菌丝已干枯，须经 2~3 次试管斜面或三角瓶培养基的转接，这是复壮的过程。

所选用的根霉和酵母原种，都不能一次性转接后就“试饭”而认定其优劣。须经复壮后，分别制取试管种子、三角瓶种子，再进行“试饭”，并决定是否将其用于生产。

缺乏经验者往往会将刚买来的原种未经复壮和试验就直接使用，因而会得出这支菌种不良、已死亡或变异的错误结论，其实这是一种不知本质的错觉，是菌种工作者的大忌。一个优秀的酿酒工作者，应对自己所保存的很多菌种和正在用于生产的菌种的性能了如指掌，也可制成表格，写在本上，别人一看也会一目了然，菌种必须有其“档案”。一个厂里，应该有几套菌种，以便轮换使用，否则一旦正在生产上使用的菌种无法再用时，就得停产或再外购原菌，这都应视为失误。要尽可能地避免错觉，但是，在酿酒的实际科研和生产中，种种假象又谁可能会遇到，问题在于要学会利用自己或他人的经验和知识去识别假象与真相，有时可能还要去翻翻

书本，这是一项基本功。当然，对于真正已变异或转接次数过多而优良性能减弱甚至丧失的菌种，即使原来是很优秀的，那也绝不能用于生产，除非在经过纯化、复壮甚至诱变后，恢复原有的优良性能或比原菌更好时，才能再予使用，在实际工作中，这也是可能的事。如果一个酒厂管理生产的负责人，对于厂里所用菌种的情况都一问三不知，那至少可以说是不称职的。

(2) 菌种的退化及其防治 通常，酵母只要使用培养基及保存得法，则不易退化，中国科学院微生物研究所保存的有些酵母菌株，几十年来一直在生产单位使用，性能基本上不变。AS3.866等根霉菌也已保存、使用了几十年。但在有些酒厂中使用时，由于方法不当，易于退化。

① 退化的原因。如培养基选择不当，培养基灭菌时温度过高、时间过长，使糖与氨基酸作用生成氨基糖，部分糖被焦化，影响根霉和酵母的生长和保存；菌种保存时间过长或保存方法不当，例如有的在保存菌种的冰箱中放不利于菌种的挥发性药品，或使冰箱内湿度太大、菌种包扎物选择不当、包扎不当而试管棉塞潮湿，培养基生长青霉菌，菌种发生变异；菌种转接代数太多等，均会使菌种退化和变异。

② 退化的现象。如菌丝变细、孢子变小，菌体色泽变化；根霉产酶能力降低，酵母的发酵力下降；根霉和酵母的繁殖能力下降等。但有时因扩培的培养基选择不当，也会呈现菌种退化的假象，只要选用了适宜的培养基，则即可恢复原有的性状。

③ 退化的防治。培养基配方不要任意变动；转接和培养过程中要注意无菌操作，以免感染杂菌；菌种培养和扩培过程中的温度、湿度、供氧等条件及培养时间不要随意变动；避免菌种受热、强光、电等物理因子的刺激和化学试剂的影响，例如接种时操作须熟练，以免火焰烫伤菌种；对菌种要做到一备二用三保存，转接代数不宜太多，在扩培时，试管菌种要一次转接足够在一定天数内使用的支数。

在发现、确认菌种已退化时，应进行纯化和选育，并换用预备

菌种，或向有关单位购用新的原菌。

(3) 扩培用培养基的制备

① 根霉扩培用培养基。根霉菌种经三角瓶扩培后作为浅盘培养的种子。扩培用的原料为麸皮，要求新鲜、无霉变、无杂质，须过筛除杂质后使用。各批麸皮的水分不同，使用 pH 为 5~7 的井水，加水量为原料量的 50%~53%，因麸皮的含水量而异。物料须经蒸汽彻底杀菌。

② 酵母扩培用的糖液制备。酵母菌种经小三角瓶、大三角瓶、卡氏罐扩培后作为浅盘培养的种子。扩培用的糖液制法一例为：取大米或玉米粉 10kg，加井水 50~60kg，煮成稀饭、冷却至 60~70℃、加入根霉曲 2kg，搅拌均匀，在保持品温 55~60℃ 下，糖化 4~5h 后，用白布滤取糖液。称取一份按质量分数砂糖 20%~30%、绵白糖 50%~60%、葡萄糖 10%~20%、蜂蜜 10% 组成的混合糖，按一定比例分 2~3 次加入上述糖液中，搅拌均匀，要求糖变为 0.1320~0.1531g/mL (12.6~14.5°Bx, 7~8°Bè)，pH 为 4~4.5。若糖度过高，则抑制酵母生长；若糖度过低，则酵母生长不健壮。

每批酵母卡氏罐培养用的糖液量，以培制浅盘酵母麸曲投料 100kg 需卡氏罐种子 10~12kg 计。

(4) 根霉菌从试管接入小三角瓶培养基的接种量 热天为 1~2 针，冷天为 2~3 针。若热天接种量太大，会使物料升温过快、孢子过多。

(5) 接种室 在接种前 2~3h，按 1m³ 用 2.5g 硫磺熏闷，临用前再开门放出多余的 SO₂ 气体。接种人员须穿经消毒的工作服，双手要先用肥皂、水洗净后，再用体积分数为 70% 的酒精消毒。

2. 制曲

(1) 培曲室 新建曲厂的培曲室要远离酒厂、饲养场、卫生间、垃圾场等环境，以免感染杂菌。

培曲室可为砖木结构的小平房：房顶有承重的木条框架，上面铺竹子或木板，再上面是用稻壳、铡短的稻草和黏土、水混合均匀

的泥巴，竹子或木板下面涂一层石灰浆，房顶中央开一扇 50cm 见方的天窗；地面先铺 1 层牛毛毡，再用碎石、河沙、水泥、水拌成的混凝土铺平，待充分凝固后，用火烘干至在地面上放置一盒火柴，经 24h 也不反潮为宜。通常，新建的培曲室，须经热季后方能使用。

每培制一批曲盘法麯曲之前，先用 PP 粉（高锰酸钾粉）洒在地面上、扫尽灰渣后，再将晾干后的曲盘运入培曲室、置于曲架上。然后，将每 1m^3 用量为 $2\sim 2.5\text{g}$ 的硫磺，放在地面的瓦片上，夹一小块火炭放在硫磺上点燃、熏培曲室、杀灭杂菌。在曲室使用前，再开门放走多余的 SO_2 气体。

（2）工用具清洗、杀菌 椀、筛、刷子等工用具，在每次曲室出曲后，先用 PP 粉水清洗，再将其置于甑内的曲料上面，蒸 60min；测品温用的温度计，用蒸料锅中的无菌水清洗后使用；浅盘制曲的曲盘、通风制曲的曲池或称曲箱，每次出曲后，须用 PP 粉溶于清水搅拌均匀后洗 1 遍，晾干后再使用。

（3）配料及蒸料

① 配料。根霉麯曲的原料为 90% 的麯皮和 10% 的大米皮，使根霉有较充足的营养而菌丝生长得健壮，加水量为原料量的 50%~53%；酵母麯曲的原料为 80% 的麯皮及 20% 的玉米粉，加水量为原料量的 59%~62%。

② 蒸料。曲料入甑待圆汽后，蒸 60min。

（4）培曲过程的管理

① 物料入曲室。热天曲盘装料厚度为 $2\sim 3\text{cm}$ ，应在气温较低的晚间进料；冷天可将接种后的物料装入竹箩，运进培曲室装盘，使品温保持为 $28\sim 30^\circ\text{C}$ 不下降。若冷天在晾堂坝上装盘，则品温下降很快，达不到进曲室时保持 $28\sim 30^\circ\text{C}$ 的要求，例如当品温下降至 $24\sim 25^\circ\text{C}$ 才进曲室，就应及时加煤烧火经烟道升温，这样能很快使品温升至 $28\sim 30^\circ\text{C}$ 。但须注意安全。最好使用蒸汽散热器。

② 培曲过程中的管理。整个培曲过程大体上可分为 3 个阶段，即第 4~18h 为前期；第 19~30h 为主培曲期或称中期；第 31h 之

后，称为培曲后期。俗语说“三分做，七分管”，由于自然条件和设备等条件的局限，应按时将曲盘的位置互换，并改变叠法，如变为小十字形、大十字形、品字形等。

根霉酵母麸曲培养过程中常见的污染杂菌是青霉、水霉、毛霉、曲霉，还有野生酵母和醋酸菌等。因此，必须加强曲室的管理，以免污染杂菌而使成曲质量低劣。有的厂根据十几年连续制曲的生产实践，总结出在培曲过程中，因“温度、湿度、通风、干燥”管理和控制不当而产生的问题，进而概括为以下4句话：即温高湿大长青霉，带黑色；温低湿大长水霉，呈白色；通风不良长毛霉，呈灰色；温高干燥长曲霉，呈灰色黑点，为黑曲霉等。应针对曲室的状况和出现的问题，进行判断并及时采取预防和治理措施，尽量减少污染杂菌的次数、降低污染的程度，力争不污染杂菌。

要切实做好制曲全过程的工艺操作原始记录，表格内容要科学化、规范化，以利于不断地及时总结经验和教训，提高实践和理论水平。在实践中，理应经常看书学习并与同行、同仁交流信息和体会，这也是一项基本功。

3. 成曲混合和保存

(1) 混合

① 根霉曲的混合。由于在制曲过程中受原料质量差异、水分不同、培曲温度和湿度升降状况以及通风操作不尽一致等因素的多方面影响，可以说各批曲都有其特点和或多或少的差异。如有的绒籽好、清糊差，有的呈甜味，有的带酸味。若将不同批次的根霉曲按一定比例加以混合，则可使曲质保持相对稳定。所谓清糊，是指在制备根霉1级种子及酵母卡氏罐和以前的培养基时，将大米洗净、蒸煮、冷却至61℃、加入大米量约1.25%的糖化酶、充分搅拌均匀后，静置糖化约3h，待上层为“清液”后，即过滤得滤液备用。这里的“清液”，即俗称清糊。绒籽好是指口尝能溶渣、糖化力强。

② 根霉曲和酵母曲的混合。根霉酵母麸曲顾名思义是将根霉和酵母一起在以麸皮为主要原料的基质上培养而成的麸曲；或将根霉和酵母分别在麸皮等基质上培养成根霉麸曲和酵母麸曲后，再根据

制酒工艺及相应季节的差异，将这 2 种曲按不同比例混合而成的麯曲。考虑到根霉和酵母对生长条件要求的不同，以及根霉曲和酵母麯曲质量要求（功能）的差异，大多采用单独培养后再混合的方法。

（2）保存

根霉酵母麯曲的内包装，通常为专用塑料袋；外包装为编织塑料袋。成曲运输及保存过程中，要防止受潮；不要让太阳曝晒，不要受热；不要被化学物质污染。成曲的保存期通常为 6 个月，逾期不用，质量会下降。

二、根霉麯曲的制作工艺

制作根霉麯曲常用的菌株有 AS 3.851、AS 3.866、Q 303、YG5-5 等。通常将试管内培养的种子称为第 1 级种子、三角瓶内培养的种子称为第 2 级种子、浅盘又称曲盒中培养的种子称为第 3 级种子。若第 3 级种子的用量不大，则可直接用三角瓶种子制曲盘、帘子或通风根霉麯曲；有的小厂只有第 1、2 级种子，就把浅盘曲不作为种曲而作为直接用于制酒的根霉麯曲了。因此，根霉麯曲的制作方法可以说有帘子培养法和通风培养法 2 种，其中通风培养法是在曲池或称曲箱中进行深层固态培养的方法；也可说有曲盘法、帘子法、通风法 3 种。下面以三级种子、3 种制曲方法的概念进行论述。

（一）根霉麯曲种子的培养

1. 第 1 级试管种子的培养

（1）原菌的转接或保存 前面讲过，原菌买来后要经 2~3 次转接壮化，但这里讲的只是本厂保存的菌种需用于生产或继续保存时的转接。

① 试管米曲汁琼脂斜面培养基的制备。

制米曲。将 0.5kg 大米洗净后，浸泡 15h，期间换水 3 次。再沥水、置于蒸锅内常压蒸 1h、泼入 175mL 清水拌匀后，继续蒸 30min，要求饭粒柔熟。取出摊凉至 36~38℃，接入 1 试管黄曲霉 AS 3.800 斜面菌种，即将孢子与饭粒拌匀，弃去斜面培养基。再

将接种后的饭粒置于已灭菌的曲盒中摊匀，盖上灭菌过的湿纱布，移至 30℃ 的恒温箱中培养 8~9h 后，将物料翻拌 1 次，并用无菌玻璃棒捣散团块。再培养 26~30h，待饭粒之间的空隙呈微黄色时，即为成熟的米曲。若不立即使用，可晾干或在 40℃ 下烘干、置于阴凉处备用。

制米曲汁。取 1kg 大米洗净后，加 5kg 水煮成粥，冷却至 60℃ 左右，加入上述米曲 0.5kg，并加入米曲量 4 倍的 55℃ 热水搅匀，在 50~55℃ 下保温糖化 4~6h。再加热至 90℃ 左右静置，使酶及蛋白质等凝固沉淀。然后用豆包布做成的漏斗状布袋进行过滤，初滤液浑浊，应倒回复滤，须接取较清的米曲汁。

制米曲汁琼脂斜面培养基。要求米曲汁使用时的浓度为 0.1254g/mL (12°Bx) 左右，pH 为 4~4.5。若米曲汁浓度较低，则不宜加热浓缩，以免生成焦糖而影响菌种生长；应在制米曲汁时减少加水量，以提高米曲汁的浓度。试管的准备：培养霉菌用的试管比培养酵母用的稍大些，为 $\phi 18\text{mm} \times 180\text{mm}$ 。将用过的菌种试管放在锅中加水煮沸，使培养基溶化除去。再在水龙头上借助于肥皂、洗涤液或去污粉，用试管刷洗至管壁内外不挂水珠为止。再用 2% 的稀盐酸浸泡 30min，以除去游离碱，并用清水冲洗干净。再将试管倒置于不生锈的金属丝筐内沥干后，用上等的非脱脂棉制成长约 3.5cm 的棉塞，塞入管内约 2cm，要求在试管内的部分无裂痕状。棉塞须松紧适度，两头圆而整齐。最好不要使用已用过的棉花，但为节约起见，可新旧搭配使用。再将试管置于干热灭菌箱中，以 150℃ 灭菌 1h，也可使棉塞定形。装管灭菌：将上述米曲汁按季节不同，加入 2%~3% 的琼脂后，在水浴锅中加热融化。若琼脂不干净，可用清水洗净、沥干、干燥后再使用。待琼脂加热全部融化后，趁热装入上述经干热灭菌的试管中，装量约为试管容积的 20%。须防止培养基沾在试管上部的内、外壁，否则易污染杂菌。装完后塞上棉塞、用牛皮纸将棉塞包住，放在金属丝筐内，以 0.1MPa 的蒸汽灭菌 20~30min。若试管培养基在高压灭菌时温度过高或时间太长，则因水解作用而使 pH 偏低，琼脂不凝固。也可

采用常压间歇灭菌法,即每天1次,每次30min,共3次,第1、2次灭菌后,应保温28~30℃ 24h。摆斜面及考察:灭菌后,趁热将试管斜放,使培养基斜面长度约为试管长度的1/2,斜放时切忌培养基接触棉塞。待培养基凝固后,将试管平放于25~30℃的恒温箱内4~7天,使管壁水珠及培养基表面多余的水分挥发掉,并考察有无杂菌生长;若发现长有杂菌,应将全部斜面培养基弃而不用。

② 接种。

无菌箱灭菌。无菌箱应置于无菌室内。无菌室须保持无菌状态,每周用紫外灯或硫磺灭菌1~2次。开紫外灯时,操作者应离室。按1m³无菌室体积用硫磺5g和浓度为30%~35%的甲醛5mL的量,将放于水磨石地面上的瓦片中的硫磺点燃,并用装有一定量酒精的酒精灯加热磁皿中的甲醛,使其慢慢全部蒸发。也可只用硫磺灭菌,但每1m³用量为10g。若灭菌前室内较干燥,则可喷些水雾。灭菌时要注意防火。

接种前,先用脱脂棉或纱布蘸体积分数为70%~75%的医用酒精,充分拭擦接种箱的内壁,再用浓度为0.1%~0.2%的甲醛溶液喷雾。然后密闭箱门30min后备用。接种后,应如接种前对无菌箱进行拭擦和灭菌。若无甲醛,也可用体积分数为70%的医用酒精喷雾灭菌,但必须注意防火。

接种操作。操作者须穿卫生的工作服、戴上口罩及工作帽、接种前将手洗净,并以脱脂棉蘸体积分数为75%的医用酒精拭擦双手。再将原菌试管及待接种的斜面培养基试管及其他用具用酒精拭擦,尤其是管口周围。然后点燃酒精灯,左手持试管,即将原菌试管及待接种试管的下端用左手的大拇指及食指夹住,且待接试管在靠向人体的一侧,原菌试管在外侧;待接试管的中部下方用小拇指托住,原菌试管的中部用食指和中指夹住,这样可轻松自如地移动手臂和转动食指、中指、小指,调节2支试管与火焰的距离及2管头间的距离,以便于安全接种和拔、塞棉塞。用右手持接种针,即将接种针杆的上端,置于大拇指和食指的根部之间,中部用食指和中指的上端夹住,以便操纵接种针。再用大拇指、食指和中指,旋松

2 试管的棉塞，并将接种针在火焰上灼烧冷却后，用右手拔去原菌试管的棉塞，放在接种箱底上，用右手的无名指和小指拔下待接种试管的棉塞并夹住。注意 2 管口在拔去棉塞的状态下，不能离开火焰 1cm 之外。再将针头在火焰上灼烧一遍后，把针头伸进待接种试管的培养基表面冷却一下，迅速用针头在原菌试管距管底约 1.5cm 处，挑取健壮的菌丝或孢子少许，接至待接种试管距底部约 0.5cm 处的培养基表面，将针头灼烧，并用右手塞上棉塞后，将其放在铁丝筐内。接着用右手取第 2 支待接种试管、传至左手，用右手拔支棉塞，进行第 2 支试管的接种。通常 1 支原菌试管可转接很多支待接种试管培养基……接种量以少为宜，以使菌体生长健壮而整齐。

接种操作结束后，要在刚接种的试管上，贴上填写好菌株名号及接种日期的标签。若 2 株或更多原菌的转接，则应在接种之前，先将待接种培养基试管的标签填写并贴好后，再放入接种箱进行接种，以免差错。

顺便提一下，接种针及酒精灯等用具，以及灭菌、培菌、保存菌种的设备等，均可向医疗器械商店购置，但自制的接种针更便于使用。玻璃仪器等也可在一般玻璃仪器商店买到。甲醛、酒精等试剂，以及琼脂等，均可在化学试剂商店购得。

③ 保温培养。将接种后的试管斜放于 30℃ 的保温箱内恒温培养 3~6 天。期间每天检查 1~2 次，切忌温度波动。培养好的菌种，须经检查合格后，方能用于扩培或放在低温干燥处保存。

④ 菌种检查。

外观检查：应菌丝健壮、孢子丛生，不得有异状菌丝及杂菌存在。

显微镜检查：在无菌室或无菌室中，在无菌条件下，用无菌接种针在酒精灯火焰旁挑取试管菌种的少许孢子，用盛于试管中的酒精稀释后，取 1 滴于载玻片上，待酒精挥发后，为使孢子分布均匀，再加 1 滴水与甘油、酒精比例为 3 : 2 : 1 的混合液，盖上盖玻片，用显微镜检查，孢子形状应整齐一致，且无杂菌。

⑤ 菌种保存。

室温保存。最好将菌种试管的棉塞以石蜡封固；也可在无菌操作下，将棉塞换成用酒精浸泡 15min 的无菌橡皮塞或其他新型材料塞，但其大小须适当，不得漏气。再将试管菌种置于低温干燥处，并避免阳光直射。若保存温度高，则菌的呼吸代谢旺盛、营养消耗多，且菌体易衰老，根霉孢子的发芽率也会降低。

冰箱保存。根霉菌种可在 4~5℃ 下保存 3~4 个月。根霉也可用试管麸皮固态基质作为第 1 级种子或保藏用菌种的培养基，效果均较好。

(2) 制备第 1 级试管种子 1 级试管种子的培养，采用易于形成孢子的马铃薯琼脂培养基，使用前述以原菌转接、培养而成的菌种再行转接。培养基的杀菌、接种、培养、检查等，均同原菌的转接与培养。

因此，这里只叙述马铃薯琼脂培养基的制法：将新鲜马铃薯去皮切片后，加 5 倍的水，置于电炉上，在 80℃ 下浸煮 1h。再用纱布滤取汁液，并加水至浸煮前的体积，在 0.1MPa 蒸汽下灭菌 30min、冷却后即为马铃薯浸煮汁。再添加浸煮汁量 2% 的葡萄糖、2% 的琼脂，加热融化、分装于试管后，进行杀菌……

2. 第 2 级种子的培养（即三角瓶种子的制法）

(1) 培养基准备 将麸皮加入 65%~75% 的水，充分拌匀后，用大口径漏斗装入经洗净、干燥的 500mL 三角瓶中，每瓶装湿料 40~50g。塞好棉塞，用油纸或牛皮纸包扎瓶口，置于高压灭菌锅内，以 0.1MPa 压力蒸汽灭菌 30min；或用常压蒸汽间歇灭菌 2 次，分 2 天进行，每次 2h。取出三角瓶，趁热轻轻摇动，将结块的熟麸皮摇散，并使附着于瓶内壁的冷凝水回入麸皮，但切勿使瓶内壁甚至瓶塞上沾上麸皮，以免污染杂菌。

(2) 接种 待上述培养基冷却至 30~35℃ 后，将三角瓶移至无菌室，解掉保护纸，以无菌操作从 1 级种子挑取 2~3 针根霉孢子，接入三角瓶麸皮中，并充分摇匀，塞好棉塞。

(3) 培养 将接种后的三角瓶移入 30℃ 的恒温箱中，并稍微

倾斜放置，使物料呈厚度较大的堆积状。每隔 8h 摇瓶 1 次，培养 24h 后，将物料摇平、三角瓶直立放置。再培养 24h，物料已长满菌丝而结块，这时可以扣瓶：即右手持瓶的上部，瓶底轻轻击左手心，将饼块脱离瓶底，原来的饼块底面翻至向上，而且饼块斜架于瓶底与瓶壁，位于三角瓶的一侧，呈悬空状态，以增大曲块与空气的接触面积，并调整湿度，使原来饼底面的根霉菌丝较快地繁殖。扣瓶后，再继续培养 1~2 天，待曲饼生成多量根霉孢子时即可。

(4) 出瓶、干燥 出瓶在无菌室内按无菌操作法进行，先倒净瓶壁的凝结水，再用灭过菌的竹筷或玻璃棒将曲饼充分捣碎成散曲后，倒入经灭菌的牛皮纸袋内，并折封袋口。再将其置于用甲醛溶液擦拭消毒过的恒温箱中进行干燥：前期干燥温度为 35℃，后期为 40℃，使其水分降至 10% 以下即可。

(5) 保存 将上述经干燥的 2 级种子，在无菌室内倒入无菌的研钵，充分研碎后，再装回无菌牛皮纸袋内，封口后，置于低温干燥处保存备用。若放至盛有硅胶的玻璃干燥器内保存，则可存放几年之久。

(6) 检测与使用 这种 2 级种子，应具有浓重的香味；经“试饭”糖化液应香甜、清糊状况良好；绒籽无异味。通常须经检测糖化力等有关项目或经“试饭”合格后，方能进行扩培。

有些科研单位和制曲专业厂，制作这种以牛皮纸袋装的种子，供应一些小厂再制浅盘曲，或干脆将这种种子直接用于白酒生产。

3. 第 3 级种子培养，即浅盘法培养

(1) 曲室 要求四壁平整、光滑；地面应有一定坡度，以便清洗；室顶呈拱形，以免冷凝水滴入种子内；室顶应安装排气窗或排气筒，以便排潮和排废气；四周墙角设有蒸汽管道，以便冷天曲室保温。曲室使用后，应立即清扫，并用硫磺、甲醛杀菌，具体方法参见本节一。

(2) 曲盘 用杉木制作，规格为长 50cm、宽 30~35cm、高 5cm，板厚为 1.2cm，盘底可薄些，下有 3 根厚度为 1~1.2cm 的横条，以利于通风散热。容量为 1~1.5kg。

(3) 浅盘种子制作过程

① 润料、蒸料。称取一定量用 40 目筛除去粉末的麸皮，按不同季节加水 70%~80%，充分拌匀并打散团块后，用豆包布包裹，或装入竹箩，置于高压蒸汽锅中，在 0.1MPa 压力下灭菌 30min，或以常压蒸 2h。

② 装盘、接种。将上述熟料移至无菌室，待冷却至 30℃ 左右时，接入 0.3% 左右的第 2 级种子，充分拌匀后，立即装盘，料层厚度约 2cm，要求迅速并厚薄均匀。

③ 培养。将上述曲盘置于 28~30℃ 的保温箱中，叠成柱形进行培养。约经 8h，根霉孢子已萌发；培养至第 12h，品温开始上升；至第 17~18h，品温可升至 35~37℃，这时可将曲盘由柱形改摆成“×”形或品字形，以降低品温；培养至第 24h 左右，根霉菌丝已将物料连接成块状，这时即可扣盘，将曲倒扣入另一个空的曲盘内；扣盘后，再继续培养 4~5h；待品温升至 34~37℃，培养时间为第 28~30h 时，立即排潮出曲。

这 28~30h，实际上可分为如下 3 期，或称前期、中期和后期。

根霉孢子萌发期，8 小时之内孢子萌发。

菌丝生长期，即第 8~22h 之间。期间品温不断上升。故应使物料释放 CO₂、供给充足的氧气，并散发热量，将品温控制在 37℃ 以下。

孢子形成期，即第 22h 之后。在扣盘后，品温降低，并经通风、排潮，使根霉形成大量的孢子囊孢子，以符合作为种子的基本要求。

④ 烘干。可分 2 个阶段进行，前期因曲中含水量较多而根霉对热的抵抗力较差，故温度不宜过高，可控制为 35~40℃；随着水分的挥发，根霉对热的抵抗力也相应增强，烘干温度可控制为 40~45℃。烘干至种子水分为 10% 以下即可。

在实际生产中，大多使用第 2 级的三角瓶种子直接制根霉曲，使成曲质量大为提高；而使用第 3 级的浅盘种曲作为根霉成曲的种

子，则由于增加了根霉的传接和培养代数，也就增加了感染杂菌和根霉变异的可能性，因此，对成品质量的影响较为明显。所以，用第2级种子直接制根霉曲利大于弊；而使用第3级种子制根霉曲，只是增加种子的数量而已。

（二）制根霉麸曲三法

1. 曲盘法制根霉麸曲

（1）润料 操作与前述第3级浅盘种子基本相同。但因曲盘制根霉曲的投料量较大，故润料大多使用扬麸机，而且多为地面作业，因此润料场地须清洗和消毒。

经40目筛除去粉末的麸皮，按原料状况和季节等不同，加水60%~80%。若加水量过小，在培曲时会出现干皮、菌丝生长不透等现象，严重时会使停止生长，致使根霉孢子数量极少、成曲质量明显下降；若加水量过多，则会产生酸败、烧心等问题。

将加水后的物料进行初步翻拌后，铲入扬麸机内充分搅和均匀，并打散团块，扬在经漂白粉水消毒过的地面上。润料时间为2~3h。

（2）蒸料 将上述物料均匀地装甑，装满并圆汽后，再常压蒸1.5~2h。熟料不能与生料及未灭过菌的工具接触。热料经过清洗、消毒过的扬麸机，或用人工扬至蒸过的竹席或用漂白粉水消毒过的地面上。

（3）接种 待冬季品温降至35~37℃、夏季为接近室温时，即可接入0.3%~0.5%的前述第2级或第3级种子，接种量以夏少冬多为原则。若夏天接种量较多，则会促使品温升得过快、过高而导致酸败、烧心；若接种量过小，则由于品温上升太慢、在根霉生长不占绝对优势时，易招致杂菌污染，并延长制曲周期和影响成曲质量。

接种方式为：将种子搓碎后，与部分曲料拌和均匀，再撒布于全部曲料上，至少翻拌6次，才能充分混匀，也可分几次撒入种子。有的厂则在物料装盘后，再在物料表面接入种子总量50%的种子；其余50%在装盘前接入物料中。

(4) 培曲 将上述接种后的物料分装入曲盘, 要求厚薄一致, 厚度为 3~4cm。再移至灭过菌的曲室, 叠成柱形, 室温控制为 28~30℃。培曲期间, 可采用改变曲盘的叠置方式等操作方法, 以调节品温和湿度、供氧状况, 使各曲盘的条件相对均衡。具体过程大致可分为如下 3 个阶段, 品温基本上控制在 30~37℃ 之间, 总的培养时间为 44h 左右。

① 培养前期。在起始室温为 28~30℃、空气相对湿度为 95% 以上的条件下, 品温不低于 25℃, 以 30℃ 为宜, 不宜过高, 以免污染杂菌。在第 4~6h 时, 根霉菌丝已零星布满物料表面。这时可进行倒盘, 即调整上下曲盘的位置, 并继续培养。

② 培养中期。到第 16h, 品温升至 32~34℃, 用手摸盘底时有潮热感, 这时可把曲盘摆成 “X” 形; 在第 20h 左右, 可将曲盘摆成十字形; 第 22~23h 时, 可进行扣盘。空气相对湿度可控制为 90%~95%。

③ 培养后期。到第 28~32h, 可将曲盘摆成品字形, 以利于排潮和散发 CO₂, 室温保持为 30~31℃, 品温控制在 37℃ 以下, 空气相对湿度可控制为 75% 左右。是否需要倒盘, 应视菌丝生长状况而定, 若菌丝已充分繁殖, 物料已连接成饼状, 表面大部分菌丝已倒下, 才能进行倒盘。倒盘后, 仍摆成品字形, 室温保持为 28~30℃, 品温控制为 31~34℃, 继续培养至第 38~40h 或更长些时间, 将曲饼经过洁净、消毒、干燥的扬粒机打碎后干燥。采用曲盘法培养的曲, 若作为种曲进一步用帘子或曲池进行扩培制曲, 则通常可培养得较老些, 即使根霉孢子形成得多些, 让其在扩培时萌发; 若直接作为成曲用于制酒, 则可培养得嫩些, 即要求菌丝长得得多些, 甚至可以不形成孢子, 因为糖化酶等淀粉酶多在菌丝中。当然, 培养时间也不宜太短, 以免菌丝繁殖不透而成曲糖化力等不强。

(5) 烘干 有人认为干燥速度越快越好, 这值得讨论。提高干燥速度的措施大体有如下几项: 提高烘房温度; 开启排风扇, 强制空气流动以排出潮气、降低室内的相对湿度; 适当减小曲层厚度。

有的小厂将曲装在簸箕内干燥，按品温状况，将簸箕进行上下左右前后调换位置，并不定期地翻拌；有的厂采用在架子上置竹席的方法，曲在竹席上的厚度为 2~4cm，并经常翻动，当然不是越薄越好、干燥速度越快越好。

空气加热方法。有的厂采用蒸汽加热器将空气加热，此法效果较好；有的小厂采用地面火道加热法，此法虽干燥速度较快，但室内各处温度不均衡，且易失火。烘干应分以下 2 个阶段进行。

① 前期。指 24h 之内。因曲内水分较多，根霉可继续生长，故该阶段的干燥温度可控制为 35~40℃，起到“后培养”作用。若前期干燥温度过高，则由于根霉曲含水量较多而根霉抗热能力较差会受到损害，且易污染杂菌。

② 后期。指从第 24h 直至曲含水量减为 10% 以下的这段时间。该阶段干燥温度可控制为 40~45℃。不宜采用日晒法干燥。

(6) 粉碎 使根霉的孢子囊破裂而释放孢子，以提高使用效果。通常使用面粉粉碎机、药物粉碎机或电磨粉碎。因粉碎时的机械摩擦作用会产生热量使品温升高，故须采取调整转速等措施，将品温控制在 50℃ 以下，以免影响曲的质量。

有的厂将根霉曲未经粉碎就包装发售。此举不妥。因根霉曲是用于制酒的，每一粒未经粉碎的曲粒上，附有数以百计的根霉孢子囊，若未加粉碎而撒在物料上，则由于孢子还未释出而效果较差，而且分散度较低、分布也不均匀，势必会造成物料局部发热等现象而影响糖化发酵的正常进行。小厂也可用石碾、手摇粉碎机将根霉麯曲粉碎。

2. 帘子法制根霉麯曲

目前仍有不少小厂采用此法。即用竹材或金属材料，制成 3~4 层床式的架子，竹帘铺在各层架子上，也可用 10~12 层白布代替竹帘。可在架子下设一条密封的过火笼管子，以控制品温的升降；有的厂在地面上放置电炉升温，但电炉应加罩，并注意安全。曲房顶部以拱形为宜。

此法与曲盘法相比，能大幅度地降低劳动强度，帘子的清洗、

消毒也较容易；但由于曲室上下温度不均衡等原因，成曲质量低于曲盘制的根霉菌。制曲过程大体上与曲盘法基本相同，现具体叙述如下。

(1) 润料 原料为经 40 目筛除去粉末的麸皮，也有掺加一定量米糠的。加水量为原料量的 80%~90%，也有报道加水量为 51%~53% 的。将物料充分拌匀后，过筛消除团块，再堆积 30min，也有报道堆积 2~3h 的。

(2) 蒸料 有两法：一是高压法，即将物料装入布袋内，以 0.1MPa 蒸汽灭菌 30min 即可；二是将生料入甑，待圆汽后加盖，以常压蒸 2h 即可。也可待圆汽后加盖，以常压蒸 1h 后，去盖，在物料表面放上麻袋，再蒸 5~10min，以冲去熟料上的浮水。

再将熟料移至经灭菌的曲室，并通过经灭菌的筛子、消除团块。因团块中水分太大而不透气，故容易滋长毛霉，俗称水毛，也容易生长产酸细菌而影响成曲质量。

(3) 接种、装帘 待品温降至 30℃ 左右时，可接入原料量 0.3%~0.5% 的前述第 2 级或第 3 级种子，具体操作同曲盘接种法。目前，不少厂直接使用 2 级种子而不用 3 级种子，这样可减少污染杂菌的可能性，当然 2 级种子的接种量应远少于 3 级种子。接种后，进行堆积，上盖湿布保湿、保温，室温控制为 28~30℃。经 4~6h，根霉孢子开始萌发、品温也开始上升。这时可将物料装在竹帘上，其厚度通常为 1.5~2cm，也有装至 3.5~4cm 厚的。

(4) 培养 室温控制为 30℃，空气相对湿度控制为 95% 以上。可采用往墙壁和地面上洒水的措施以增加曲室湿度；也可用 2cm 厚的泡沫塑料围住曲架，以保持曲料湿度。在第 8~15h 后，已生长菌丝，可撤去泡沫塑料，室温控制为 30℃，使品温保持为 30℃ 左右；到第 18~20h，菌丝已将物料连接成块；第 22h 后，菌丝已大部分倒下，可开始用经酒精消毒的竹铲，将结块的曲进行翻曲；待品温升至 35~36℃ 时，可开门窗和天窗，进行排潮和排 CO₂ 并降温。在排潮过程中，可将曲饼用竹铲划成 6cm 的方块。通常，培养共需 36~40h，曲表面有大量菌丝、呈绒毛状时，即可出曲，

进行烘干、粉碎、装袋，具体操作同曲盘法。

自物料进入曲室至制成曲的全过程中，操作者须穿戴经消毒的衣、帽、鞋；要用 75% 的酒精擦双手消毒，并应注意个人卫生。

(5) 成曲 须经试饭检验后备用。要求成曲酸度在 0.5 以下，水分在 10% 以下；菌丝生长旺盛，手抓曲粉时有疏松感但不沾手。

3. 曲池法制根霉麴曲

与曲盘法及帘子法相比，进行固态深层通风制曲的曲池法，具有节省厂房面积、节省劳力、设备利用率高、成曲质量好等优点，是较为先进的制曲法。但必须在不停电或极少停电的地方使用，通常用于大厂。

(1) 润料、蒸料 麴皮较粗些为好。因曲池法的投料量较多，故在拌料、润料时水分挥发量相对为少；在培曲过程中，因所通的风湿度较大，故物料的水分挥发量也较少，所以原料加水量低于曲盘法和帘子法制曲。通常，麴皮加水量为 50%~60%，以季节不同和麴皮粗细程度而异。有的厂在麴皮中加少量稻壳。物料经扬麴机充分拌匀后，堆积润料 1~4h 再装甑；也有未经堆积润料就直接装甑的。装满并圆汽后，加盖、常压蒸 2h 即可。

(2) 冷却、接种 熟料经扬麴机将团块打散并降温，经孔径为 1cm 的竹筛筛过。待品温降至 35~37℃ 时，可接入 0.3%~0.5% 的第 3 级种子或帘子培养的种曲，种子或种曲应长得老些，即以孢子已大量形成为好。接种量按种子和种曲质量及季节不同而调整。为防止孢子飞扬损失和保证接种均匀，可先将种子与部分曲料拌匀后，再均匀地撒于全部曲料表面，用人工初步拌匀后，经扬麴机充分打匀。为减少感染杂菌的可能性，通常使用鼓风机配合接种操作。

(3) 装池 将接种后的物料装入曲池，要求装料疏松而均匀，料层厚度为 22~30cm，入池品温为 30℃ 左右。若料层过厚，则不利于通风降温；若料层太薄，则通风吹过畅，也不利于保温保湿而影响根霉繁殖。

(4) 培养 整个培养期为 24~26h。大体上可分为如下 3 个

阶段。

① 静态培养阶段，历时 4~6h，为根霉孢子萌发阶段。期间可将室温控制为 30~31℃，室内相对湿度控制为 90%~95%，品温为 30~32℃。即在保温、保湿的条件下，促使孢子萌发、开始生长菌丝。因该阶段物料空隙间的微量空气中的氧已能满足根霉的生理需求，品温上升速度也很慢，故无须通风。

② 间歇式通风培养阶段，即第 7~15h。待品温升至 33~34℃，就可开始通风；品温降至 30℃，即停止通风，故称间歇通风。

在该阶段的前期，由于菌丝较嫩弱，故应避免过分刺激，通风前后的品温相差幅度不宜太大，风量也应小些，但通风时间可稍长些；随着菌丝生长的逐渐旺盛，产热量也增多，则需相应地逐渐加大通风量。

在第 12~14h，根霉繁殖已进入旺盛期，物料开始结块并收缩，这时在池的边缘部位易于漏气，即发生所谓的通风短路现象，即风从边上跑掉了，没有经过物料层。故应及时在池的四边，用木板压住物料，并用无菌布条压紧。

③ 连续通风培养阶段，即第 16h 至培曲结束。在间歇式通风 3~4 次后，菌丝生长已进入最旺盛期，物料结块趋于坚实。这时通风、降温受到阻碍，故需连续式通风，并加大风量、提高风压，通入 25~26℃ 低温又低湿的较干空气，同时，在循环风道中引入适量新鲜空气，将品温控制为 35~36℃。当品温降至 35℃ 以下时，也可暂停通风，几分钟后品温即能回升，可再行通入干风。

至培养后期，物料养分及水分大量减少，当菌丝生长缓慢或停止生长时，应及时出曲。据报道，有的厂培曲期长达 38~40h，不知这样是否会生成较多的孢子或使成曲的糖化力有所降低。

(5) 干燥、贮存 可将干热空气直接通入上述曲池中，将曲进行干燥；也可用经消毒的耙将曲挖翻打散后，送至烘房干燥。经干燥的曲，水分应在 10% 以下，可经粉碎后装袋、贮存备用；有的

厂将成曲贮存于石灰缸中，以免受潮。

三、酵母麯曲的制作工艺

(一) 酵母麯曲种子的培养

制备酵母麯曲的菌种及其特性，可参见本书第二章第一节的相关内容。酵母麯曲的种子，也可分为3级：即第1级为试管固态菌种；第2级为三角瓶液态种子；第3级为卡氏罐液态种子。但不少企业只要第2级种子。

1. 第1级种子的制备及菌种保存

第1级种子可用保存的酵母菌种，转接米曲汁或麦芽汁琼脂试管斜面培养基培养而成。米曲汁培养基的制法，可参见本节二、。麦芽汁琼脂试管斜面培养基的制法如下。

将大麦浸泡24h后，沥干，置于竹筐内，上盖1层湿布，在20℃下发芽，每天淋清水1次。待发芽至大麦本身长度的1/2左右时，将其风干、粉碎。将此麦芽粉1kg加水4kg，在55℃下糖化6~7h，至糖化醪滴入碘液时不显蓝色为止。再用纱布或用豆包布制成的大漏斗形过滤袋，滤取麦芽汁，并调整其浓度为12°Bx，pH为4~4.5。取上述麦芽汁加2%琼脂加热融化后，分装入 $\phi 15\text{mm} \times 150\text{mm}$ 经干热灭菌、塞有棉塞的试管。

试管斜面培养基的灭菌、考察、无菌接种操作及种子检查等，同根霉曲第1级种子。但试管酵母转接时，挑取的是1接种环酵母泥，在待接种的斜面培养基上，从距试管底部0.5cm处，向上拖1遍即可，也可划成曲线形，再在30℃下培养2~3天；检查种子时，也是挑取少许酵母泥，用无菌水稀释后，取1滴于载玻片上，加上盖玻片，用显微镜观察酵母形态、检查有无杂菌。酵母应健壮、形态正常并整齐一致，原生质分布均匀。若用肉眼或放大镜从试管外观察，酵母应呈乳白色，菌苔表面平滑有光泽，无杂菌斑。

若上述试管酵母培养后，有部分用作保藏菌种，则可在4~5℃的冰箱内保存2~3个月。酵母菌种也可采用石蜡保存法保

存：即将医药用的液态石蜡或试剂液态石蜡，装于 500mL 三角瓶中，塞好棉塞、用牛皮纸包扎后，在 0.1MPa 蒸汽下灭菌 1h。再移至干热灭菌箱中，在 120℃ 下烘 2h，以蒸发掉液体石蜡中的水分。经冷却后，按无菌操作要求将液蜡倒至刚培养好的试管酵母菌种上，液面须高于斜面顶端约 2cm。然后用油纸将试管的棉塞包扎好，并把试管菌种直立于盛器内，置于冰箱或室温下保存，保存期可达半年至 1 年。在使用时倒去液蜡，移植于新鲜试管斜面培养基上培养。液蜡则可经上述方法处理后继续使用。对于能利用液蜡的菌种，例如假丝酵母及某些生香酵母，则不宜采用此法保存。

2. 酵母麴曲第 2 级种子的培养

即从试管菌种→500mL 三角瓶液态培养→5000mL 三角瓶液态培养。其培养基可为麦芽汁、米曲汁等，也可用本节一中所述的糖液。

将浓度为 12°Bx 的糖液 100~200mL，装入经干热灭菌的 500mL 三角瓶中。装量多少应根据培养基特性，以其在蒸汽灭菌时泡沫不沾染棉塞为准，例如麦芽汁等，因含有较多的蛋白质等成分，故在蒸汽灭菌时会产生较多的泡沫，尤其在操作者进行降压排汽时操作不得法的情况下，很容易使泡沫沾染棉塞而在酵母培养中污染杂菌。再将三角瓶塞好棉塞、用牛皮纸包扎后，在 0.1MPa 下蒸汽灭菌约 25min。冷却后，按无菌操作要求，在接种室内接入试管斜面酵母菌泥 1~2 环。塞好棉塞，在 28~30℃ 保温箱中培养 24~36h，待培养液内有大量气泡上升、酵母旺盛繁殖时即可。

5000mL 三角瓶种子的培养，以上述 500mL 三角瓶酵母液为种子，培养要求同 500mL 三角瓶种子。

3. 卡氏罐第 3 级种子培养

将本节一中所述的糖液在 85~90℃ 下加热 15~30min 后，装入已灭菌的卡氏罐。待冷却至 28℃ 后，按无菌操作要求，接入 5000mL 三角瓶培养的第 2 级种子。摇匀后，在 28~30℃ 下培养约

20h, 待表面有大量泡沫时, 表示酵母已旺盛繁殖, 即可使用。

(二) 培制酵母麸曲

酵母与根霉因生理特性有差异, 故酵母麸曲的培制与根霉麸曲的培制至少有以下 3 点不同: 在较充足的水分下, 酵母更适于生长; 酵母不像根霉那样可由菌丝蔓延而繁殖, 故需在培养过程中多次翻拌; 酵母的生长和成曲的干燥温度应低于制作根霉麸曲时的温度。

1. 配料、蒸料

(1) 配料 酵母生长所需的碳氮比为 10 : 1, 而霉菌生长所需的碳氮比为 5 : 1。麸皮既是碳源, 又是氮源, 并含有多种维生素和无机元素, 可以满足这两类微生物生长的营养需求。可是有的工厂在配料时, 还在麸皮中添加其他原料, 例如有的配方为: 麸皮 80%、玉米粉 15%、大米皮 5%。若麸皮较细, 有的工厂在配料时还添加麸皮量 5% 的稻壳, 以增加物料的疏松度。也有使用米糠为原料的, 那就成了酵母米糠曲了。

在培曲过程中须多次翻动物料会使物料水分挥发较多, 而酵母生长时喜欢较多的水分, 因此原料加水量通常比制根霉曲多 5%~10%。但有的厂(如上述配方)原料加水量仅为 60%, 并用扬麸机打散后, 润料 2~3h。

(2) 蒸料 物料装甑后, 将簸箕、木锨、筛子等工具放于料面, 以 4 层麻袋作盖。待圆汽后, 再蒸 1~1.5h。出甑后, 用孔径为 1cm 的筛过筛。

2. 接种

待物料冷却至 36℃ 左右时, 先拌入原料量 0.3%~0.4% 的根霉麸曲, 进行堆积糖化; 待品温降至 32℃ 左右时, 接入原料量 2%~5% 的第 2 级三角瓶酵母种子液, 或 10% 的第 3 级卡氏罐酵母种子液, 须反复翻拌 8 次以上。

3. 装料

曲盘装料厚度为 3cm; 帘子装料厚度为 4cm; 曲池装料厚度为 27~29cm。

4. 培曲

整个培曲期为 33~35h, 前期要注意保潮, 后期要注意排潮。开始时, 室温控制为 30~31℃, 品温为 27~29℃。培养至第 7~9h 时, 品温开始上升, 需翻拌 1 次; 至第 12~15h, 再翻拌 1 次; 第 15h 后, 酵母繁殖旺盛, 应随时注意品温状况, 增加翻拌次数, 进行不定时的翻拌, 及时排除 CO₂、供给氧气并降低品温和调整湿度; 待品温升至 32~33℃ 时, 应注意排风, 流通循环空气, 将品温控制为 27~29℃, 直至培养结束。

5. 干燥、粉碎

因酵母的抗热能力低于根霉, 故酵母麸曲的干燥温度应控制为 35~40℃; 酵母麸曲的粉碎操作同根霉麸曲, 但要注意摩擦升温对酵母的影响, 不能使品温超过 45℃。

四、根霉酵母麸曲的混成

(一) 根霉麸曲与酵母麸曲的混合比例

将前述合格的根霉麸曲与酵母麸曲按一定的比例混合起来, 才能作为根霉酵母麸曲自用或外售。因为根霉麸曲只是一种糖化剂; 酵母麸曲只是一种发酵剂, 而根霉酵母麸曲则兼具糖化、发酵的双重功能, 其特性如同传统大曲和传统小曲, 是生产白酒的糖化发酵剂。也有用耐高温酿酒活性干酵母代替酵母麸曲的根霉酵母麸曲。

根霉麸曲与酵母麸曲混合的比例, 无统一的标准, 其说不一, 但总的原则是应以制酒方法、1g 酵母麸曲中所含的酵母数量和质量, 以及不同的制酒季节等因素而定。例如规定根霉酵母麸曲的酵母细胞数为 0.16×10^8 个/g, 若酵母麸曲中的酵母细胞数为 8×10^8 个/g, 则混合后的根霉酵母麸曲中的酵母麸曲应占 2%; 也有厂规定, 若酵母麸曲中的酵母细胞数为 4×10^8 个/g, 则酵母麸曲应占根霉酵母麸曲的 6%。通常在热天, 根霉酵母麸曲中应少配些酵母麸曲, 例如四川某酒厂在夏季使用的根霉酵母麸曲中的酵母数为 $(0.3 \sim 0.6) \times 10^8$ 个/g, 而冬季则高达 1.3×10^8 个/g。但若

生产白酒时酵母投入量太多,则酒醅发酵时会产生过量的高级醇及醛类成分,使原酒加重苦味和刺激感。

根霉酵母麴曲目前实际上是在用作生产相应的清香型白酒的种子,根霉和酵母在培菌糖化箱内要进行繁殖后,才能用于配料、入池发酵。因而,根霉酵母麴曲的用量和质量、培菌糖化的温度和时间等均对糖化及发酵有很大影响。所以,生产根霉酵母麴曲的厂子,应生产系列产品,以满足不同地区、不同生产条件酒厂的需求。

成曲应立即包装。有的企业按产品的用途,选用不同容量的专用塑料袋包装、封口后,装入纸箱,存放于通风干燥处,以免反潮而升温变质。在运送过程中,尤须注意防湿、防热、防晒。

(二) 根霉酵母麴曲的质量标准

1. 感官指标

(1) 外观 呈粉末状至不规则小颗粒状;色泽近似于麴皮,均匀一致,无杂色;具有根霉酵母麴曲特有的香气,无霉杂气味。

(2) 试饭后效果 试饭后应表面均匀,呈微黄色,无杂霉斑点,饭粒松软;味感酸甜适口,无异味;有曲香果香气味;清糊、绒籽良好。

所谓试饭,是将根霉酵母麴曲加入米饭中,定温定时检查醪液的感官状况等,并最终测定有关的理化项目,这是检验这种曲糖化力、发酵力、对酒质的影响,以及杂菌状况等的简便之法。具体操作如下。将 1000g 大米淘洗后,装入饭盒,并加水使大米吸水后的总质量为 2200g。再置于甑内,待圆汽后蒸 40min,要求饭粒熟而不烂。然后趁热将米饭打散,装入直径为 9cm 的无菌培养皿中,待冷却至 35℃ 时,接入大米量 0.3% 的根霉酵母麴曲。拌匀后,移入保温箱中,在 28~30℃ 下糖化发酵 40h,即可检测有关项目。

2. 理化指标

理化指标包括以下两个方面。

(1) 成品曲指标

① 水分 $\leq 12\%$ 。

② 糖化力 (O·C, 以滴定 $C_6H_{12}O_6$ 计) 每小时每克曲糖化 700~2500mg。

③ 液化力 (A·C, 以消耗 $C_6H_{12}O_6$ 计) 为每小时每克曲糖化 0.6~1.5g。

④ 酸度在 2~3 以内; pH4~5。

(2) 成品曲试饭后指标

① 试饭糖分 (以葡萄糖计) $\geq 25g/100g$ 。

② 试饭酸度 (以 1g 醪消耗 0.1mol/L NaOH 的毫升数计) ≤ 0.45 。

③ 糖化发酵率 (以消耗 $C_6H_{12}O_6$ 放出的 CO_2 计) $\geq 73\% \sim 82\%$ 。其测定方法如下。

糖化发酵。用 300mL 三角瓶, 每瓶装入相当于 30g 大米的米饭 66g, 塞好棉塞、包扎牛皮纸后, 常压蒸 1h。趁热将米饭摇散, 并冷却至 35℃ 时, 接入大米质量 0.3% 的根霉酵母麴曲, 摇匀后放入保温箱中, 在 30℃ 下培养 24h。再注入 100mL 无菌水, 瓶口改用塑料布包扎, 并在 7~9 天之内, 每天称量 1 次, 直至发酵基本停止。总检查质量应增加 10g 以上。

蒸馏:将上述发酵醪转至圆底蒸馏烧瓶中, 用 100mL 蒸馏水将三角瓶中的残留物洗入烧瓶, 一起蒸馏。用 100mL 容量瓶接馏出液至 95mL 时, 停止蒸馏。再用无菌水定容至 100mL, 摇匀后, 测其温度及酒精体积分数, 查表知在 20℃ 时的酒精体积分数应在 11% 以上。同时, 采用酸水解法测知所用大米的淀粉含量。

糖化发酵率的计算:

$$\text{糖化发酵率} = \frac{\varphi \times 0.79}{30 \times w \times 0.568} \times 100\% = \frac{\varphi}{w} \times 4.636\%$$

式中 φ ——酒精体积分数, %;

0.79——酒精的密度, mg/mL;

w ——大米的淀粉质量分数，%；

0.568——淀粉产酒精的理论换算质量比值。

3. 微生物指标

(1) 根霉菌 菌丝粗壮，无横隔，孢子囊膨大，呈圆形。

(2) 酵母菌 形态正常，出芽率高，死亡率很低；酵母数为每克曲 $8 \times 10^7 \sim 1.5 \times 10^8$ 个。

(3) 大肠杆菌数 $< 4 \sim 15$ 个。

(4) 细菌总数 $< 100 \sim 8000$ 个。

(5) 致病菌 不得检出。

五、用耐高温酿酒活性干酵母与根霉制作根霉酵母麯曲

(一) 实例 1

1. 根霉麯曲的培制

(1) 第 1 级种子 根霉试管斜面菌种：在 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 下，培养 48h。菌种为 Q303。

(2) 第 2 级种子 根霉三角瓶种子培养：在 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 下，培养 48~60h。

(3) 第 3 级种子 根霉浅盘种子培养：在 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 下，培养 40~48h。

(4) 曲池法制根霉麯曲 在 $30 \sim 36^\circ\text{C}$ 下，培养 24~26h。再进行干燥、粉碎。

2. 酵母麯曲的培制

(1) 耐高温酿酒活性干酵母的活化 在浓度为 2.5% 的蔗糖溶液中，加入 15% 的安琪牌耐高温酿酒活性干酵母，于 $38 \sim 40^\circ\text{C}$ 下，活化 2.5h。

(2) 曲池法制酵母麯曲 将麯皮加 65% 的水，直接经扬麯机打匀后，入甑常压蒸 1.5h。出甑扬冷至 $30 \sim 32^\circ\text{C}$ 时，接入上述干酵母活化液 10%，充分拌匀后，装入曲池，在 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 下培养 20~24h。再在 $30 \sim 35^\circ\text{C}$ 下通风干燥。

3. 根霉酵母麯曲的混成

根霉麸曲的酸度 ≤ 0.35 ，色浅近似于麸皮，呈舒适的香气，入口嚼有明显甜味；酵母麸曲中的酵母数在 8×10^8 个/克曲以上。可根据根霉麸曲及酵母麸曲的质量，将其粉碎后，按根霉酵母麸曲的质量指标，按一定比例混合为成品曲。

4. 采用此法的优点

因省略了酵母麸曲经3级培养种子的步骤，故成曲中的酵母健壮、死亡率低、细菌数少。不仅提高3根霉酵母麸曲的质量，而且降低了生产成本。

(二) 实例2

经对比可知：若采用从试管菌种扩培到三角瓶、卡氏罐的第3级酵母种子来制作曲盘或曲池酵母麸曲，则至少需4天以上，且手续繁杂、感染杂菌的可能性较大，每克酵母麸曲仅含酵母细胞2亿左右，要达到3~5亿就很难；而以安琪牌耐高温酿酒活性干酵母活化液为种子，培制曲盘或曲池酵母麸曲，则只需40h，且每克酵母麸曲的酵母数通常在15亿以上，基本上无染菌现象，成本降低了，曲的质量却提高了。其具体工艺如下。

1. 工艺流程

麸皮加水拌匀→过筛→蒸料→摊凉→加入耐高温酿酒活性干酵母活化液及糖化酶→拌匀→装入曲盘或曲池培养→干燥→酵母麸曲。

2. 耐高温酿酒活性干酵母的复水活化

(1) 酿酒活性干酵母的选择 最好选用耐高温酿酒活性干酵母，尤其在夏冬两季：夏季可耐最高品温 42°C 左右，做到夏季不停产，不掉排；冬季可将入池品温提高，使发酵初期较快升温，避免了因冬季发酵最高品温达不到 $36\sim 37^{\circ}\text{C}$ 而致使出酒率下降的现象发生。春秋两季可选用普通型酿酒活性干酵母。但为了不变动酵母麸曲的培制工艺，以全年均使用耐高温酿酒活性干酵母为宜。应重视活化用水、复水温度和活化时间。

(2) 活化用水 为凉开水，以减少杂菌污染。切忌用自来水直接升温或调温。

(3) 活化用水量 为耐高温酿酒活性干酵母的 20~25 倍。其含糖量为 1%~2%。使用白糖、红糖、葡萄糖、饴糖均可,以饴糖为最好,其用量以葡萄糖计,不能超过耐高温酿酒活性干酵母的 1/4。糖应在开水未冷却时加入。

(4) 复水温度 以 38~40℃ 为宜。在生产耐高温酿酒活性干酵母的干燥过程中,酵母的细胞膜变成了特殊的多孔结构,有的还受到损伤,故在复水过程中,容易使酵母细胞内容物向外渗透而流失。但是,在复水时,干酵母迅速吸水,能形成一层均匀的半透膜,可防止细胞内容物流失,而这层膜形成的快慢,则与复水温度有关。若温度太低,则细胞半透膜形成太慢,致使酵母细胞浸出物增加,而酵母活力却大为降低;若温度过高,则会使酵母早衰。而当前生产中的问题是复水温度偏低。据美国学者研究报道,面包活性干酵母的复水过程,应在水温 43℃ 下进行。

(5) 活化时间 以 10~20min 为宜,即在活化液产生气泡 1~2min 即可。因培制酵母麴曲时的接种量较大,如按 100kg 麴皮使用耐高温酿酒活性干酵母 200g 计,平均每克麴皮接种酵母数已达 0.2 亿~0.3 亿个。切勿采用将干酵母活化增殖,以减少其用量的做法。因为耐高温酿酒活性干酵母是经 5 代扩培的产品,若在活化液中培养 2~3h,甚至更长时间,酵母会迅速繁殖;接入麴皮后,在曲盘或曲池中酵母再次繁衍;当用于制酒时,在入箱进行培菌糖化的过程中,酵母还要传代繁殖;到最后入池发酵时,因酵母传代太多,形态较小,会使酿出的酒带有异味而影响酒质,故干酵母以完成复水后刚开始增殖便使用为宜。

例如,用耐高温酿酒活性干酵母培制 1000kg 酵母麴曲,可称取 40g 葡萄糖或 60g 饴糖,溶解于 25kg、45℃ 以上的温开水中;同时称取 150~200g 耐高温酿酒活性干酵母,即其用量为麴皮的 0.15%~0.2%,加至 38~40℃ 的上述糖液中,搅拌均匀,使其充分分散,再静置至产生气泡后 1~2min,即可接入麴皮中。

3. 制曲过程

(1) 拌料、蒸料、冷却 称取 100kg 麴皮，加 60%~70% 水拌匀、过筛，对未过筛的团块，要搓散、过筛后，一并疏松地装入竹筐、入甑。待圆汽后蒸 2h、出甑、摊凉。有的厂麴皮加水量偏低，为 50%~60%，不利于酵母繁殖；有的厂蒸料时间较短，因杀菌不彻底而感染杂菌。

(2) 接种 称取糖化力为 50000U/g 的糖化酶 25g，加至上述干酵母活化液中，搅拌溶化后，一并加到降温至 27~29℃ 的熟麴皮中翻拌均匀。

(3) 装盘 将上述物料装入曲盘，厚度以 3~4cm 为宜。

(4) 培养、干燥 将曲盘移至经杀菌的培曲室，叠成柱形，在 27~28℃ 下培养 8h 后，品温可升至 32℃ 左右，应进行第 1 次翻拌，仍叠成柱形。第 1 次翻拌后，品温较传统法升得快，应适当增加 1~2 次翻拌操作，以求呈较理想的升温曲线，并排放 CO₂ 和补充氧气，使酵母均衡分布和繁殖。培养至第 12h 时，应进行第 2 次翻拌，仍叠成柱形；培养至 15~16h 时，可进行划盘、错盘。划盘、错盘的次数，依物料升温情况而定，有时多达每小时 1 次。在培养后期，品温可稍高，但不能超过 42℃，以 36~38℃ 为好。当培养至第 32~35h 时，不仅培养期结束，酵母麴曲的干燥阶段也已结束。

4. 根霉麴曲与酵母麴曲的混合比例

使用一般的根霉酵母麴曲生产白酒，发酵周期已由传统的小曲白酒为期 7 天改为 6 天，但要求曲中的酵母数相应增加。传统小曲中酵母数较少，使酒醅发酵不充分，造成丢糟发甜的现象，这是原料出酒率低的重要原因。而用耐高温酿酒活性干酵母制作酵母麴曲，则每克麴曲的酵母数高达 15~20 亿个。因此，在与根霉麴曲混合时，其比例应在 5% 以下，即混成后的根霉酵母麴曲，酵母数为 $(0.8 \sim 1.2) \times 10^8$ 个/g 即可；夏季以 $(0.8 \sim 1.2) \times 10^8$ 个/g 为宜；冬季以 $(1 \sim 1.2) \times 10^8$ 个/g 为妥。

5. 采用此法的酵母麴曲质量要求

(1) 含水量 $\leq 12\%$ 。

- (2) 每克曲的酵母数 在 10 亿以上, 通常多在 15~20 亿以上。
- (3) 酵母细胞存活率 在 90% 以上, 实际上均达 95% 以上。
- (4) 杂菌率 不超过 5%, 实际上多在 1%~2% 以下。
- (5) 酵母出芽率 多在 15% 以下。但由于曲中含酵母数大为提高, 故出芽率较低也不会影响酵母麯曲的质量。

第二节 根霉酵母麯曲清香型白酒制酒工艺

一、根霉酵母麯曲清香型白酒制酒工艺综述

根据四川重庆等有关企业的技术报道, 现将不同原料生产根霉酵母麯曲白酒的工艺要点, 综述如下, 供参考。这类白酒的原料出酒率, 以成品酒的酒精体积分数 57% 计, 高达 50%~55%, 且产量很大、风味别具一格、生产工艺独特, 很值得认真总结、交流和进行深度研发。

(一) 原料浸泡与糊化

在原料浸泡、糊化过程中, 要注意相对地三定: 即定水分、定温度 (包括蒸料时的汽量, 或称火力)、定时间。其中糊化又包括初蒸、闷粮、复蒸 3 道工序。

1. 原料浸泡

(1) 操作的注意点

- ① 水位。要淹过粮面 20~25cm。并须搅拌均匀。
- ② 冬天要加木盖保温。泡粮过程中, 不必搅动, 以免翻泡、产酸较多。

③ 初蒸前要用水冲洗掉沙、泥等杂质及酸分。

④ 每次泡粮后, 泡粮池要清洗干净, 以免繁殖杂菌。

(2) 浸粮工艺

- ① 玉米浸泡。用闷粮水浸泡, 不必另烧开水, 以节省能源; 闷粮水温度较高, 有利于玉米吸水、膨润。玉米须浸泡 8~10h。这样浸泡的玉米, 经蒸熟后, 大翻花粒少, 故淀粉流失量小。所谓

翻花，是指在蒸粮后，粮粒裂开，如花瓣翻开状。放水后，再静置 5~8h。

② 高粱浸泡。用冷凝器中的 60~70℃ 水浸泡，以降低高粱中的单宁含量。粳高粱需浸泡 15~16h，沥干后静置 8~10h。

③ 小麦浸泡。用冷凝器中的 50~60℃ 水泡 4h 后，再用冷水泡 6h 以上，放水静置 4h。

(3) 浸粮后要求 须泡透心，即基本上无干心存在。在初蒸前检查，粮粒增重 45%~48%；剖开粮粒，透心度达 95% 以上。

2. 初蒸

(1) 操作要点 将蒸酒后的底锅水冲洗干净；用冷凝器中的水流足所需的用水量，即甑算距水位 17~20cm；在甑算上撒 1 层稻壳，其厚度以不漏粮粒为准；待圆汽时，再加盖并加盖垫物，开始计时。蒸玉米时，在圆汽后，需用木锨将物料翻拌均匀后、再加盖。有的厂在加盖前，用木锨沿甑壁划宽 2.5cm、深约 1.5cm 的小沟、使全甑物料穿汽均匀。

(2) 初蒸时间 玉米的初蒸时间为 20~25min；糯高粱为 15~18min，粳高粱为 25~30min；小麦为 20min。

3. 闷水

(1) 操作要点 初蒸后，即拔去甑旁渗水筒木塞，将冷凝器中不低于 40~45℃ 的热水放入甑内，淹过粮面 15~25cm；将 1 支温度计的 1/2 插入甑边的物料中；闷水后，敞盖检查，并撒 1 层稻壳，以保温和保持表面物料水分，静置待复蒸。

(2) 闷水工艺

① 玉米闷水。用大火升温至 95~98℃ 后即停火，闷 90~160min；敞盖检查粮粒应有 85%~95% 已透心。放水、不加盖、盖稻壳，待次日凌晨再复蒸。

② 高粱闷水。粳高粱闷水时间为 40~50min，糯高粱为 30~35min。接近算子处的水温为 60~65℃，最上层水温为 94~95℃。因此，可调节水进入甑内的速度，即在水渗入约 50% 时，暂停一

下后再进水；或减慢进水速度，以相对地延长甑中下部物料的闷水时间，使上、下层物料的吸水状况基本平衡。

③ 小麦闷水。闷水 35~45min 后，敞盖检查粮面水温为 70℃ 左右，粮粒透心率为 85% 以上。

工人总结初蒸和闷水的经验是“长蒸短闷”，即初蒸时间若长些，则闷水时间可短些。

(3) 粮粒闷水、放水后的要求

① 玉米：98% 无白心，粮粒有小裂口者在 90% 以上。

② 糯高粱：粮粒开始吐涎，手捏软如棉花。附于粮粒表面呈稀糨糊状的黏液，称为涎。

③ 粳高粱：粮粒裂口率为 90% 以上，手捏时不扎手，粮粒内部吸足水分。

④ 小麦：粮粒已裂小口，手捏时不扎手，粮粒已充分吸水。

4. 复蒸

(1) 操作要点 将装有 15kg 稻壳的簸箕放在粮面上，以复蒸后用于 300kg 粮食出甑、入箱时撒垫簸箕底和箱底；加盖、待圆汽后计时，须用大汽复蒸，按不同原料、不同时间蒸熟后，敞盖、将簸箕、木锨等工具放于粮面，再用大汽蒸 10min，以起到工具杀菌和冲去粮粒表面浮水的作用。浮水不利于培菌糖化。

(2) 复蒸时间

① 玉米：100~120min。

② 高粱：糯高粱 60min；粳高粱 70~80min。

③ 小麦：60min。

(3) 熟粮要求 以 100kg 原粮出甑时 215~227kg 为宜。

① 玉米。柔熟而无浮水，大翻花粒少。

② 高粱。糯高粱柔熟、涎轻、裂口小，收汗有回力；粳高粱全部柔熟、内无干粉，表面无浮水，大翻花粒少。所谓收汗，是指在检查甑内或出甑熟粮时，约经半分钟，粮粒表面不带水、不黏手；在第 1 次翻粮时，摊席上不现水湿迹象。

③ 小麦。手捏有绵软感，透心率在 95% 以上。

（二）培菌糖化

培菌糖化过程也可以说是“二次制曲”，即根霉和酵母又经一次扩培的历程。在根霉酵母麴曲中，84%~90%是根霉菌，10%~16%是酵母菌；根霉的生长温度为25~40℃，最适温度为30~35℃；酵母的生长温度为23~37℃，最适温度为25~30℃。人们在培菌糖化过程中，要使物料达到入池发酵的各项预定指标，就必须时刻不忘根霉和酵母的生理特性和生化特性，以及制酒的最终目标，即提高原料出酒率及酒质。前面已讲过，如果将根霉酵母麴曲以很大的用量，直接投入发酵过程，那岂不成了曲霉麴曲白酒生产的模式了吗？

工人们说：“谷从秧上起，酒从箱上起”；“一曲二火三操作四设备五原辅料五位一体”。他们把曲放在首位是有一定道理的；火是指温度，是酿酒工艺的核心因素；五位一体的说法也是对的；但原料的作用往往也是不容小看的。

有的工人用这样的简单方法，即可检验外购的根霉酵母麴曲的质量：在铝饭盒内装入50g大米饭，拌入少许根霉酵母麴曲；用纸密封后，放在培菌糖化箱的物料中，一起培菌糖化；若出箱后用筷子压米饭时绒籽好、清糊好，不白似米汤而香甜，应视为优质曲。

1. 加曲

各种原料的加曲量及加曲时的品温，如表5-1所示。若加曲量过多或过少，均会影响培菌糖化时的升温速度和培菌时间。

表 5-1 加曲量及加曲品温

粮 别	加曲量/%		加 曲 品 温/℃		
	热季	冷季	第 1 次加曲	第 2 次加曲	第 3 次加曲
糯高粱	0.5	0.6	50~60	40~50	35
粳高粱	0.6	0.7	50~60	40~50	35
小麦	0.5	0.6	50~60	40~50	35
稻谷	0.6	0.7	50~60	40~50	35
玉米	0.6	0.8	50~60	40~50	35
苕干	0.6	0.7	45~55	40~45	—
鲜苕	—	0.6	45~55	40~45	—

加曲时，可先预留总用曲量的 5%，以用于培菌糖化箱的底和物料的表面。再将其余的曲三等分，分 3 次加曲。

2. 物料入箱

入箱时，箱底要铺经杀菌的席，撒一定量经清蒸的稻壳和曲；物料表面也要撒一些曲，并盖以温度适宜的酒糟。要求熟粮摊凉、加曲、入箱操作须在 2h 内完成，以免繁殖杂菌。物料的入箱品温及料层厚度，如表 5-2 所示。

表 5-2 物料入箱品温及料层厚度

粮 别	入箱品温/℃	料 层 厚 度/cm	
		热 季	冷 季
糯高粱	24~25	8~10	12~15
粳高粱	24~25	8~10	12~15
玉 米	24~26	8~10	12~15
小 麦	22~24	8~10	12~13
稻 谷	25~26	8~10	12~16
苕 干	25~27	—	10~16
鲜 苕	26~27	—	10~16

3. 培菌糖化的管理

要做到三勤、两定、二不、三一致：即勤换箱底稻壳，勤洗箱底、勤于检查品温变化；定温、定时，只有控制好入箱品温，才能按时以一定的品温出箱，培菌糖化时间热季为 22~24h，冷季为 24~27h，出箱温度热季为 31~32℃，冷季为 32~34℃，各种原料均如此；不出急箱，不出老箱；料层厚度一致，箱内各部位品温基本一致。老嫩程度也一致。

在冷季，物料入箱后，应及时加盖竹席或稻草垫。要尽量减小箱内四角、箱边与箱中心等部位的品温差距。要使物料入箱后的 10~12h，品温上升 1~2℃。但在热季可只盖竹席，以保持物料水分，并适当减少箱底席下的稻壳、调节料层厚度；在品温高于 25℃ 的室温时，可只在物料上盖少许酒糟。

出箱的醅不能太嫩或太老：冬季要出孢子箱或点子箱，例如室

温 23℃、入箱品温 25℃、出箱品温为 32~33℃，培菌糖化时间为 24~26h，出箱时的醅用手捏时，在指缝间能流出白色水泡子似的糖液，称为泡子箱；夏季可出转甜箱。

4. 培菌糖化醅的质量指标

(1) 感官指标 可从醅的老嫩程度来判断。以醅刚转甜为好，应呈怡人的清香，略有甜味且均匀一致，无酒味，也无异常的酸臭气味。

(2) 理化指标 糖分为 3.5%~5%；水分为 58%~59%；酸度为 0.17 左右，pH 为 6.7 左右。

(3) 酵母数 为 $(10\sim12)\times10^5$ 个/克。

(三) 发酵、蒸馏

因为是并行复式发酵，所以这里的发酵是指同时进行的糖化、发酵。这个过程能否顺利进行，也与很多因素有关，如培菌糖化醅和配糟或称酒糟的状况，入池物料的品温、粮糟的比例等，关键是诸因素之间要相互协调、灵活掌握操作技巧。这里也有个相对定温定时发酵的问题。

1. 粮、糟之比

需要特别说明的是，在生产实践及过去的一些出版物中，曾有人将“粮糟比”误为“培菌糖化醅与酒糟之比”，这大概是一个易被疏忽的概念吧。

投料量与上排酒糟的配比，如表 5-3 所示。

表 5-3 投料量与上排酒糟的配比

粮 别	热 季	冷 季
糯高粱	1 : (4~5)	1 : (3.5~4)
粳高粱	1 : (4~5)	1 : (3.5~4)
玉 米	1 : (4~5)	1 : (3.5~4)
小 麦	1 : (4~5)	1 : (3.5~4)
稻 谷	1 : (4~5)	1 : (3.5~4)
苕 干	—	1 : (3~4)
鲜 苕	—	1 : (3.5~4)

从表 5-3 可见，不同原料在相同季节的粮糟比大体相同，但在

生产实际中，还是有灵活掌握的较大空间，还得与粮、糟质量及品温等统一考虑。

2. 品温和发酵期的管理

发酵过程的品温综合状况，大体如表 5-4 所示。

表 5-4 发酵过程的品温综合状况

粮别	醅、糟及其混合后的品温/℃			桶内发酵醅升温幅度/℃			
	配糟品温	培菌糖化醅品温	团烧温度	1 吹	2 吹	3 吹	4 吹
糯高粱	20~23	25~27	23~25	2~4	5~7	1~2	稳定
粳高粱	20~23	25~27	23~25	2~4	5~7	1~2	稳定
玉 米	20~23	25~27	23~25	2~4	5~7	1~2	稳定
小 麦	20~23	25~27	23~25	2~4	5~7	1~2	稳定
稻 谷	20~23	25~27	23~25	2~4	5~7	1~2	稳定
苕 干	20~23	26~27	24~26	2~4	5~7	1~2	稳定
鲜 苕	20~23	25~27	24~27	2~4	3~7	稳定	蒸酒

表 5-4 中的团烧温度即相当于发酵的初始品温；每 24h 为一吹。开始的 24h 之内，为前发酵阶段；第 24~96h，为主发酵阶段；第 96h 之后，为后发酵阶段，品温开始稳定，到第 120h 后，品温下降 1~2℃，第 144h 后，再下降约 3℃。这是正常的品温变化规律。

要做到发酵“定温定时”，首先应将培菌糖化醅的老嫩度，即其含糖量与粮糟比、糟的水分和 pH、入池或入桶品温四方面协调配合得当；还应考虑到原料和季节。例如以玉米为原料的冬季发酵期为 7 天，夏季为 6 天；以高粱和小麦为原料的冬季发酵期为 6 天，夏季为 5 天。另外，发酵容器的大小、入池物料的疏松程度等，也会影响发酵的速度。

培菌糖化醅的老嫩与入池品温的关系：过老的甜醅会使发酵提前结束，故应将入池品温降低 2~3℃；若培菌糖化醅较嫩，则发酵速度较慢且正常；若培菌糖化醅过嫩，则应将醅、糟品温提高 2℃左右，以调节好入池品温。

培菌糖化醅老嫩与配糟品温的关系：有“老箱配糟凉，出酒称

霸王；嫩箱配糟热，出酒很要得”的说法。

培菌糖化醅品温与配糟品温的关系：培菌糖化醅的摊凉时间宜短。在与配糟混合前，冬季应比配糟高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ；热季高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

培菌糖化醅的老嫩与室温、配糟品温和入池品温四者之间的关系：品温为 $34\sim 37^{\circ}\text{C}$ 的老甜箱醅，配糟温度应稍低些；品温为 $30\sim 31^{\circ}\text{C}$ 的嫩箱醅，配糟温度应稍高些，例如为 $22\sim 23^{\circ}\text{C}$ ，使入池品温为 $23\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。决定入池品温应考虑配糟的质量和用量。若配糟保持为 $20\sim 23^{\circ}\text{C}$ ，而室温却高于 23°C ，则配糟会跟随室温或略高于室温 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，培菌糖化醅可比配糟高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ，进行传堆混合、入池。冬天可采取如下的操作，来解决配糟温度较低的问题：例如室温为 $2\sim 7^{\circ}\text{C}$ ，箱中甜醅为 $32\sim 34^{\circ}\text{C}$ 。可揭去盖箱的草垫，撒上 1 层经杀菌的稻壳，将堆放的所需用量的配糟，铲至箱内甜醅上、刮平后，由工人用锨将甜醅和配糟依次传至晾堂上堆积，并插 4 支温度计。若测知品温为 $25\sim 27^{\circ}\text{C}$ ，则可立即入池；若高于 28°C ，则可翻堆 1 次，以达到所需的入池品温。

3. 新建发酵池

为避免热季地温上升而使发酵醅升温过高，采用地上发酵池，池体仅 17cm 位于地下，长和宽均为 170cm，高为 100cm，可投料 300kg。池壁用砖砌，内壁材质为钢筋水泥，表面为水磨石；池底为水泥、沙子、石子混凝土，略有坡度，以便黄水自然流入黄水坑。

4. 蒸馏

用砖砌、内壁为水泥的甑不耐高温，易裂开跑汽。须使用以杉木或柏木为材质、薄铝板贴面的甑。蒸馏时的接酒温度为 30°C 。

二、各地区不同原料制根霉酵母麴曲清香型白酒的实例

（一）贵州用玉米制根霉酵母麴曲清香型白酒实例

1. 泡粮

泡粮温度为 $73\sim 74^{\circ}\text{C}$ ；泡粮时间冬季为 $2\sim 4\text{h}$ ，夏季为 $1\sim 2\text{h}$ 。应先放水，再投粮。若泡粮水温过高，则部分淀粉颗粒会受热糊化、

粮粒破裂、淀粉流失；若泡粮，水温过低，则粮粒内自身的淀粉酶活力增强，会使粮粒的糖分增多、在蒸粮时流失可发酵性成分、培菌糖化时难以控制杂菌。浸泡后的粮粒含水量为 37%~42%。

2. 蒸粮

要求熟粮的裂口率在 85% 以上；水分为 60%~65%，因季节、气温、配糟质量及发酵周期而异。

(1) 初蒸 17~18min。

(2) 闷粮 水位高过粮面 6~7cm。水温以 72~73℃ 为宜。甑底水温为 60~65℃，甑面水温为 94~95℃。闷粮时间为 45~50min。

(3) 复蒸 1.5~2h。

3. 培菌糖化

(1) 用曲量 为原料量的 0.3%~0.5%，即夏季为 0.3%，冬季为 0.5%，春秋季节为 0.3%~0.5% 之间。

(2) 入箱料层厚度 冬季为 15~20cm，夏季为 10~12cm。

(3) 入箱品温 冬季为 30~31℃；夏季接近于室温。

(4) 培菌糖化温度和时间 品温控制为 32~36℃；时间为 22~26h。

(5) 培菌糖化酯要求 具有曲香和樱桃样香味；糖分为 5%~7%；清糊良好。

4. 发酵

(1) 粮糟比 冬季为 1:(3~3.5)；热季为 1:(3.5~4.5)。配糟的酸度应控制为 1~1.2，若酸度过高，则原料出酒率会大幅度下降。

(2) 温度控制 入池品温控制为 23~26℃；发酵过程中品温控制为 26~36℃，最高不得超过 38℃。

(3) 发酵周期 7~10 天。

5. 蒸馏

应在蒸馏前一天晚上放黄水。若酒醅水分太大，应酌量添加经清蒸的稻壳。接酒温度在 30℃ 以下。注意截头去尾，中段酒的平

均酒精体积分数为 45% 以上。

(二) 四川用糯高粱和小麦制根霉酵母麸曲清香型白酒实例

利用糯高粱与小麦混酿白酒，可增加小麦糖化发酵时的湿润度、并克服纯小麦酿酒时酒醅结块的缺点，提高原料出酒率和酒质。

1. 泡粮

糯高粱和小麦用量相等。因两者外皮及淀粉颗粒结构的差异，小麦的吸水量较大，故在小麦先浸泡 30min 之后，再倒入糯高粱。泡粮水温以 73~74℃ 为宜。泡粮过程中须经常翻拌粮粒，使其均匀受热吸水。浸泡后的粮粒含水量以 37%~42% 为宜。

2. 蒸粮

(1) 初蒸 待圆汽后蒸 10~17min。

(2) 闷粮 水温以 73℃ 左右为宜，甑面水温达 95℃ 左右。待 70% 左右的粮粒裂口时，即可排水。待水沥尽后再复蒸。闷粮时间为 40min 左右。

(3) 复蒸 先往原料中拌入 5% 的稻壳；装甑后再在物料表面盖一层稻壳，以免甑盖下滴冷凝水使粮粒过度裂开而流失淀粉。加盖、待圆汽后蒸 30min；再敞口蒸 20min。熟粮应糊而不烂，表皮无浮水，粒内无生心、黏度正常。

3. 培菌糖化

(1) 加曲 熟粮夏季晾至接近于室温、冬季晾至 40℃，加入原料量 0.3%~0.5% 的根霉酵母麸曲拌匀。加曲量以冬多夏少为原则。

(2) 培菌糖化条件及时间

① 培菌糖化条件。装箱料层厚度为 10~22cm，以冬厚夏薄为原则；入箱品温为 20~30℃，以冬高夏低为原则；培菌糖化品温控制在 38℃ 以下。

② 培菌糖化时间。20~24h。应按不同季节决定醅的出箱老嫩度。

4. 发酵

(1) 粮糟比 冬季为 1 : (3~3.5)，夏季为 1 : (3.5~4.5)。

(2) 品温管理 若室温在 20℃ 以下, 则培菌糖化醅品温控制为 24~27℃, 配糟品温为 21~23℃; 若室温在 23℃ 以上, 则培菌糖化醅和配糟品温均同室温。桶内发酵温度控制为 34~37℃。

(3) 发酵期 为 6~7 天。

(三) 四川用大米、小麦制根霉酵母麴曲清香型白酒实例

若只用稻谷生产根霉酵母麴曲白酒, 则由于稻谷中含有较多“半节米”的谷粒, 在糊化时不易裂口、曲粉难与其淀粉接触、糖化; 稻谷的糊化时间较长, 其稻壳会产生一些糠醛。因而影响原料出酒率及酒质。而利用大米和小麦混合酿制白酒, 则可避免上述缺点。

1. 原辅料及用曲量

大米与小麦各半, 须用大型加工场所产碎粒少的大米, 原料有品种及产于高山、平地等之分; 稻壳用量为原料量的 8%~10%; 根霉酵母麴曲用量为原料量的 0.5%~0.6%, 其中, 根霉麴曲中 Q303 及 AS 3.866 麴曲各占 50%, 酵母麴曲中 AS 2.109 及 K 氏酵母麴曲也各占 50%。

2. 泡粮、糊化

(1) 泡粮 小麦与大米分别浸泡: 小麦用当天下午 6 点钟左右放出的 30~35℃ 闷粮水浸泡 7~8h 后, 放水、静置 1~2h, 用手指捻麦粒有柔软感; 大米用冷凝器内的适温水浸泡 1~2h 后放水, 以无白心为宜。

(2) 糊化

① 初蒸。先撒一层稻壳到甑算上, 将算孔盖住, 以免粮粒落入甑锅内。再铺入一层约 2cm 厚的小麦, 并将其余小麦置于大米浸泡池的一侧, 依次将原料混合装甑。待圆汽后, 罩上尖盖, 并用湿布条作垫圈、用麻袋盖住尖盖过汽口, 蒸 10~12min 即可。

② 闷粮。用当天蒸酒后冷凝器内的水闷粮。边往甑内进水边敞甑盖, 水量以淹过粮面 3~4cm 为宜。闷粮 2~3min 后, 在粮面上撒一层稻壳, 并排放闷水, 以保持粮面水分和温度。放水后可静置 1~3h, 俗称“冷吊”, 也可放水后立即复蒸。在“冷吊”过程

中不必加盖，但灶内要封火，以免物料接触蒸汽。通常在早晨 3~5 点钟进行复蒸。

③ 复蒸。自圆汽起，用大火蒸汽蒸 30~40min 后，再敞口蒸 5min，同时将锨和簸箕等予以杀菌。要求熟粮柔软、干爽、无浮水。

可根据原料的品种及产地等制定相应的浸泡、糊化操作规程。

3. 加曲

加曲量冬季为投料量的 0.6%；夏季为 0.5%。可将 4 支温度计插入物料的相应位置，以测知平均品温。分 3 次加曲：第 1 次加曲量为总用曲量的 30%，物料中心温度为 45~55℃、底部品温为 42℃ 左右；第 2 次加曲量为总量的 35%，品温为 40~45℃；第 3 次加曲量为总量的 30%；其余 5% 的曲，用于箱底和箱内物料表面。

4. 培菌糖化

在箱底铺 1 层稻壳，其厚度因季节、气温而异；热季可不铺稻壳，只垫竹席。稻壳上面垫竹席；竹席上面撒少许经清蒸的稻壳，并在上面撒少量曲粉。

待物料品温降至 27~28℃ 时，即可入箱，料层厚度因季节而异：例如热季为 10~12cm；冷季为 12~15cm。再在物料表面撒少量曲粉，并盖以少量经杀菌的稻壳，以利于保持物料水分、保温和防止外界杂菌侵入。

在箱内物料表面的四角，各插 1 支温度计。培菌糖化的初始品温为 23~25℃。可用竹席、草帘、麻袋等为保温用物。待上一排的酒醅蒸酒，出糟后，取其一部分置于箱边，揭去保温物，分 3~4 次盖完箱糟，此时应为物料入箱后的第 10~12h。

整个培菌糖化期为 24~26h；出箱甜醅品温以上升至 32~34℃ 为宜。若在物料入箱后的当天品温就升达预定的出箱品温，那也不能出箱，而应揭去盖于箱上的草垫、麻袋等保温材料，并刮去盖箱糟，以控制住品温。也要防止出老箱。若箱内甜醅品温高达 36~38℃ 而糖度过高，则在转入桶内发酵时，会抑制酵母生长和产酒。故应在箱内甜醅具有香酸甜味、用两个手指可挤出糖液时，即可

出箱。

5. 入桶或池发酵

(1) 物料入桶 冬季的粮糟比为 1 : (3.5~4)，桶底糟温保持 30~32℃；夏季的粮糟比为 1 : (4~4.5)，可用风扇冷却物料，待甜醅品温为 26~28℃时，即可与配糟传堆混合、入桶。

入桶后，在物料上面盖以 10cm 左右厚的面糟；踩紧后，盖上厚薄适中的塑料薄膜，再铺上 4~5cm 厚的稻壳。

(2) 发酵管理 检查温度变化：用一节较长的竹子作量温筒，插在发酵桶中央，将 1 支温度计穿绳挂至竹筒底部，要求物料初始品温为 23~25℃；第 24h 后，升温 2~4℃；第 48h 后，升温 5~7℃；第 72h 后，升温 1~2℃；第 92h 后，品温稳定不降；第 120h 后，降温 1~2℃；第 144h 后至蒸馏时，降温 2~3℃。这是正常的品温变化规律。

在发酵的前 4 天内，可再踩物料 1 次，以免漏气；要做好品温变化的记录。若在第 24h 后升温过猛，则由于甜醅太老；或发酵初始品温过高；或甜醅品温过高、配糟品温过低，两者温差过大，未能以预定的品温入桶。若发现塑料薄膜有孔，须立即更换，以免杂菌入侵、酒醅滋长杂霉菌而产酒不清亮透明。

6. 蒸馏

接酒头 0.5~1kg，其杂醇油等含量较多，可在次日蒸酒时泼于酒醅表面复蒸；用大火追酒尾，并接“长尾酒”、冲减糟中酸度，为下排提供良好的配糟，酒尾的甲醇等含量高，可在次日蒸馏时，加于甑锅中重蒸。要求中段酒的平均酒精体积分数为 58%~62%。

(四) 四川用稻谷制根霉酵母麸曲清香型白酒 2 例

1. 实例一

近年来，高粱等产量减少，故一些酒厂又转向利用稻谷生产白酒。其工艺要点如下。

(1) 用料 每次投入稻谷 300kg，则用曲量热季为 1.8kg，冷季为 2.1kg。因稻谷淀粉含量较低，为 52%~54%，故原料出酒率也不太高，以成品酒酒精体积分数 57% 计，原料出酒率为

47%~48%。

(2) 泡粮 用当天下午的闷粮水泡粮，水温为 72~75℃；泡粮时间为 10~12h；放水、静置 3~5h 后，入甑初蒸。

(3) 初蒸 用大火蒸，自圆汽起，蒸 20min。

(4) 闷粮 用当天蒸酒后冷凝器中的热水闷粮 60~70min。谷粒裂口率应为 85%~90%，谷壳破裂，露出一丝白色；米粉无干心。放掉闷水后静置，于次日早晨 3~4 点钟复蒸。

(5) 复蒸 自圆汽起，加盖蒸 60~70min 后，料层表面应有 10%~30% 谷粒大裂口。熟料柔软，无浮水，含水量为 51%~52%。若未能达到上述指标，可考虑适当延长复蒸时间，或下次适当延长闷粮时间。

(6) 加曲 留下总用曲量 5% 的曲，以用于箱底和箱表面物料。其余曲分 3 次拌入：第 1 次加曲量为总量的 35%，加曲品温为 45~55℃，粮面不烫手；第 2 次加曲量为总量的 30%，加曲品温为 36~45℃；第 3 次加曲量为总量的 30%，加曲品温为 35℃左右。

(7) 培菌糖化 培菌糖化品温控制为 25~32℃。料层厚度热季为 8~10cm，冷季为 12~16cm。培菌糖化时间热季为 22~24h；冷季为 24~28h。出箱品温热季为 31~32℃；冷季为 32~34℃。

(8) 发酵 粮糟比热季为 1 : (4~5)；冷季为 1 : (3.5~4)。培菌糖化醅与配糟混合时，品温分别为 25~27℃ 和 20~23℃。发酵初始品温为 24~26℃。发酵期为 6 天。发酵全程升温累计 9~12℃。

(9) 蒸馏 接取原酒的平均酒精体积分数为 59%~62%。

2. 实例二

这是工艺改进的操作法，即采用原粮“闷泡合一”的路线，可节约时间、人力、燃料。

(1) “闷泡合一”

① 加水、升温。放足底锅水、在甑算上撒 1 层稻壳、装入原粮、将底锅水煮沸、待圆汽后，把冷凝器中约 40℃ 的水从甑底的闷水孔进入甑内，直至水位高于粮面 15cm 左右。这时表面水温应

为 95℃ 左右。

继续升温：须注意升温速度，在平均水温低于 85℃ 时，应以大火升温；平均水温达 85℃ 之后，须以文火升温；待品温达 98～100℃ 时，应封火停止加热，开始闷泡。要避免最后升温时物料和水翻滚、沸腾的现象。

② 闷泡。从封火后计时，闷泡 90～110min，因季节而异，杂交种的原粮应延长 10min。检查粮粒，其外壳破裂率在 85% 以上、无硬心存在时，即可排水。

③ 静置。12～14h，粮粒内部仍在变化之中。

(2) 蒸粮 须始终用大火。待圆汽后蒸 2h。熟料应无涎、无浮水、翻花较少。

(3) 培菌糖化

① 加曲。根霉麴曲用 Q303、AS 3.866 培制；酵母麴曲以 AS 2.541 培制，其酵母数为 $(6\sim8)\times 10^8$ 个/克。根霉麴曲与酵母麴曲混合的比例为 94:6。

用曲量：若以 5 等以下的等外级稻谷出糙（米）率 69% 来计算加曲量，则冬季加曲量为 0.45%～0.5%，热季为 0.25%～0.3%；若以稻谷量计加曲量，则冬季加曲量为 0.4%，热季为 0.2%。

先留出总用曲量的 5%，以用于箱底及箱面物料。再分 3 次加曲，各次加曲量分别为总用曲量的 40%、30%、25%；各次加曲品温分别为 45℃ 以上、41～45℃、40℃ 左右。

② 入箱。待物料品温为 28℃ 左右时，即可入箱，料层厚度冷季为 10～14cm；热季为 6～8cm。并按不同季节，将 40～45℃ 的鲜酒糟围于箱边，其厚度为 10cm 左右、宽度灵活掌握；在箱内醅的表面，盖以 7cm 左右厚的鲜酒糟，并加盖竹席；视气温状况，决定是否加盖草席等及加盖程度。

注意在物料入箱前，应在箱底依次撒稻壳层、铺席、再撒稻壳、铺席、撒少量曲粉；物料全部入箱后，将少量曲粉撒于物料表面，起到“门卫”的作用。

③ 培菌糖化的管理。培菌糖化时间热季为 24h 左右；冷季为

26h 左右。期间须经常检查品温变化状况，并调整保温材料的厚度，使最高品温控制在 35°C 以内。

④ 培菌糖化醅的质量要求。具有独特的曲香味，口尝有微甜感，无馊闷气味；糖度为 $3\%\sim 5\%$ 。

(4) 发酵

① 加糟。粮糟比夏季为 $1:4$ ；其他季节为 $1:(3\sim 3.5)$ 。酒糟温度夏季与室温相平；其他季节为 $17\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。将培菌糖化醅铺在酒糟上面，物料经翻拌均匀后的入桶品温为 $25\sim 26^{\circ}\text{C}$ 。

② 入桶。先在桶底装入一定量的底糟后，再装入上述物料，边装料边逐层适度踩料，俗称“快装紧桶”。若培菌糖化醅较嫩，则可将上一排的酒头与适量水混合时，分 2 次泼入物料内，俗称“水桶”发酵法。再将物料刮平，盖上酒糟、竹席、插入测温排气竹筒，放入温度计。最后用黄泥封桶。

③ 发酵管理。初始品温以 $20\sim 21^{\circ}\text{C}$ 为宜，夏季品温以高于室温 1°C 左右为好。整个发酵周期为 120h 左右。期间须随时进行“清桶”并检查品温：要求头吹缓，即至入桶后 24h，仅升温 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ ；二吹旺，即入桶 48h 后又升温 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ ；三吹稳，即入桶 72h 后再升温 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ；入桶 96h 后至发酵结束，品温基本上稳定不变，只是在蒸馏前约下降 0.5°C 。即发酵全过程总的升温幅度为 $9\sim 14^{\circ}\text{C}$ 。

④ 酒醅及黄水质量。发酵正常的酒醅，应呈淡黄色；疏松；用手能挤出较多而清的汁液，其味有酸涩感。发酵正常所产生的黄水，应呈茶黄色或樱桃色；若黄水呈黑色，很稀而不黏，白似米汤或呈红褐色等，均属发酵不正常现象。

(5) 蒸馏 酒头截取量为 2.5kg 左右。流酒速度以 $2.5\text{kg}/\text{min}$ 为宜。

(五) 利用根霉酵母麸曲制清香型青稞白酒

1. 生产中的注意要点

(1) 注意青稞的特性，采取相应的措施

① 青稞的质地。青稞质地较坚硬，籽粒的透明质在 70% 以上，不易吸水、糊化。故应适当提高泡粮温度、延长泡粮、闷粮和蒸粮

的时间。

② 青稞蛋白质含量较高。通常在 14% 以上，比一般谷类粮食高约 3%，其淀粉含量为 60% 左右。应选用淀粉含量相对为高、蛋白质含量较低的青稞品种为酿酒原料。由于青稞蛋白质含量较高，在熟料摊凉培菌糖化、入桶发酵时易黏结成块、致使难以操作、酒醅生酸过多。故粮醅应适当添加经清蒸的稻壳；操作应轻快，物料入桶时应适度踩料，不应踩得太紧而使物料黏结如饼；将以塑料薄膜封桶法改用泥封，并控制发酵品温，可有效地防止成品酒杂醇油含量超标；在生产全过程中，要搞好环境卫生，生产工具、用具要在蒸粮后敞盖冲粮粒浮水时置于粮面杀菌、发酵桶使用前要用开水烫洗等，以减少生酸细菌的繁殖，因为相对于根霉、酵母而言，生酸细菌更易在富含蛋白质的基质中生长。

(2) 注意藏区的自然条件 藏区海拔高，常年气温较低。故在泡粮、闷粮、培菌糖化、发酵等工序中，要采取有效的保温措施，尤其要避免培菌糖化时的冷角、冷边、冷面等现象的发生；入桶品温适当提高 2~3℃，在入桶后第 24、48h，可沿桶边注入少量热水，以提高品温。总之，要确保生产全过程各工序的顺利进行。

2. 泡粮、糊化

(1) 泡粮 将青稞置于泡粮池或甑桶中，用冷凝器中 70~75℃ 的热水浸泡，水位应高于粮面 15~20cm，通常用水量为原料量的 170%~180%。气温较低时，须采取必要的保温措施，以定温定时泡粮。泡粮时间冬天为 4~6h；夏天为 2~3h。期间不必搅动物料，以免翻泡、产酸。泡粮后的青稞含水量应为 41%~44%。再放去泡粮水，用清水冲去杂质和酸分后，静置 2~3h。要求泡粮后的粮粒吸水均匀且透心；具有清香而无酸气味。

(2) 初蒸 按常法装甑。待圆汽后，用大火蒸 15~20min。

(3) 闷粮 将冷凝器中 70℃ 左右的热水放入甑内闷粮，水位高于粮面 20~25cm。保温闷粮 30min 后，敞盖检查粮粒裂口率应为 85%~90%，熟透心率在 90% 以上，水分为 60% 左右。再在粮面上撒 1 层经清蒸的稻壳，以防水分过快挥发，并将水放掉后封

火、静置至次日上午复蒸。

(4) 复蒸 待圆汽后，用大火蒸 1.5h；再敞口蒸 10~15min，以去除粮粒浮水，并将刚放入甑内的工具等灭菌。要求粮粒充分柔熟、无生心、浮水少、涎轻、裂口率在 98% 以上，水分为 61% 左右。

3. 培菌糖化

① 加曲。使用以 Q303、AS 3.866 或 5-5 根霉及酿酒酵母制作的根霉酵母麴曲，其用量为原料量的 0.35%~0.60%，因季节和原料品种而异。用于箱底和箱面的曲为总曲量的 10%；其余再三等分，分别在 50~60℃、40~50℃、35~40℃ 下，分 3 次拌和。若使用藏曲，则其用量为原料量的 3%~5%。

② 入箱。入箱品温控制为冬季 31~33℃；夏季 22~24℃。料层厚度冬季为 20~25cm；夏季为 10~15cm。入箱操作按常规要求进行，可参考本节二、(四)、2.。

③ 培菌糖化温度及时间。培菌糖化品温从开始到结束，控制在 22~38℃ 的升温范围内；培菌糖化时间按季节、气温、入箱品温、料层厚度、盖糟用量等条件而异，冬季为 24~26h；夏季为 18~20h。

④ 出箱要求。出箱时机按熟粮水分、气温、曲的质量、配糟用量及质量、发酵周期等诸多因素而定，但总的原则是培菌糖化醅应老嫩适度，过老或过嫩均不利于发酵，以稍偏嫩为好。但若过嫩，则发酵缓慢而影响原料出酒率；若过老，则培菌糖化时消耗较多的淀粉等成分、发酵迅猛，也不利于产酒。

要求出箱时的培菌糖化醅：具有清香的气味、口味微感酸甜、无馊味及怪味、手捏时能出汁液；水分为 60%~61%，还原糖为 3%~5%，酸度为 0.14~0.18。

4. 发酵

(1) 入桶 具体操作可参考本节二、(四)、2.，但以黄泥封桶。

① 配糟。粮糟比为 3.4~4.5，因季节而异。冬季气温低、配糟应少些、桶底糟温宜高些；夏季配糟宜多些、桶底糟温宜

低些。

② 入桶条件。入桶品温通常控制为 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。入桶物料的水分控制为 $62\%\sim 63\%$ ；淀粉为 $12\%\sim 15\%$ ；还原糖为 $2\%\sim 3\%$ ；酸度为 $0.8\sim 1.2$ 。

(2) 发酵管理 发酵为 $7\sim 9$ 天。期间应随时注意清桶、防止封泥干裂、长霉，检查吹口的气味及温度变化状况，若有异常现象，则立即采取相应的措施，务使发酵全过程的品温变化规律符合“前缓升、中挺住、后缓降”的要求。

在物料入桶后 24h 之内，品温上升 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，所谓“头吹缓”；到第 48h 时，则又上升 $6\sim 8^{\circ}\text{C}$ ，即谓“二吹旺”；到第 72h 时，再上升 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ；第 96h 之后，品温稳定不动，直至第 7 天后，品温才下降 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。在酒醅蒸馏的前一天，放出黄水。

(3) 成熟酒醅的成分 水分为 $73\%\sim 75\%$ ；残余淀粉为 $6.8\%\sim 7.5\%$ ；残糖为 $0.4\%\sim 0.7\%$ ；酸度为 $1.3\sim 1.8$ ；酒精体积分数为 $8\%\sim 9\%$ 。

5. 蒸馏、贮存

(1) 蒸馏 将上一排的酒尾及本排的黄水加入底锅。视酒醅的疏松程度，加入 $3\%\sim 5\%$ 经清蒸的稻壳拌匀后，依次将中间醅、底醅、面醅装甑。按“两干一湿”、缓火蒸酒、大火追尾、截头去尾的要求进行操作。接酒温度控制为 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。要求入库原酒的酒精体积分数在 60% 以上。

(2) 贮存 新酒须贮存半年以上，方能勾调、装瓶。

6. 成品酒

(1) 风味特征 晶莹透明；具有怡人的清香；入口绵甜柔顺，酒体丰满，落口爽净，回味香甜；具有本品独特的风格。

(2) 香味成分含量 如表 5-5 所示。

从表 5-5 可见，该青稞酒中乙酸乙酯与乳酸乙酯含量占总酯的 95% 以上，且乙酸乙酯多于乳酸乙酯，故属于典型的根霉酵母麴曲清香型白酒。由于使用黄泥封桶，故酒中含有微量的己酸乙酯、丁酸乙酯及己酸、丁酸等成分。酒中的杂醇油含量较高，这与原料中

的蛋白质含量较多有关，高级醇中尤以异戊醇含量为最。

表 5-5 青稞酒香味成分含量 单位：mg/100mL

成 分	含量	成 分	含量	成 分	含量	成 分	含量
乙酸乙酯	50.6	正丙醇	30.3	β -苯乙醇	1.1	丁酸	7.8
乳酸乙酯	38.3	仲丁醇	8.1	乙醛	16.7	戊酸	2.5
丁酸乙酯	1.6	异丁醇	55.7	乙缩醛	26.3	己酸	1.8
己酸乙酯	1.4	正丁醇	3.2	甲酸	1.8	乳酸	13.8
戊酸乙酯	1.1	异戊醇	101.2	乙酸	58.2		
甲醇	7.1	2,3-丁二醇	2.8	丙酸	11.3		

7. 提高产品原料出酒率及酒质的措施

(1) 添加酿酒活性干酵母及糖化酶 在不改变上述原工艺的基础上，于培菌糖化醅出箱时，按 100kg 原料计，加入 50g 酿酒活性干酵母的活化液和糖化力为 50000U/g 的糖化酶 160g，充分拌匀后入桶发酵。可提高原料出酒率 5%~8%。

(2) 添加生香活性干酵母 在 (1) 的条件下，再使用原料量 0.5% 的生香活性干酵母，在物料培菌糖化前、后，各加入一半。可提高总酯和总酸含量达 20% 以上，其中主要为乙酸乙酯和乙酸。

8. 关于根霉酵母麴曲清香型青稞白酒生产工艺路线的讨论

目前，有的厂在使用根霉酵母麴曲生产清香型青稞白酒时，不经培菌糖化这道重要而主要的工序，也不使用配糟，而在熟料降温、加曲之后，就直接入桶发酵，这实际上是如前所说的仿曲霉麴曲固态发酵法生产的工艺路线。但其用曲量却远低于曲霉麴曲白酒。而且发酵桶只加木盖，而不用黄泥封桶。因此，造成了以下不良现象：根霉和酵母菌繁殖缓慢而且极为有限；由于入桶物料淀粉含量过高，而糖化发酵剂“能力”极为有限，故糖化发酵难以较充分，致使酒醅残余淀粉太多而结块、发黏、不疏松，上层的面醅又易发霉、长虫、生酸过多；放出的黄水呈白色、浑浊似米汤，且微甜、酸涩、涎长达 30cm 以上；成品酒酸涩味较重；原料出酒率太低，仅为 30%~35%，若按前述的正常工艺路线酿酒，以成品酒

的酒精体积分数 57% 计, 原料出酒率高达 45%~50%, 两者相比, 相差甚大。

有的厂只使用传统的藏曲作糖化发酵剂, 这固然具有成品酒别具一格的优势; 但因曲中所含的根霉和酵母较少, 且淀粉酶活力不足, 故原料出酒率也较低。

因此, 在使用根霉酵母麴曲生产清香型白酒时, 应设有培菌糖化工序, 并使用配糟及封泥发酵法; 在使用藏曲生产清香型白酒时, 可考虑采用添加适量根霉酵母麴曲或酿酒活性干酵母、生香活性干酵母及糖化酶的新工艺路线, 以提高原料出酒率和酒质, 并降低生产成本。

(六) 闽南地区和台湾省利用根霉、酵母生产大米白酒的工艺

闽南地区和台湾省以大米为原料、利用根霉酵母生产的白酒, 大多属于米香型白酒。但这里之所以介绍其生产工艺, 是基于以下两个方面的考虑: 一是所谓的米香型白酒与清香型白酒的成分差异, 主要在乙酸乙酯和乙酸与乳酸乙酯和乳酸的量比及 β -苯乙醇等含量上。即清香型白酒的乙酸乙酯和乙酸的含量, 通常要多于米香型白酒。而在实际生产中, 有些清香型白酒的乳酸乙酯含量, 也是超过乙酸乙酯的。因此, 上述两种白酒的产品界限, 往往难以截然分清。所以, 笔者认为米香型白酒可列为或理解为清香型白酒的一大分支。二是清香型白酒的酿造工作者, 应尽可能地扩大其技术的视野, 以利于触类旁通, 不断改进原有的生产工艺, 使之更为合理。

1. 闽南地区利用根霉酵母生产大米白酒的工艺

福建省的白酒厂, 有少数生产清香型白酒, 大多数酒厂生产米香型白酒, 其酒精体积分数以 30% 为主, 最高不超过 46%。生产工艺类似于广东、广西的米香型白酒, 具体工艺要点如下。

(1) 泡米、蒸饭

① 泡米。大米在甑内浸米 1~1.5h 后, 用清水淋洗至流出液不浑浊。

② 蒸饭。初蒸 15~20min 后, 拨入大米量 70%~80% 的热

水；蒸至接近饭熟时，再泼入大米量 40%~60% 的热水，继续蒸至熟透。泼水前、后，应将物料翻松。要求熟饭不夹生，不过烂过黏，含水量为 62%~63%。

(2) 加曲 原来使用小曲，现使用以米糠和少量大米粉制成的根霉酵母散曲。用曲量为原料的 1% 左右，在米饭冷却至 35℃ 左右时拌入。

(3) 培菌糖化 每缸装量以大米计，冬春为 12.5~13.5kg；夏秋为 10~11.5kg。在物料中央呈一喇叭形空穴。缸口盖以塑料薄膜、麻袋，麻袋层数视气温而定。室温夏秋季控制为 27~31℃；冬春季为 30~33℃。培菌糖化时间冬春季为 20~24h；夏秋季为 17~20h。要求糖化率冬春季为 75%~85%；夏秋季为 70%~80%。

(4) 加水、合醅、发酵

① 加水。培菌糖化后，加入大米量 150% 左右的水，以利于发酵。

② 合醅。即 2 缸物料合并为 1 缸，在物料入缸后的第 3 天进行，以利于保持品温，继续发酵。

③ 发酵期。在物料入缸后的第 2~4 天，为主发酵阶段，品温为 30~35℃。发酵期为 7 天左右。

④ 醅、醪的成分含量。加水前的酒醅，水分为 69.21%，酒精体积分数为 5.82%，酸度为 0.367%，还原糖为 10.12%，总糖为 28.90%，淀粉为 7.90%；成熟酒醪的酒精体积分数为 12.1%，酸度为 0.672%，还原糖为 0.12%，总糖为 0.526%。

(5) 蒸馏、贮酒

① 蒸馏。将成熟酒醪转入蒸馏锅，并加入上一排的酒头和酒尾。在醪液接近沸腾时，开始用小量蒸汽加热蒸馏；在截取酒头 5~10kg 后，以中量蒸汽加热蒸馏，流酒温度控制为 30℃ 以下；最后用大汽赶尽酒尾，酒尾接至酒精体积分数 2% 以下。

② 贮酒。原酒须贮存 3~6 个月后，才能勾调、过滤、包装。

(6) 成品酒

① 风味。清爽、柔绵。

② 成分。闽南米酒的理化指标和主要香味成分与桂林三花酒的对比，如表 5-6、表 5-7 所示。

表 5-6 闽南米酒的理化指标与桂林三花酒的对比

项 目	闽南米酒	桂林三花酒	项 目	闽南米酒	桂林三花酒
酒精体积分数/%	58.1	58±1	固形物/g·L ⁻¹	0.16	<0.1
总酯(以乙酸乙酯计)/g·L ⁻¹	0.75	>1.2	高级醇/g·L ⁻¹	1.86	≤1.5
总酸(以乙酸计)/g·L ⁻¹	0.34	0.6~1.0	甲醇/g·L ⁻¹	0.023	<0.5
挥发酸(以乙酸计)/g·L ⁻¹	0.28	—	铅/mg·L ⁻¹	<0.7	≤1.0
总醛(以乙醛计)/g·L ⁻¹	0.063	<0.1			

从表 5-6 可知，闽南米酒中的总酯和总酸含量均较低；杂醇油的含量较高。总酸、总酯含量与所用的曲有关：闽南米酒使用的是纯种根霉酵母散曲；桂林三花酒使用的是药小曲。杂醇油含量与醪的含水量有关，闽南米酒的醪加水量多于桂林三花酒，当然还与酵母特性等相关。

表 5-7 闽南米酒与桂林三花酒香味成分的比较

单位：mg/100mL

名 称	闽南米酒	桂林三花酒	名 称	闽南米酒	桂林三花酒	名 称	闽南米酒	桂林三花酒
乳酸乙酯	44.87	77.6	乳酸	27.10	54.05	正丙醇	28.47	19.70
乙酸乙酯	38.86	32.8	乙酸	13.90	27.70	正丁醇	0.93	0.65
己酸乙酯	1.73	1.70	异丁酸	1.14	0.77	异丁醇	58.63	46.20
丁酸乙酯	0.39	0.60	正丁酸	0.53	0.20	异戊醇	92.05	96.00
丁二酸乙酯	1.02	0.66	异戊酸	0.50	—	β -苯乙醇	13.54	4.11
乙酸异戊酯	0.26	2.75	月桂酸	0.13	0.016	乙醛	6.03	3.33
月桂酸乙酯	0.20	0.20	辛酸	0.10	0.058	糖醛	0.23	0.12
辛酸乙酯	0.025	0.35	甲醇	2.32	6.50	乙缩醛	—	3.59

从表 5-7 可见，闽南米酒中的乳酸乙酯与乙酸乙酯之比为 1：0.87； β -苯乙醇的含量为桂林三花酒的 4 倍以上；其他一些酯、酸、醇的含量，也与闽南米酒综合香味的形成相关。笔者建议，可

将闽南米酒与根霉酵母麴曲清香型白酒等进行勾兑，以进一步改进其风味。

2. 台湾省利用根霉酵母生产白酒的工艺

台湾省利用根霉、酵母生产白酒的方法有 2 种，一种是传统及其改良法：即最早以粳米为原料，以米粉、米糠、草药制成的丸状小曲（白曲）为糖化发酵剂生产白酒；1916 年后，糖化发酵剂改用以纯种根霉和酵母利用米粉和米糠制成的散曲，即粉状白药。此法的具体内容，可参见笔者编著的《小曲白酒生产指南》（中国轻工业出版社 2000 年版）。另一种是比较机械化的方法，即阿米诺（Amylo）法。其实此法早就定名于 19 世纪末，当时中国酒曲盛传于越南，法国人在那里利用微生物学技术从中国酒曲中分离出纯种霉菌用于酒精生产。当法国科学家发现中国酒曲如此惊人的作用时，不禁赞叹不已，为此折服，他们将中国制曲酿酒的方法称之为“淀粉酶糖化法”（Amylomyces Process），也称为“淀粉糖化法”（Amylo Process）；美国著名微生物学家富斯特认为，这是既古老又先进的方法；日本坂口谨一郎教授说，这种运用霉菌的方法完全可以与四大发明及中医药学的创造相提并论。法国科学家的开创性成就，一度成为非常先进的技术；大约在同一时期，欧洲也开始用纯种酵母生产葡萄酒和啤酒，条件较易控制，酒质更有保障；探明了各种微生物在酿造中的作用，进而将众多天然微生物进行糖化发酵的方法，发展为纯种微生物发酵，实现了酿造技术的第一次大转变。

后来，人们习惯上将以纯种根霉、酵母进行液态糖化发酵生产酒精的方法称之为 Amylo 法。1931 年，台湾省采用 Amylo 法研制白酒成功。至 1950 年，由台湾省酒类专卖局所属的米酒厂，都采用了机械化操作的 Amylo 法。其工艺要点如下。

（1）浸米 将碎米率在 5% 以下、水分在 15% 以下的大米，经风选、筛选除杂后，风送至浸米槽淘洗、浸泡。每 1000kg 大米需在浸米水中添加相对密度为 1.125 的盐酸 13L，以降低糖化发酵时的醪液黏度和抑制杂菌生长。浸米时间因米质和水温而异，为 0.5～1.0h。

(2) 蒸煮 采用带有搅拌装置的卧式密闭圆筒形蒸煮机。将大米、一定量的水及盐酸从浸米槽送入蒸煮机, 在 $0.2\sim 0.25\text{MPa}$ 蒸汽压力下, 蒸煮 $30\sim 60\text{min}$ 。若碎米含量过多, 则应将碎米单独蒸煮, 以免碎米在高温高压下长时间蒸煮过度、甚至焦化。

(3) 热醪冷却 靠蒸煮机内残存的蒸汽压力将热醪压送至糖化发酵槽。在蒸煮机与糖化发酵槽之间, 装有水套式热交换器, 可先将热醪冷却至 60°C 左右; 再在糖化发酵槽内, 用 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的冷水喷淋槽顶及外壁, 使醪液继续冷却至 39°C 左右。

(4) 根霉及酵母的扩培

① 根霉的扩培

a. 菌种。 *Rhizopus formosaensis* 及 *Rhizopus javanicus*。

b. 培养试管菌种。将装有 10mL 马铃薯汁琼脂的试管, 塞好棉塞, 经 0.1MPa 蒸汽灭菌 20min 、冷却后, 接入少量原菌试管马铃薯琼脂斜面孢子, 在 30°C 保温箱中培养 $4\sim 5$ 天即可。

c. 三角瓶扩培。先将一定量去皮后的马铃薯片装入容量为 1L 的三角瓶内, 进行 3 次间歇式常压蒸汽灭菌, 每天 1 次, 每次 1h 。再将上述试管菌种移至无菌的 10mL 米曲汁中, 搅拌均匀后, 用无菌移液管吸取 $3\sim 5\text{mL}$ 菌液, 滴至三角瓶内的马铃薯片上, 在 36°C 的保温箱中培养 $4\sim 5$ 天后, 即可待用。但在正式使用前 $10\sim 15\text{h}$, 须在无菌箱内将 150mL 无菌米曲汁加至三角瓶中, 轻轻振荡, 使马铃薯片转动, 再在 36°C 的保温箱中静置培养。每个容量为 50m^3 的糖化发酵罐, 只需 2 个上述三角瓶种子液。

② 酵母的扩培

a. 菌种。 *Saccharomyces pake takeda*。

b. 三角瓶扩培。按无菌操作的常法, 将斜面试管菌种接入 1L 的巴氏培养瓶内的无菌米曲汁中, 在 36°C 的保温箱中培养 24h 左右, 即可应用。每个 50m^3 的糖化发酵槽, 也只需 2 个巴氏瓶的种子。

(5) 醪液的接种 12t 大米的醪液, 只需 1L 的根霉三角瓶种子及 1L 的巴氏瓶酵母种子各 2 瓶。

① 接入根霉种子液。在糖化发酵槽的顶部，设有接种的管口和无菌接种装置，应迅速、正确地按无菌操作要求，接入根霉种子液。接种时的醪液温度为 39°C 左右。接种后，立即通入无菌空气搅拌均匀。

② 酵母种子液的接入。根霉种子液接至醪液后，进行培菌糖化，时间为 $36\sim 40\text{h}$ 。期间每隔 $3\sim 4\text{h}$ ，须由槽内设有的搅拌装置搅拌 1 次，并通入无菌空气，每次 30min ；培菌糖化品温控制为 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$ 。待醪液表面可观察到白色的根霉菌丝、醪液的含糖量由原来的 0.5% 增至 5% 时，即可按无菌操作要求，从接种管口接入酵母种子液。这时的醪温调整为 $34\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，糖化发酵槽身设有夹套，可通入蒸汽或冷水进行循环，使醪液升温或降温。

(6) 糖化发酵 糖化发酵槽是完全密闭式的。并附有一整套提供无菌空气的过滤等净化空气的装置。排气装置具有逆止作用，以防止槽内减压时侵入外界的杂菌。糖化发酵槽还设有回收在排放 CO_2 时所带走的酒精的装置。

自接入根霉种子起，整个发酵期为 $7\sim 9$ 天。从接入酵母种子后的 $20\sim 24\text{h}$ 之内，须进行搅拌、通气，品温控制在 35°C 左右，使酵母在发酵的同时，得以增殖；尔后就进入主发酵期，可每隔 $3\sim 4\text{h}$ 通气 1 次，每次 $20\sim 30\text{min}$ ；待主发酵结束后，即不再通气，直至观察到 CO_2 集散器中不再有 CO_2 排出、化验醪液的酒精含量及残糖无变化时，即可认为发酵已终了。注意发酵全过程的最高品温不得超过 37°C 。

(7) 蒸馏 原来采用容量为 $5\sim 6\text{t}$ 的单釜式蒸馏器，向醪中通入压力为 $0.23\sim 0.25\text{MPa}$ 的蒸汽进行蒸馏，每次蒸馏需 $3\sim 4\text{h}$ ，待馏出液的酒精体积为 1.5% 时，即可停止蒸馏，中段酒液的平均酒精体积分数为 35% 。

后改用连续蒸馏机进行蒸馏，发酵醪先经与蒸馏时的酒气及废醪进行热交换而得以预热后，再从预热器进入蒸馏机，经 1 次蒸馏即冷凝得酒液，其酒精体积分数为 45% 。

进行连续蒸馏的蒸馏效率较高。接酒温度不得高于 30°C 。若

使用单釜蒸馏，则酒头、酒尾可在下次蒸馏时进行复蒸。经蒸馏后的废醪，约为米酒量的 2 倍，富含蛋白质等营养成分，是良好的饲料。

(8) 勾调、贮存 经蒸馏而得的酒液，因其酒精含量较低，并含有较多的高级醇等成分，呈微浊状态。可加入适量软化水及酒精体积分数在 95% 以上的高纯度食用酒精，勾调至酒精体积分数为 23%~25%；并加入高锰酸钾及活性炭各 0.01%~0.02%，搅拌均匀后，静置 1 天，使浑浊物集结；再经特制的石棉层过滤后，再贮存、过滤、包装为成品酒。

三、提高成品酒质量及原料出酒率的措施

(一) 培菌糖化和发酵过程不正常现象及其防止

1. 培菌糖化的异常现象及其防止

(1) 烧箱

① 现象。箱内品温上升过快、过高；出箱培菌糖化醅不绒籽、不清糊，并呈酸臭等异味。

② 原因。配糟温度过高、配糟加盖过急；入箱品温过高；入箱料层太厚；箱底稻壳过厚；加盖草垫等过早、过多。致使有害菌迅速繁殖而抑制了根霉和酵母的生长。

③ 防止措施。物料加曲量视上一箱培菌糖化的升温规律等状况而定；若发现品温过高，应及时揭去箱上的保温材料、刮去箱上面的盖糟，但不能翻拌物料；物料出箱后要摊凉，以散发“闷气”；物料进桶时视培菌糖化醅的情况，加一定量的曲；物料进桶后，加酒尾 15~20kg。

(2) 酸箱 在夏季经常发生。

① 原因。熟粮浮水过多；摊凉时间过长；用具不洁净、杀菌不彻底等，使物料污染大量杂菌。加之入箱品温偏高和室温较高，更使杂菌迅速繁殖而造成物料酸败。出箱太迟也会引起酸败。

② 防治措施。要勤换箱底稻壳、勤洗箱底，经常做好环境卫生工作和工用具的清洗、杀菌操作；在热季可改在夜间蒸料、早上

5~6 点钟进箱；采用气温较高应料层较薄的入箱经验，并缩短熟料摊凉时间，以减少杂菌污染的机会；对“酸箱”物料，可采取提前出嫩箱、加曲传堆进桶及入桶结束后添加酒尾的措施，并装“紧桶”，予以补救。

(3) 冷籽 冷籽是指培菌糖化醅在出箱时，箱内、箱边、箱角、箱面、箱底等处尚未起应有变化的熟粮粒。这是根霉和酵母繁殖不良、糖化程度未达预定指标的现象。

① 原因。原料糊化不良；摊凉时间过长使粮粒水分挥发太多；入箱品温偏低；箱底稻壳太湿、草垫过湿；盖糟及加盖保温材料等不及时、不得法、不得当；箱体漏风等。

② 防治措施。强化蒸粮操作；沿箱的内壁及醅表面，用热糟保温；将培菌糖化不良的醅集中起来，加适量曲拌匀后装于桶心；装桶后，将适量酒尾与冷凝器中的热水调温至 36°C 左右，再泼入桶中，以促进升温发酵并抑制杂菌生长。

(4) 半截箱、花箱、箱底醅不良

① 半截箱

a. 现象。培菌糖化醅出箱时，上半箱较干，下半箱较湿，醅的质量不符合预定要求。

b. 原因。熟粮粒表面浮水较多，在物料入箱后，多余的水分就逐渐向下移动。

c. 预防措施。在原料复蒸时，最后应通大汽、敞盖，以冲去粮粒表面的浮水。

② 花箱

a. 现象。培菌糖化醅出箱时老嫩程度不一。

b. 原因。熟粮在甑中各部位的软硬度不一致；熟粮拌曲不均匀；培菌糖化箱保温操作不当。

c. 挽救措施。将较嫩的那部分培菌糖化醅，添加适量酒尾与热水的混合液拌匀后，装于发酵桶的中心部位；对过老的那部分培菌糖化醅，则应适当降低其与配糟的温差、拌匀后再入桶发酵。

③ 箱底醅不良

a. 原因。箱底铺的稻壳太薄或潮湿，致使物料散热快而醅温较低。

b. 防治措施。将箱底席洗刷、消毒、晒干，并将箱底的稻壳划成行，让水分挥发掉，最好将湿的稻壳晒干后再铺于箱底，或更换新鲜、干燥的稻壳，并注意其铺的厚度；将箱底不良的那部分醅，添加适量曲拌匀后装入桶的中心位置进行糖化发酵。

2. 发酵过程中异常现象的防止

(1) 桶内物料升温慢或升温幅度不够 其原因是：熟粮糊化不良或曲的质量不好，使培菌糖化醅的糖化发酵力较弱；配糟品温太低、配糟用量偏低、桶内底部铺的配糟温度较低（冬季底糟温度应保持 $28\sim 32^{\circ}\text{C}$ ，夏季为 $25\sim 28^{\circ}\text{C}$ ）；入桶品温过低；甜醅品温未高于配糟 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 头吹猛、升温快，二吹弱，三吹降温，降温幅度达 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 这是由于出箱过老，致使发酵速度过快、发酵期提前结束了。发现这种现象，应提前蒸酒。

(3) 桶内物料吹口异常 若培菌糖化醅质量差、且杂菌含量较多；配糟及培菌糖化醅摊凉时间过长、且入桶品温较低；晾堂或工具不清洁等。则均会使吹口呈刺鼻的怪异气味。这是杂菌生长和作用所致，俗称“冷反烧”。其补救办法为：向桶内泼入部分热的酒尾或热水，使吹口气味渐趋正常。

(4) 其他发酵异常现象

① 4 吹后品温下降 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。原因是熟粮太软、水分太多；或出箱培菌糖化醅过老；或配糟用量过大。

② 酒醅出黄水过多，发酵不良、原料出酒率低。原因是熟粮水分太多、配糟水分太多。若较嫩的培菌糖化醅入桶，出的黄水不多而原料出酒率较高，则应视为正常现象。

若熟粮太硬，则用曲量可少些，入桶物料品温可略高些；若熟粮过软，则用曲量可略多些，入桶物料品温可较低些。

③ 看不到吹口反应。原因是发酵桶漏气，致使原料出酒率也较低。

(5) 酒醅的色泽、气味表明其质量

① 正常的酒醅。高粱酒醅呈红色；玉米酒醅为白色；小麦酒醅呈红褐色。总地说来，酒醅应疏松、挤出液较清，微呈酸涩味。

② 异常的酒醅。若挤出的液体带苦味，则可能是用曲量过多，或在热天培菌糖化醅过老，或发酵时间过长；若挤出的液体呈微红色、很黏、很酸，原因是入桶品温过高；若挤出的液体呈甜酸味，说明用曲量太少。

(二) 提高酒质及出酒率的途径

1. 如何安全度夏

(1) 为何增加投粮量而出酒率反而下降了？

在每年9月，由于天气变凉，酒厂就增加了过多的投粮量。但由于配糟量不够，粮糟比例失调，使入桶物料的淀粉浓度增大，因而入桶后品温上升过快、糖化发酵不充分、出酒率下降。

① 要尽可能地备足配糟量；要保证配糟的质量，不能使用霉烂变质的陈糟，也不能使用淋过雨的酒糟。

② 要根据甑桶和发酵桶的容积，逐次适当地增加投料量。例如第1排增粮25kg，第2排增粮50kg。因为甑桶和发酵桶较小而突然过多地增加投料量，入桶时物料过冒、踩得过紧，致使在蒸酒时酒尾拖得很长而损失酒精。

总之，要做到两保证、两平衡，即保证配糟质量，保证操作严、细、勤、稳；粮糟配比要相对平衡，增粮数量及方式要与甑、桶、晾堂等状况相对平衡。这样，才能使头排出酒率不下降，二、三排就可高产稳产。

(2) 为什么有些酒厂的班组在夏秋之间的原料出酒率时高时低？

这是由于有的工人尤其是班组长急于提高原料出酒率，总是把工艺条件变来变去，例如在稻壳及曲的用量、粮糟比、物料水分等方面随意变动；熟粮一排硬一排软，入箱和出箱物料品温一个高一个低，进桶品温一个热一个冷。这就是没有真正把握好酿酒的规律性，缺乏对科学的尊重，因而破坏了生产的相对稳定性。当然，在

未实现全自动控制的条件下，要很准确地掌握最佳工艺条件是有困难的；但是，即便设备再精良，而操作人员不够精心，也会造成产品的质量不稳定。例如有些硬件较先进的啤酒厂，有的设备是从国外引进的，具有一定的自动化控制水平，可是为什么耗水量、耗汽量却仍比国际水平相差很多呢？有的厂甚至不知道设备的操作原理，把自控装置弄坏了，也不会修，就弃置在那里。要知道，进口的高价设备，其主要价值就在于弃置的那部分。有的人不负责任，按错了自动控制的按钮，使发酵温度突然下降很多，有人发现后再将温度升上去，而酵母没有那么大的适应能力，致使发酵结果很不理想。类似这样的例子实在是太多了。无数实践经验证明，只有坚持“严、细、勤、稳”的操作态度，才能使白酒优质高产。

（3）为什么要用黄泥封桶？

黄泥是固态发酵法小曲白酒生产中传统的封桶材料，但近十几年来，有的酒厂为减轻劳动强度，就改用塑料薄膜和稻壳封桶，加之操作不细心，使酒的质量和原料出酒率均受影响。因为塑料薄膜的原料是聚氯乙烯或聚乙烯，会给白酒带来异味；塑料薄膜在用过一次后，易出现小孔而漏气，致使酒醅滋生霉菌，给成品酒带来霉味。

用黄泥封桶既不漏气又隔热，成熟的酒醅不黏且香味好。可选用质地细腻、无灰沙、黏性较强的黄泥，如肥田泥、藕塘泥。将黄泥加适量酒尾和少量酒糟拌匀、发酵7~10天后使用。具体操作为：先将粗竹席盖于桶面；再用黄泥铺平、抹光，泥层厚度夏季为2.5~3.5cm。在泥层上要插好量温筒、留好吹口孔；在发酵过程中，要随时用瓦刀清桶，保持泥层表面潮润而无裂口跑气。在封池材料问题上，在白酒界看法尚不尽一致。每个工厂可按具体情况选择使用。

（4）要做到“三减一嫩四配合”在夏季，坚持“三减一嫩四配合”的工艺原则尤为必要。

① 三减。是指适当地减少原料的初蒸时间、熟料水分、用曲量。

② 一嫩。是指出偏嫩箱，即培菌糖化醅在出箱时应偏嫩些。目前，各厂对培菌糖化醅老嫩程度的认识也不尽统一，但总地认为，培菌糖化醅在出箱时应有 70% 以上的绒籽，清糊、香甜。就还原糖含量而言，不同原料的培菌糖化醅也有所差异：例如梗高粱的培菌糖化醅还原糖含量为 3%~4%；以玉米为原料者为 4.5%~5.5%；以小麦为原料者为 4%~5%。

湖南省某厂在生产兼香型白酒时，以当地产的糯米和东北产的红高粱为原料酿制小曲酒，认为嫩箱标准的最佳状态是：培菌糖化醅有光泽，软化程度达 80%，口尝略有甜味，出箱品温为 33~35℃，还原糖含量为 4%~6%。在实际生产中，要完全符合上述要求较难。只要出箱品温低于 38℃、醅的还原糖含量低于 9%，仍能达到出嫩箱的效果。该厂在 3 月下旬至 10 月底，进箱品温控制为 25~28℃，培菌糖化时间为 22~24h，即可符合出嫩箱的要求；在气温低于 18℃ 时，培菌糖化前期可加盖竹席保温；冬季因气温较低，可适当延长培菌糖化时间，出偏老一点的醅，但应以出箱品温不超过 38℃、培菌糖化箱内不流出液汁为限。出嫩箱的醅酿成的酒，闻香浓郁纯正、后味爽净；而出老箱的醅酿成的酒，后味欠净爽。出嫩箱的酒，己酸乙酯含量略高于出老箱的酒；出老箱的酒中，异戊醇含量明显高于出嫩箱的酒，这可能与其出箱品温过高有关。

③ 四配合。即熟料水分、培菌糖化醅含糖量、配糟用量及其水分、酸度、淀粉浓度、温度与入桶品温的恰当配合，这四者是一个整体。例如配糟酸度用 pH 表示为 4.5~5.5 时，能促进发酵而抑制杂菌；若酒醅酸度过高，则阻碍糖化、发酵；又如培菌糖化醅的温度要与配糟的温差合适，以热季甜醅比配糟高 2~3℃、冷季高 3~4℃ 传堆进桶，2h 后，检查桶内品温达 23~25℃ 为宜。

现列举如下 5 个表格供参考：糯高粱培菌糖化醅含糖量与发酵温度变化的关系实例，如表 5-8 所示；不同季节糯高粱酒的粮糟比及相应的配糟温度实例，如表 5-9 所示；入桶品温与原料出酒率的关系实例，如表 5-10 所示；糯高粱酒熟粮、甜醅、配糟的配合实例，如表 5-11 所示；影响糖化发酵的综合因素，如表 5-12 所示。

表 5-8 糯高粱培菌糖化醅含糖量与发酵温度变化的关系实例

培菌糖化醅含糖量/%		品温及每隔 24h 的升幅/℃											
范围	平均	入桶品温 /℃	第 24h		第 48h		第 72h		第 96h		蒸馏前		
			升幅	品温	升幅	品温	升幅	品温	升幅	品温	升幅	品温	
6.4~6.7	6.55	24.5	7.0	31.5	9.0	40.5	-0.5	40.0	-1.0	39.0	稳定	39.0	
4.1~4.2	4.15	24.2	14.3	38.5	-0.5	38.0	0.5	38.5	-2.0	36.5	-0.5	36.0	
3.1~3.4	3.25	24.9	6.1	31.0	7.5	38.5	1.0	39.5	-0.5	39.0	稳定	39.0	

表 5-9 不同季节糯高粱酒的粮糟比及相应的配糟温度实例

季 节	100kg 原料的配糟用量		室温/℃	配糟温度/℃
	体积/m ³	质量/kg		
冬	0.608	300~350	10℃ 以下	24~25
春、秋	0.608	300~350	23℃ 以下	23
夏	0.660~0.700	380~400	23℃ 以上	与室温相平或接近室温

表 5-10 入桶品温与原料出酒率的关系实例

入桶品温/℃	原料出酒率/%	入桶品温/℃	原料出酒率/%	入桶品温/℃	原料出酒率/%
19	59.95	23	62.78	25.5	62.58
20	59.80	23.5	61.91	26	61.94
21	60.60	24	62.55	27	59.98
21	62.10	25	62.52	28	59.71

注：原料出酒率以成品酒的酒精体积分数 57%计。

表 5-11 糯高粱酒熟粮、甜醅、配糟的配合实例

箱、桶物料配合的适宜条件					操作时应掌握的指标		
熟料入箱水分/%	培菌糖化醅糖分/%	入桶品温/℃	入桶物料酸度	最适范围	配糟酸度	100kg 原料的熟粮质量/kg	出箱感官老嫩程度
56.9	2.6	27	0.81	↑ ↓	1.26	214.1	转甜 ↑ 泡子 ↓ 点子
57.3	2.8	26	0.79		1.22	216.2	
57.5	2.9	25.5	0.78		1.20	217.3	
57.7	3.0	25	0.77		1.18	218.3	
57.9	3.1	24.5	0.76		1.16	219.5	
58.1	3.2	24	0.75		1.14	220.5	
58.3	3.3	23.5	0.74		1.12	221.7	
58.5	3.4	23	0.73		1.10	222.8	
58.7	3.5	22.5	0.72		1.08	223.9	
58.9	3.6	22	0.71		1.06	225.1	
59.3	3.8	21	0.69		1.02	227.4	

注：原料含水量为 12%；粮糟比冬季为 1：3.5，夏天为 1：(4~4.5)。

表 5-12 影响糖化发酵的综合因素

糖 化		发 酵	
促进因素	抑制因素	促进因素	抑制因素
熟粮水分多	熟粮水分较低	熟粮水分多,还原糖多	熟粮水分少,还原糖少
熟粮裂口率较高	熟粮裂口率较低	配糟较热	配糟较冷
用曲量较多	用曲量太少	入桶品温较高	入桶品温较低
糖化酶活力强	糖化酶活力低	还原糖适量	还原糖过多或太少
箱内料层较厚	箱内料层较薄	酒醅酸度较低	酒醅酸度较高
杂菌较少	杂菌较多	酒醅酵母数较多	酒醅酵母数太少
物料含氧量大	物料含氧量太低	酒醅单宁含量低	酒醅单宁含量较高
培菌糖化温度较高	培菌糖化温度较低	酒醅含氧量少	酒醅含氧量多
物料酸度较低	物料酸度较高	发酵品温适当	发酵温度过高或过低
入桶品温较高	入桶品温较低	酒醅酒精含量较低	酒醅酒精含量较高

(5) 夏季停产、秋季复产时使用干配糟 这样可不减产而酒质良好。即在停产时将酒糟晒干, 在秋季复产时, 干酒糟的用量约为投粮量的 120%。将干酒糟加 53% 的 80℃ 热水拌匀后, 装入甑内, 待圆汽后, 加盖、蒸 30min, 即可使用。

2. 使用生香酵母提高酒质实例

(1) 入箱前添加生香酵母 即将固态生香酵母与根霉酵母麴曲及熟粮拌匀后, 一起入箱进行培菌糖化。结果表明: 入箱后, 前期升温缓慢、后期升温较快, 最高品温比对照样高 8℃ 以上; 物料入桶发酵时, 前期升温较猛, 至 24h, 升温幅度比对照样大 6℃ 以上; 酒醅香气很浓, 但蒸取的原酒总酯为 0.561~1.058g/L, 乙酸乙酯含量也仅为 0.290~0.489g/L, 与对照桶差异不大, 而酒的口感比对照样柔和。该法操作方便, 但对提高酒的酯含量和香气不够理想。可能须在蒸馏工艺上找原因。

(2) 制备香醅以供串蒸 即以白曲为糖化剂, 以高粱为原料, 加入生香酵母混合均匀后, 进行堆积培菌、入桶发酵, 制得香醅、串蒸。效果良好: 原酒总酯含量为 0.664~0.916g/100mL; 而对照样仅为 0.148~0.263g/100mL; 原料出酒率也有所提高。但此法由于需另制香醅, 故工作量较大; 产品质量也难以掌握。

(3) 采用生香酵母进行液态发酵、蒸馏提香法 此法产酯量高, 易于控制成品酒质量。

① 制作香液的工艺过程。将高粱粉碎、加水蒸煮、加曲糖化、过滤、配料、灭菌、冷却后, 接入生香活性干酵母或经 3 级扩培的生香酵母种子液, 经培养发酵、蒸馏, 即得香液。

② 香液用法。生香酵母在糖度为 11% 左右、pH 4.6~5.1 的料液中培养发酵 6 天后, 总酯含量高达 606~667mg/100mL; 残糖为 0.14%~0.46%。可将蒸馏所得的香液与高粱根霉酵母麴曲清香型基酒精心勾兑后, 经贮存, 即为一系列成品酒。

③ 效果。用香液勾兑, 使基酒的乙酸乙酯含量增加 80~120mg/100mL 后, 感官评定结论为: 清香纯正, 酒体醇和, 回甜爽口, 尾净味长。并使成品酒的各种酯和有机酸等成分均有不同幅度的提高, 各组分比例协调, 提高了产品的档次、保持了应有的风格。用香液勾兑的低度酒, 优点更为明显。而用食用香精乙酸乙酯等勾兑的酒, 即使是乙酸乙酯等含量也较高, 但其口感极不协调, 失去了应有的风格。因此, 用此香液勾调根霉酵母麴曲清香型白酒的技术路线是比较可行的途径。

3. 研制调味酒

在充分了解根霉酵母麴曲清香型白酒成分组成及其量比关系的基础上, 有针对性地研制更有实用价值的调香调味酒, 并探索勾调规律, 这是一项很有意义的工作, 可完善产品的风格, 并提高产品的档次。

4. 适当延长发酵期

对此要进行深入的研究, 例如延长发酵期延长到什么程度; 延长发酵期的利弊各是什么等等。不能片面地单纯追求原料出酒率, 提高原料出酒率与提高酒质往往是矛盾的两个方面, 如何找到其最佳结合点是一门艺术。

5. 研究蒸馏工艺

清香型白酒的量质摘酒一直是个普遍的问题, 是否完全没有必要进行中段酒的量质摘酒, 人们的认识尚未一致。有必要进行细致

的试验，以利于得出较为可靠的结论。

6. 使用活性干酵母和糖化酶

(1) 实例一 在玉米根霉酵母麴曲清香型白酒生产中，耐高温酿酒活性干酵母用量为每千克原料中酵母数 0.5×10^8 个，糖化酶用量为每克原料 70U，均经活化后在入桶前加入。可提高原料出酒率 3.5% 左右，按成品酒的酒精体积分数 57% 计。杂醇油含量从原来的 0.22~0.30g/100mL 下降为 0.14~0.16g/100mL。

(2) 实例二 应用于粳高粱根霉酵母麴曲清香型白酒。

① 用料。粮糟比为 1 : (4~4.5)；根霉酵母麴曲用量为原料量的 0.13%~0.15%；稻壳用量为原料量的 10%~12%；耐高温酿酒活性干酵母用量为酵母数 0.8×10^8 个/千克原料；糖化酶用量为 80U/g 原料。

② 生产工艺。泡粮时先放水、后投粮，用水温度为 93℃，搅拌均匀后，水温控制为 73~75℃，浸泡 6h 后放水，再静置 14h；初蒸 15~20min，闷水 20~25min，复蒸 60min；熟料冷却至 41℃ 左右时，分 2 次加曲，加量分别为总量的 1/3 和 2/3，入箱品温 34~36℃，培菌糖化约 22h，出箱品温为 34~36℃；入桶品温为 20~25℃，要求装桶在 30min 内完成，发酵 5 天，出桶品温控制为 36~38℃；按常法进行蒸馏。

③ 效果。原料出酒率比原工艺高 7% 左右；成品酒风味有所改善，并解决了杂醇油超标的问题。

7. 控制根霉酵母麴曲清香型白酒杂醇油等成分的含量

(1) 控制成品酒杂醇油含量 成品酒的苦味等均与杂醇油超标有关。而杂醇油超标的原因及控制措施也是多方面的。

① 原料。蛋白质是生成高级醇的主要来源。所以，应尽量选用蛋白质含量较低的酿酒原料。玉米胚芽中的蛋白质为 18% 左右，因此，最好将玉米脱胚后再酿酒。

② 酵母和曲。凡是富含醇脱氢酶的酵母，其生成杂醇油的能力均较强；通常发酵力强的酵母，在发酵过程中生成杂醇油的量也较多。因此，应选用产杂醇油较少而发酵能力较强的酵母。要选用

蛋白酶活力低的曲；通常认为较低的用曲量可降低酒中的杂醇油含量，应根据不同原料、季节来调整用曲量，以确保糖化发酵能正常进行，而成品酒的理化结果又符合要求。要恰当地减少在培菌糖化时的酵母用量；在物料入桶时，可再添加一定量的酵母。这在前面6.的实例中已得到证实。

③ 糖化发酵工艺。原料糊化达不到糖化发酵的要求、或蒸粮时间过长、熟料水分过多、入桶品温偏高、最高发酵品温较高、随意加大配糟用量、装桶时未踩紧、不注意清洁卫生等，均可导致成品酒杂醇油含量超标。因此，应加强糖化发酵的条件控制，尤其是夏秋两季，以玉米为原料的成品酒，其杂醇油含量往往高于冬春两季。

④ 蒸馏。酒头中的杂醇油含量较高。因此，有的厂截取酒头2.5~3kg，用作勾兑或复蒸；中段馏分在酒精体积分数45%以下时，就开始接酒尾，在下一锅进行复蒸。要用中、小汽进行缓慢蒸馏、用大汽追尾。应以锥形云盘作甑盖，并在云盘的出口处装一挡板。

(2) 减少生酸的措施 做好清洁卫生工作、熟粮水分不宜大、培菌糖化和发酵品温不宜过高、入桶时要适度踩紧、封桶要严密、蒸馏时要长接酒尾。

(3) 控制醛类成分的产生 减少辅料用量、辅料必须清蒸、搞好清洁卫生工作、控制培菌糖化、发酵的品温、接酒温度须在30℃以下。

8. 其他

例如原料可混用，像高粱与糯米的相配之类；又如在认清各类白酒成分和风味的基础上，去研究它们在生产工艺及香味和成分上的交融，可将大曲清香型白酒与根霉酵母麴曲清香型白酒勾调，以及与其他香型白酒在生产工艺上的交融和原酒之间的勾调。总之，思路不要被原有的框框束缚住。只有创新才能有新的突破。

曲霉麴曲清香型白酒生产技术

第一节 曲霉麴曲制作技术

有关无菌操作及灭菌等要求，可参见本书第五章的相关内容，本章不予重复。

制作曲霉麴曲的菌种有黄曲霉、米曲霉、黑曲霉、白曲霉、红曲霉等。有的麴曲用单一曲霉培制；有的麴曲用 2 种甚至 6 种曲霉菌种混合培养或单独培养后再混合、使用；有的还将曲霉麴曲和根霉麴曲混合使用，但根霉麴曲的用量不能超过曲霉麴曲，否则成品酒的风格就变化了。在生产普通曲霉麴曲白酒时，大多使用黑曲或部分白曲、B 曲等麴曲；生产优质曲霉麴曲白酒时，则多使用白曲或 B 曲。东酒 1 号、白曲霉、B 曲霉即郑州 AS 3.2923 均是黑曲霉的诱变菌株；UV-48、UV-11-JU5 等黑曲霉菌种均是黑曲霉 AS 3.4309（UV-11）的诱变菌株。黄曲霉因耐酸能力及糖化酶活力低等缺点，现已很少使用。但若用黄曲制成香醅串香，则可降低成品酒的甲醇含量。由于各种曲霉的生理特性不同，故制曲工艺也有差异，现列举若干实例如下，供参考。

无论制哪种曲，均须注意这 5 个方面：严格配料、控制蒸料、控温控湿、调节通风、防止杂菌。

一、白曲制作工艺

白曲霉及白曲具有较多优点：白曲霉产酸量较大，有利于抑制杂菌；白曲中的 α -淀粉酶等耐温及耐酸能力较强，在酒醅中的稳定性较好，持续作用的时间较长，有利于糖化发酵产酒；白曲的酸性蛋白酶活力强，为黄曲的 6~13 倍，也远高于黑曲霉；白曲具有糖化生淀粉的能力；白曲具有较强的糖化酶活力，虽低于黑曲霉，但用以制成的酒风味较好。河内白曲霉由泡盛黑曲霉变异而来，除孢子由黑色变为肉桂色之外，外观无明显差别，但产酶状况不同。

（一）曲盒制曲

1. 扩培种子

（1）试管培养 菌株为南阳 925 白曲霉。用 0.1254g/mL (12°Bx) 麦芽汁琼脂试管斜面培养基，接入原菌后，在 $29\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下培养 4~5 天即可。

（2）三角瓶扩培 将麴皮加 95%~100% 的水，拌匀后装入 300mL 三角瓶中，料层厚度约 1cm，折合干麴皮约 12g。在 0.1MPa 下蒸汽灭菌 30min、冷却、接种后，在 $29\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下培养约 20h，菌丝生长连接成饼状，可进行第 1 次摇瓶；第 24h，进行第 2 次摇瓶；第 44~50h，进行扣瓶。共培养 4 天成熟后，烘干备用。

2. 曲盒培曲

（1）蒸料 麴皮加水 95%~100%，视麴皮粗细程度及气候状况而定。将物料拌匀、过筛、常压蒸 1.5h、闷 1h 即可。

（2）接种、装盒 将上述熟料置于经灭菌的铝盘内、翻拌、过筛、冷却至 $36\sim 38^{\circ}\text{C}$ 时，每 12kg 干麴皮，接入上述 2 个三角瓶种子后，每盒装入 1kg 物料，堆积于盒的中央，料层厚度为 4~5cm，上盖塑料薄膜。

（3）培养、干燥 在室温保持 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的条件下培养 4~5 天。

① 第 1 次划盒。堆积 18~20h，品温上升，可将结成饼状的曲划成 3~4cm 的小块，并仍盖以塑料薄膜保温保潮。

② 第 2 次划盒。在第 1 次划盒后 3~4h，可将上述曲块再划成

小枣粒般大小，均匀摊开。仍盖上塑料薄膜，继续培养至成熟后，干燥、备用。可直接用于制酒或作为帘子麴曲的种子。

（二）帘子制曲

1. 蒸料

麴皮加水 68%~70%，视麴皮粗细及气候而定。拌匀、扬麴机扬麴、常压蒸 80min 后，出甑扬麴、摊晾。

2. 接种、装帘、培曲

待品温冷却至 40~42℃ 时，接入原料量 0.5% 的曲盒种曲、翻拌均匀，品温为 30℃ 左右。堆积 8h 后，品温升至 35~36℃，并有曲香，即可装帘，每帘装 9kg 麴皮的物料，室温控制为 28~30℃。

装帘后 12h 左右，品温升至约 32℃，开始生长菌丝；培养至第 20h 左右，结成饼状，品温可升至 44~45℃，可开小窗排小潮；培养至第 23h，可放大潮；继续培养至第 40h 左右，即可成熟、干燥。

二、制东酒 1 号曲

以曲盒法培养种子，进行曲池深层培养为成曲。

（一）制种曲

1. 试管斜面种子

（1）培养基 为米曲汁、麴皮汁琼脂斜面培养基。米曲汁制法见本书第五章。麴皮汁的制法为：1 份麴皮加 6 份水，煮沸 30min 后，用纱布过滤、压取汁。

（2）接种、培养 以无菌操作要求，用接种针挑取原菌孢子少许，接种于上述试管斜面培养基上，在 30℃ 下培养 5 天后，经检查合格者，方可使用。

2. 三角瓶种子

（1）蒸麴 选取块片较大的粗麴皮，加水 130% 左右，要求物料接种后的水分为 62% 左右，并按原料及气候状况酌情增减。充分拌匀，并不得有结块存在。按每个 500mL 三角瓶装 10g 的干料计，将物料装瓶，料层厚度为 0.5cm。在 0.1MPa 压力下蒸 60min。取出、放入无菌室，趁热摇散，并将瓶内壁的冷凝水均匀

地摇入物料中。

(2) 接种 待料温降至 32°C 左右时, 去掉牛皮纸或油纸, 将瓶口在酒精灯火焰上烧一下, 拔下棉塞, 用接种针挑取菌种孢子 2~3 针于三角瓶物料内。再塞上棉塞, 充分摇匀、摊平于瓶底, 置于 30°C 恒温箱中。在箱内的底层, 放 1 碗水, 以利保湿。

(3) 培养 经 17~18h, 物料上生长少量白色菌丝, 将要结块时, 可轻轻摇一下瓶底, 使物料松动透气, 但不要将物料摇碎; 再过 7h 左右, 物料上已长出较多的菌丝、并稍呈结块状态时, 可进行第 1 次扣瓶, 使曲块翻身, 并斜跨于瓶底、瓶壁之间, 可将瓶身平置; 再经 9~10h, 已长出大量菌丝, 结块已牢固时, 可进行第 2 次扣瓶; 再经 17~18h, 已长出大量孢子并稍有转色时, 可取出保湿用水, 再继续培养 5 天左右, 待外观孢子头均匀密布、健壮、色泽正常、内无生心、显微镜检查无杂菌时, 可将瓶倒置于箱内数小时。

(4) 装袋、干燥 待瓶内积水被棉塞吸干后, 取出倒入已灭菌的牛皮纸袋内。再在 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ 下干燥、置于阴凉干燥处备用。

3. 制曲盒种子

(1) 蒸料 选用优质、片大的麸皮, 加水 110% 左右, 要求物料接种时水分为 50% 左右, 并按原料和气候状况增减。充分拌匀后, 用扬麸机打一遍。先在甑桶箅子上铺一层稻壳、再见汽装料。自圆汽起蒸 2~3h。要求熟料不黏熟透, 并有麸香味。

(2) 接种、堆积 熟料出甑后, 乘热进曲室、过筛于铝盘或簸箕内, 扬冷、打散团块。待品温下降至 $37\sim 38^{\circ}\text{C}$ 时, 按原料接种量为 0.15% 的比例, 分次接入三角瓶种子。充分拌匀后, 堆积于铝盘或簸箕一端, 品温为 $31\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。盖上蒸过的湿布。室温保持为 $30\sim 31^{\circ}\text{C}$ 。

堆积培养至品温 $33\sim 34^{\circ}\text{C}$ 时, 可进行翻堆; 降温至 $30\sim 31^{\circ}\text{C}$ 时, 又恢复原堆积状; 品温又升至 $34\sim 35^{\circ}\text{C}$ 时, 再次翻堆、降温至 $31\sim 32^{\circ}\text{C}$ ……共堆积 6h 左右, 期间品温不超过 35°C 。

(3) 装盒上架 装盒前先翻堆降温至 $31\sim 32^{\circ}\text{C}$ 。装料厚度为

1cm 左右。物料摊平后放上曲架，码成柱形或十字形，层高为 8~9 盒。用湿麻袋或湿布围盖。室温控制为 30~31℃，空气相对湿度控制为 90% 以上，即干湿球温度差为 0.5~1℃。室内保持雾状，地面常洒水，有条件的，室内可安装蒸汽管及冷水管。

(4) 保温培养 根据东酒 1 号“适温喜潮”的特性，在培养过程中冷季应注意保温保湿，夏天要降温保潮。并要求最高品温不超过 38℃，各盒的品温基本一致。为此，需采取以下措施予以控制。

① 倒盒。在种曲室内，因热、冷空气的升降，曲的上下层品温相差 2~3℃。为使品温基本一致，可在培养过程中经常进行倒盒，通常每 2h 倒盒 1 次。即将曲盒上调下、中调上、下调中、前调后、后调前。

② 翻盒、划盒。在装盒后 6~7h，物料长出白色菌丝、触之有弹性即结成饼状时，应及时翻盒、划盒。即用经杀菌的小铲将物料翻身，再用杀过菌的筷子划碎，以促使菌丝生长均匀、良好，操作要稳、轻、快。翻盒前品温要求不超过 34℃，翻盒后品温下降 1~2℃，曲盒保持原位，注意保温保潮。再经 7~8h，菌丝已布满物料，触之有弹性又结成饼状时，可进行第 2 次翻盒、划盒。操作同上。但只划成小块，不必过碎，以增加空隙而利于曲霉生长。室温可控制为 30~31℃，品温不超过 35℃。第 2 次翻盒、划盒后，已进入菌丝生长旺盛期，应揭去湿麻袋或湿布，改盖草帘以加强保潮，并密切注视品温，以免超过 38℃，可在地上多洒些水，降温保潮。

③ 摆花盒、摊盒。在第 2 次翻盒、划盒后 6~7h，品温迅速上升。可视情况摆花盒或摊盒、进行降温保潮。所谓摆花盒是拉大盒与盒之间的距离，并采取摆成品字形、十字形、砖墙式等多种形式，以适当地增加曲盒间的空隙，利于散热。若仍不能使品温降至 38℃ 以下，则可在地上铺竹条，将曲盒摊在上面，并把草帘取下、浸泡于冷水中、拧干后再盖上。当然，有条件的話，最好在曲室内安装冷却器、通冷水降低室温、控制品温。如能安装恒温恒湿调节装置则更好，但目前一般酒厂还无此条件。

(5) 干燥 在第 2 次翻盒、划盒后 29~30h、曲霉孢子已呈淡

褐色时，可取消一切保潮措施，如地面水去掉、蒸汽阀门关掉、草帘揭掉等。再生火、提高室温至 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，并将曲盒码成品字形，使种曲逐渐干燥至水分在 20% 以下时，即可出室、存放备用。

为保证种曲质量，必须重视清洁卫生、消毒、灭菌工作：曲室在每次使用前均须用甲醛、硫磺熏蒸杀菌；所用工具均须清洗后，使用前再用体积分数为 75% 的酒精消毒或蒸汽杀菌；空盒要用漂白粉水刷洗、麻袋或布、草帘均须洗净，这些制曲用具洗净后要晒干或烘干，并用常压蒸汽杀菌 2h 、并晒干或烘干，使用前再蒸一下，使其受潮，待冷却后使用。

（二）曲池制曲

1. 配料、蒸料、冷料

（1）配料 稻壳用量为麸皮的 10% ，若为细麸皮，则可酌情多加些稻壳，以利于通风。最好能加 $7.5\%\sim 10\%$ 的统糠，使曲料淀粉含量为 $18\%\sim 20\%$ 。并添加少量 H_2SO_4 ，使入池物料酸度为 0.5 左右。

拌料：加水前先将物料翻拌一遍，再加入麸皮量 72% 左右的水，要求物料入池水分夏天为 52% 左右，冬天为 50% 左右。加水前先将 H_2SO_4 倒入水中，再均匀地洒入物料中，用耙翻拌 $1\sim 2$ 次后，用扬麸机打一次，使其充分均匀。

（2）蒸料 将物料见汽装甑，待圆汽后蒸 40min 。

（3）冷料 热料用鼓风扬麸机和锨扬冷。

2. 接种、入池

（1）接种 待物料冷却至 40°C 左右时接入曲盒种曲，接种量为 0.5% 左右。具体操作为：先用少量熟料与种曲拌和，并用扬麸机打匀后，再均匀地撒入熟料上；用木锨翻拌 2 次后，再用扬麸机打一遍，以充分均匀并消除结块。

（2）装池 待物料在夏天品温达到 32°C 左右、冬天为 34°C 左右时，即可用簸箕将物料轻而匀地倾入池中，力求料层松紧、厚薄一致，前、中、后三段品温基本一致。将物料刮平后，撒上一薄层

经蒸汽杀菌的稻壳、四边压好竹条，安上压杠、插好温度计。

3. 培养

物料入池后 4~6h，可通约 5min 的循环风，不要通冷风；当品温升至 36℃ 左右时，开始间歇式通风，品温降至 32℃ 左右时，停止通风，品温再升到一定程度时，又通风……当间歇通风、品温难以下降时，进行连续通风。

转为连续通风后，进入菌体生长旺盛期，应按品温升降状况，及时采取相应的保温保潮措施：前期以通循环风为主，风门由小到大，切勿将冷风门开得太早，或将风门时开时关而使品温上下波动，但在夏天要及早通混合风，以增加新鲜空气、促进曲霉生长，控制前期品温不超过 38℃，即在物料入池后 15h，晚班的交班品温不高于 38℃；中期品温不高于 40℃，即早班的交班品温不超过 40℃；后期品温控制为 42℃ 左右，最高不得超过 45℃。

培养的前期、中期要注意保潮；后期要注意排潮，视季节和气候状况灵活掌握。例如，在夏、秋气候干燥时，可在风口用冷水喷雾；在冬季，前期可适当提高室温，以使品温上升，也视具体状况而定。

另外，在培养过程中，要随时根据情况进行紧栓，防止漏风和物料开裂；并须做好曲室、曲池、工用具的清洁、消毒、杀菌工作，曲室应禁止无关人员通行。

4. 出曲

待品温不再上升而自然下降时，即可打开门窗、排潮干燥、开冷风门通风。出池的麯曲用扬麯机打散，置于凉曲池内，进行间歇通风，以防成曲“反烧”，即再度升温。成曲应及时使用。

三、UV-11 及其变异株制麯曲工艺

（一）菌种

有关菌种的选育、保藏等技术，可参考笔者编著的《白酒工业手册》（轻工业出版社，1991）及本书第二章的相关内容。这里仅介绍某些酒厂在生产实践中若干做法和体会，供参考。

1. 从生产中分离纯化 UV-11-48

一些酒厂的技术人员经常在生产中取样、分离纯化菌种，取得了较好的效果。因为菌种在生产使用过程中，总会发生某些正的或负的变化，这是受环境作用的结果。现介绍一例如下。

(1) 试样 从 UV-11-48 帘子种曲中取样。

(2) 培养基

① 纯化分离用培养基：木瓜淀粉 0.5g，精制玉米淀粉 0.5g，硝酸钠 2g，甲基天青 0.01g，琼脂 2g，蒸馏水。

② 形态观察用培养基：蔗糖 3g，硝酸钠 0.3g，磷酸二氢钾 0.1g，硫酸镁 0.05g，氯化钾 0.05g，硫酸亚铁 0.001g，琼脂 2g，蒸馏水 100mL。

③ 性能测定用培养基：麸皮加水 70%。

(3) 纯化分离方法 称取 1g 种曲，按无菌操作要求加于经灭菌的、含有 0.85% 氯化钠的三角瓶蒸馏水中，充分摇匀后，过滤、稀释 $10^4 \sim 10^6$ 倍。吸取 1mL 上述菌液，移入 50℃ 一定量分离培养基中，摇匀后倾入培养皿中摊平。待充分凝固后，装入无菌袋中倒置，放入 30℃ 恒温箱中培养 48h。挑取形成透明圈大的菌落，移接于试管斜面察氏培养基上培养成菌种。

(4) 结果

① 形态特征：该菌株在平板察氏培养基上 28℃ 培养 7 天后，菌落直径为 6.5cm，呈扩散状；幼时菌丝呈白色，老熟后逐渐变为黄色；孢子头集中于菌落中央，幼时为黄色，老熟后变为咖啡色。

显微镜观察其顶囊球形，呈淡黄色，小梗在顶囊表面呈双层排列，呈淡黄色。分生孢子幼时为球形，呈黄色，老熟后呈咖啡色，裂开 4~5 瓣，表面粗糙，有小刺，直径为 3.5~4.2μm。

② 性能：经培养测定，糖化力比原生产用菌株高 2200U/g，酸度下降 0.42。

应对该菌株进行必要的鉴定、小试、中试、生产试验，认为确有使用价值后，才能正式用于生产，严格控制其传代次数、选用合适的保藏用培养基，并建立其有关档案。

2. 保证菌种的质量

(1) 对 UV-11 及 UV-11-48 等曲霉菌种的要求 原菌转接于试管斜面培养基上, 在 30℃ 保温箱中培养 4~6 天后, 应无杂菌污染; 菌丝粗壮, 无不孕菌丝; 孢子头肥大、稠密; 菌苔不显肥厚, 背面少皱褶。若将试管斜面翻转, 轻轻一扣, 孢子会在试管内飞扬, 而无凝结水吸附。

(2) 如何保证菌种质量 除前面已叙述的应注意原菌的科学保藏、尽量减少转接代数, 以及加强纯化分离等方面之外。再讲以下两点。

① 注意保藏及扩培用的试管斜面培养基。UV-11 等菌株, 不适于在糖度为 12°Bx 左右、pH 为 5.0 左右的米曲汁斜面培养基上作生产第一代扩培; 在察氏斜面培养基上转接十几代后, 也会出现菌膜增厚、皱褶增大、孢子稀疏、色泽变淡、糖化力下降等现象。故可选用本书第二章第二节介绍的以防止 UV-11 等退化的培养基作为保藏菌种培养基; 也有的厂采用豆汁察氏淀粉斜面培养基, 但效果不好; 在本书第五章中介绍的马铃薯汁斜面培养基, 则是生长孢子的良好培养基。不少酒厂仍用察氏琼脂培养基保藏菌种和扩培。

培养基中的碳源、氮源、碳氮比、生长素、无机盐及 pH 等, 均会影响曲霉菌的外观及产酶种类和酶的活力。例如 UV-11 在 pH 较低时, 主要产糖化酶; 而在 pH 较高的条件下, 则产糖化酶较少, 产 α -淀粉酶较多。在察氏培养基中, 磷酸二氢钾使培养基趋近酸性; 而磷酸氢二钾使培养基趋近于碱性。所以, 若为了获得较多的糖化酶, 则可使用磷酸二氢钾; 若为获得较多的 α -淀粉酶, 则可使用磷酸氢二钾。

UV-11 在米曲汁斜面培养基上生长时, 若糖度超过 0.1254~0.1364g/mL (12~13°Bx), 则菌苔肥厚, 表面有肥厚的菌丝层皱褶, 而菌丝层越厚, 则孢子就越稀少, 色泽也会起变化。UV-11 在 pH 偏高的察氏培养基上生长时, 营养条件才基本上满足, 经几代转接培养后, 孢子也很稀少。

UV-11 试管菌株的“水毛”，是指不孕菌丝。其原因较多，但往往也与培养基有关：如培养基营养过于丰富；试管斜面在接种之前未能充分干燥，使培养基表面和试管内壁有凝结水。因此，在试管斜面培养基经蒸汽灭菌后，应平置于 30℃ 保温箱中充分干燥，有的达 7 天以上，当然也不是越干越好甚至干裂。

② 要防止菌种污染杂菌。污染杂菌的原因很多，例如扩培用培养基灭菌不彻底、棉塞不符合要求、接种操作不得法、菌种保藏培养基不适宜和保藏方法不妥等。有的酒厂试管菌种污染了杂菌，严重者发黏发臭，最常见的是污染芽孢杆菌，致使种曲、麸曲中杂菌大量繁殖，还误以为是菌种退化变异。若遇到如此状况，则应立即更换菌种、纯化分离新的菌株，并严格无菌操作；切不可继续扩培，以免一代不如一代，直至种曲、麸曲发黏、酸臭才停止。

（二）UV-11-48 曲盒法制麸曲例

1. 试管斜面培养

（1）培养基 使用察氏琼脂培养基。其配方为：NaNO₃ 3g，K₂HPO₄ · 3H₂O 1g，MgSO₄ · 7H₂O 0.5g，FeSO₄ · 7H₂O 0.01g，KCl 0.5g，琼脂 20g，水 1000mL。

（2）培养 在 30℃ 恒温箱中培养 7 天。

（3）质量要求 菌丝健壮；孢子稠密，呈咖啡色，均匀一致；无杂菌；培养基背面呈深黄褐色，有块状皱纹，无渗出液。

2. 三角瓶扩培

（1）配料 麸皮加水 110%，加 (NH₄)₂SO₄ 0.4%。

（2）制作过程 物料拌匀后，取 30g 湿料装于 500mL 三角瓶中；经灭菌、冷却至 28~30℃，接入试管菌种、摇匀；置于 31℃ 恒温箱中培养约 24h 后，摇瓶、摊匀；再经 10h 左右，物料结成饼状，扣瓶 1 次；继续培养 4~5 天，即可成熟。再装入灭过菌的纸袋，在 35~40℃ 下干燥至水分在 15% 以下，保存备用。

3. 种曲制作

（1）蒸料 麸皮加水 90%，边加水边拌料，再用孔径为 3~4mm 的筛子筛一遍后，堆积润料 1h 后，装入甑中蒸 60min。

(2) 接种 待物料冷却至 38°C 左右时, 接入原料量 $0.15\% \sim 0.20\%$ 的三角瓶种子。翻拌均匀后堆积保温。

(3) 培养、干燥 物料装盒的料层厚度为 0.7cm 左右。入室培养 4h 后, 倒盒 1 次, 即调换曲盒的上下位置; 待曲料连成饼状后, 用灭过菌的竹筷划成 2cm 左右的小方块; 之后即转入保潮、排潮阶段, 排潮阶段为孢子成熟期。自接种后 $50 \sim 60\text{h}$, 即可出室干燥为种曲。

4. 制曲盒麴曲

曲室不宜太大, 以 100m^2 左右为宜, 每 1m^2 投料量为 $6 \sim 8\text{kg}$ 。曲盒用 0.5cm 厚的椴木板制作, 规格为 $45\text{cm} \times 25\text{cm} \times 6\text{cm}$ 。

(1) 配料 麴皮 $75\% \sim 85\%$; 鲜酒糟以风干量计为 $15\% \sim 25\%$; 若原料较细, 则可再加入 $5\% \sim 10\%$ 的稻壳。切忌曲料含淀粉量过高。

鲜酒糟为当日出甑并趁热扬冷的酒糟, 不能使用垫池糟、压池糟、雨淋或霉烂及酸度过高的酒糟。

物料加水量根据不同地区、季节、气候, 以及原料的吸水、挥发性能等灵活掌握。例如山东烟台某厂的原料加水量冬季为 $70\% \sim 85\%$, 其他季节为 $80\% \sim 95\%$ 。凡遇刮大风或干燥的天气, 应酌情多加些水, 反之, 则酌情少加些水。通常, 经蒸料后, 物料含水量会增加 $1\% \sim 2\%$ 。

(2) 润料 再将麴皮在洁净的拌料场上摊开, 边加水边翻拌。再加入酒糟, 并用筛孔直径为 $4 \sim 6\text{mm}$ 的筛过一遍, 或用扬麴机打一遍。然后将物料堆成丘状, 润料 1h , 冬季可适当延长时间。

(3) 蒸料 物料装甑后, 盖上草袋或麻袋。有些工用具或制种曲的原料也可同时灭菌或蒸熟。自圆汽后蒸 40min 左右。

(4) 接种 熟料出甑、过筛或用扬麴机打碎、散冷至 $38 \sim 40^{\circ}\text{C}$, 接入种曲。接种量以原料计, 冬季为 $0.3\% \sim 0.4\%$, 其他季节为 $0.2\% \sim 0.35\%$ 。先将种曲与 2 倍量的曲料拌匀后, 再与大堆曲料混合均匀, 并降温至 $32 \sim 34^{\circ}\text{C}$ 后, 即可入曲室堆积。

(5) 堆积、装盒 堆积物料的初始酸度为 $0.45 \sim 0.65$; 品温

为 31~32℃，室温为 28℃左右，干湿球温度差为 1~2℃；堆积高度不超过 60cm；堆积时间从接种后算起，夏季为 4~7h，冬季为 6~8h。每小时测 1 次品温。约经 3~4h 品温上升时，可翻拌 1 次。

装盒前应将物料翻拌均匀，要求装得松而匀，四周较厚，料层厚度为 1.5~2cm，夏天应薄些。

(6) 上架、培养、出曲时机

① 上架。曲盒在木架上每叠以不超过 10 个为宜。最上面的曲盒用空盒或草帘盖上。冬天叠与叠之间应靠紧，夏天则可留有 2~3cm 的间隙。靠门窗的曲盒，应用草袋或席子挡住。

② 第 1 次倒盒、拉盒。装盒后品温为 30~31℃，室温控制为 28~30℃，干湿球温度差为 1℃。经 3~4h，品温升至 34~35℃时，应进行第 1 次倒盒。再过 3~4h，品温升到 37℃左右，可将曲盒打开，摆成品字形，并按品温、室温调整盒与盒的间距。这时品温应控制为 36℃左右，室温为 28℃左右，干湿球温度差为 0.5~1.0℃。

③ 第 2 次倒盒、扣盒。拉盒后，曲霉繁殖旺盛，应加强降温保潮。此时品温控制在 39℃以下，室温降为 25~26℃，干湿球温度差为 0.5℃。在拉盒后约 4h，应进行第 2 次倒盒。再过 3~4h，待曲料连成饼状、试扣一盒不破裂时，即可进行扣盒，先将空盒扣在盛曲的盒上，轻轻翻过来，曲饼就倒扣在空盒中。

④ 再多次倒盒。扣盒后，曲霉繁殖更为旺盛，品温迅速上升。这时应将品温控制为 40℃左右，室温保持为 25~26℃，干湿球温度差为 0.5℃左右。此后，每隔 3~4h 倒盒 1 次，并根据品温状况，改变摆盒方式、调整盒间距、开天窗或喷雾。自扣盒之后到培养结束，将品温保持为 39~40℃，室温控制为 28℃左右，干湿球温度差为 1~2℃。

⑤ 出曲时机。培曲时间因季节而异，可自堆积开始，经 28~34h，在麯曲的淀粉酶活力最高时出室。若曲子出室时已形成许多孢子，则表明出曲已较迟了。因为种曲需有较多的孢子为好；而直接用于制酒的麯曲，则要求有较高的糖化力，但糖化酶大多含于菌丝中。因此，应测定自堆积算起，24h 以后麯曲的糖化力变化状

况，以确定麯曲在糖化力最高时的出曲时机。麯曲出室后，应及时使用，以免糖化力下降。

(7) 成曲质量检查及指标 应以化验为主，并将感官、镜检、化验三者结合起来。

① 感官检查。用肉眼或 30~50 倍放大镜观察，曲子应呈松软饼状；无干皮和白心；菌丝多而内外一致；无孢子或孢子极少；具有曲霉麯曲特有的曲香味，不得有酸臭味和其他霉味。

② 显微镜检查。菌丝应健壮，无异状菌丝，杂菌少。

③ 化验。以测糖化酶活力为主。

(8) 成曲保管 成曲保管时间不应超过 24h。若必须延长保管时间，则须将其平铺于洁净、干燥的地面上，或放在曲盒内保存，以免麯曲吸潮和发热；每隔 5~6h 测温 1 次，若发现品温上升，则应立即摊薄和翻拌，以促使其降温。

(三) 帘子法制 UV-11-48 麸曲

通常在高 1m、宽 0.5m、长 1.2m 的钢筋支架上铺塑料薄膜作帘，上放物料，再罩上塑料薄膜罩，罩的高度为 0.5m 左右。塑料帘和罩每次使用后，均须彻底清洗、消毒。以曲盒制的种曲为种子，同前述（二）。

1. 配料

麸皮加鲜酒糟 15%~20%，加水量为麸皮的 80%。

2. 蒸煮

曲料混合均匀后，用扬麸机打散，装入甑桶，待圆汽后常压蒸 1h。

3. 接种、堆积

物料扬冷至 33℃ 左右，接入曲盒制的种曲为原料量的 0.3%~0.5%。再转入曲室堆积，这时品温为 29℃ 左右。共堆积 8~12h，期间每隔 3~4h 倒堆 1 次，最终品温不得超过 34℃。堆积结束后，将室温控制为 28℃ 左右。

4. 装帘、培养

装帘料层厚度为 2~3cm。装帘后，提高室温，使品温迅速达

到 32℃。在装帘后 12h 内，品温上升缓慢；第 12~14h，升温较快，应降低室温，使品温控制为 32~34℃，最高不超过 35℃。上帘后 24h 左右，品温可升至 35℃ 左右。这时，菌丝已充分繁殖，可进行划帘。划帘后，品温下降，曲中水分降低。可适当提高室温，并揭去塑料罩和开窗户排潮，以挥发掉曲中多余的水分。从堆积算起，整个培曲周期为 35~38h。

(四) 曲池通风法制 UV-11-48 麸曲

1. 用帘子制种曲

(1) 配料 麸皮 100kg，工业硫酸 200mL，尿素 540kg，水 84kg。

(2) 蒸料 物料拌匀、过筛、润料 30min 后，在 0.1MPa 压力下蒸汽灭菌 30min。

(3) 接种 热料冷却至 36℃ 左右，接入三角瓶种子为原料量的 0.2%~0.3%。再在品温 30~32℃ 下保温堆积 6~8h；待品温升至 34~35℃ 时，即可装帘。

(4) 装帘、培养

① 装帘。将物料摊平于竹帘上，品温为 32℃ 左右，料层厚度为 2cm 左右。盖上塑料布，以保温保湿。

② 培养。装帘后 12h，品温升为 34℃ 左右，进行划帘。划帘后，转入培养中期，要求品温基本上保持均衡状态，为 30~34℃，最高不得超过 35℃。培养至第 50h 左右，孢子已基本成熟，可进行排潮；培养至第 60~65h，即可出曲室。

(5) 干燥 在 35~36℃ 下干燥。

(6) 检测数据 从培养第 22h 至第 58h 的测定数据为：水分从 56% 降为 45%；酸度从 0.25 降为 0.23；糖化酶活力从 1280U/g 增至 7200U/g；糊精分解力从 600U/g 增至 2160U/g。

(7) 种曲质量 无杂菌污染；菌丝健壮；孢子稠密、呈深咖啡色；曲子质地疏松，内外一致。

2. 曲池通风制曲

(1) 曲池 容积为 10m × 12m × 0.5m，最多可装干曲料

800kg, 料层厚度不超过 30cm。

(2) 配料、蒸料 麸皮 90%~95%, 稻壳 5%~10%, 加水量为物料的 90%。物料混合均匀后, 装入蒸锅, 待圆汽后常压蒸 1h。

(3) 接种, 入池 物料摊凉至 36~38℃ 时, 接入麸皮量 0.4% 的帘子种曲后入池。料层厚度为 18~20cm。

(4) 培养、出室

① 前期。入池后 6~10h, 品温为 30℃ 左右, 室温为 29℃ 左右; 当品温升至 34~35℃ 时, 可进行间歇式通风。

② 中期。培养至第 10~12h 时, 进入曲霉生长旺盛期, 品温上升较快, 可开始连续式通风, 使品温保持在 34℃ 左右, 最高不超过 35℃。

③ 后期。培养至第 30h 左右, 已繁殖大量菌丝, 应及时通风, 品温保持为 35~36℃, 以保证曲霉充分繁殖。最后, 须适当提高室温和风压, 利用室内的循环风, 将品温相应提高, 以排除曲中多余的水分。整个培养期为 33h 左右。

④ 出室。出室之前, 通冷风降温; 出室后, 将麸曲打碎、晾干、存放。

⑤ 培曲过程中的分析数据。从物料入池后的第 15h 至第 32h, 曲的水分从 55% 降至 40%; 酸度从 0.1 增至 0.21; 糖化酶活力从 480U/g 增至 9720U/g; 糊精分解力从 420U/g 增至 1980U/g。

(5) 成曲质量指标 质地疏松; 色泽鲜黄; 有曲香; 糖化力在 90000U/g 以上; 水分为 38% 左右。

四、方心芳先生的《高粱酒曲改造论》摘要

《辞海》(上海辞书出版社, 2000) 载: 方心芳 (1907~1992), 中国工业微生物学家, 曾在法国、比利时、荷兰、丹麦的大学和研究所从事研究和进修; 曾任中科院生物学部委员等职; 对中国微生物保藏事业和促进中国传统发酵工业的现代化作出了重要贡献。很多很多的发酵工作者都曾请教过方先生并聆听他的学术报告。早在 1933 年, 方心芳先生与他的同窗金培松先生就发表了《唐山高粱

酒之酿造法》及《华北酒曲中微生物之初步分离与观察》、《汾酒酿造情形报告》等研究报告。他对酒曲和白酒酿造研究了 60 多年，谢世时，还留下了《高粱酒曲改造论》，次年登载于《酿酒》杂志上，至今仍有参考价值。现将有关部分择要摘述如下。

（一）黑曲霉制麸曲实例

1. 麸皮与稻壳混合制曲

（1）配料 麸皮加稻壳 60%~70%，加水量为 35%~40%。加水的方法：最好用喷雾器洒水，并同时搅拌；也可将稻壳用水浸透后，沥去多余的水，再与麸皮混合。但无论采用何种加水法，加水后均须堆积几小时，待物料充分吸水后，才能蒸料。

（2）蒸料 用大火蒸 1h。小火因汽弱，使物料吸水过多故不妥。最合适的蒸料增加吸水量为 10%~15%。换言之，蒸后的曲料，以含水量 40%~55% 为宜。若超过 55%，则制曲时品温急剧上升，阻碍黑曲霉繁殖，而有害的枯草杆菌及乳酸菌等则侵入生长，致成酸败的烧曲。

（3）加曲 熟料置于席或板上，用手搓碎结块，或用筛子筛过。待品温降至 35℃ 左右时，接入原料量 0.4% 的种曲，翻拌均匀后品温为 30℃ 左右，可送入曲室。

（4）堆积 将物料堆于席或木板上，经 12~14h，品温上升 1~2℃，曲霉开始繁殖；将物料上下内外翻拌后，再堆积 4~5h，品温升至 35℃ 左右时，即可装盘。也可加曲后立即装盘，曲霉繁殖较顺适，但物料易干燥。所以，熟料若含水分较多，则可加曲后即装盘；含水分适量，可加曲后再堆积 15~20h，待品温升至 35℃ 左右时装盘；若含水量较少，则可适当延长堆积时间，待品温升至 34~35℃ 再装盘。

（5）培曲 装盘后，品温下降约 2℃，可将 6~10 个曲盘叠成柱状，最上面的曲盘倒扣 1 个空盘。经 4~5h，品温升至 35~36℃ 时，须进行“调盘”，即将上部的曲盘调至下部，并叠成砖墙式。又过 5~6h，曲霉繁殖茂盛，已可见到菌丝，品温达 40℃ 左右，上下盘的温差较大，因曲霉的呼吸作用而积聚的 CO₂ 也较多，这时

可进行第 1 次“换盘”，即将盘内曲子倒扣至空盘中。再过 7~8h，品温持续在 42~43℃，菌丝发育旺盛，物料结成块状，可进行第 2 次“换盘”。若只采用“调盘”法而不用“换盘”法，则物料表层与内部的水分等均不同，表面常显缺水，菌丝发育不充分，可采取物料上盖以湿布等措施。第 2 次“换盘”后，品温逐渐下降，为不使品温过快下降，可采用改变曲盘叠置方式等调节品温。再经 14~15h，即可出曲。总计培曲时间为 44~46h。

制麯曲经过一实例，如表 6-1 所示。

表 6-1 制麯曲经过一实例

操 作	时间/h	品温/℃	室温/℃	湿球温度/℃	物料水分/%	备 注
堆积	0	29	26.5	23.5	47.76	—
翻堆	14	翻前 31.5 翻后 29.5	27.0	24.0	—	—
装盘	17	装前 33.5 装后 31.0	28.0	24.0	40.88	8 盘柱式
调盘	20	36.5	28.0	24.0	—	砖墙式
第 1 次换盘	26	41.0	28.0	25.0	36.5	能见菌丝
第 2 次换盘	34	42.0	28.5	25.0	29.23	结块
调盘	39	37.0	30.0	25.0	—	盘柱式
出曲	45	34.0	27.5	24.5	—	—

实例说明：麯皮 75kg、稻壳 50kg。稻壳浸水 20h、沥水 1h，质量为 97.2kg，与麯皮混合后，共重 172.2kg。蒸 1h 后为 191.1kg。晾冷 50min 后，加种曲 185g 翻拌均匀。堆积时品温为 29℃、183.7kg、装盘时 176.1kg。盘的规格为 30cm×54cm×5.4cm。每盘装 1.07kg，共装 164 盘。出曲 124.1kg。按上法制成的麯曲，糖化力很强。

2. 麯皮与米糠混合制曲

米糠营养丰富，加于麯皮中，可使黑曲霉繁殖更加旺盛。麯皮加 10%~20%米糠，加水量为原料的 55%。物料翻拌均匀后，堆积 0.5~1h。常压蒸 1h。熟料冷却至 30℃时加入种曲。在曲料含水较多时即行装盘；含水较少时堆积一定时间后装盘。曲盘可采用

大型、布底式的，规格为 108cm × 90cm × 6.6cm。每盘可装 2.5kg。入室后，以“调盘”措施控制品温，不划曲和“换盘”。麴皮、米糠培曲经过实例，如表 6-2 所示。

表 6-2 麴皮、米糠培曲经过实例

操 作	时间/h	品温/℃	室温/℃	湿球温度/℃	备 注
装盘	0	28	26	25	装盘 59 个,砖墙式
调盘	12.5	28	27	26	—
调盘	19	28	26	24.5	—
调盘	25	30	26	24	30h 时见菌丝
调盘	32.5	36	26.5	25	—
调盘	34.5	40.5	26.5	24.5	—
出曲	47.5	34	27.0	25	—

《高粱酒曲改造论》中还介绍了糟曲的制法：将生产高粱酒的第 5 甑酒醅，加高粱壳 10%~20%，麴皮 5%。翻拌均匀后蒸酒。再将酒糟移至席或拌曲台上，加入糟量 1%~2% 的 CaCO₃ 粉，可用甲基橙测试中和与否；或将 CaCO₃ 与高粱壳及麴皮混合后，加入酒醅中再蒸酒，但可能会影响酒味。待物料冷却至 40℃ 左右，可加入 0.25%~0.5% 的种曲。再装盘、入室，其余操作同（一）1。

（二）日本黑曲霉高粱曲及小米曲

日本生产泡盛酒使用黑曲，过去以小米或碎米为原料，也有用大米和高粱的。

制黑曲的条件与制孢子呈黄绿色的黄曲不同，黑曲的物料含水量较少；培曲的高温在前期。如 40℃ 加种曲；翻堆时品温为 43~45℃，甚至到 48℃，为制曲过程中的最高品温；装盘时品温为 40~42℃；翻曲时品温为 38~40℃。黑曲霉的抗干性比黄曲霉强；并且生酸是在孢子期，如果在孢子期物料含水量仍较多的话，则会产较多的酸。

制黑曲霉高粱曲和小米曲的工艺操作实例：将高粱或小米浸水 15~16h；沥水 1h；高粱蒸 1h，小米蒸 40min；取出放冷，并将块搓散，若能过筛则更好；待高粱冷却至 40℃ 时，加入原料量 1%

的种曲；翻拌均匀后堆积。因小米易升温，故加种曲时品温控制为 35℃，堆积初始温度以 30℃ 为妥。高粱者经 15～16h 后，品温升至 43～45℃，可进行翻堆；小米因升温迅猛，故可翻堆 2 次。培养至第 20h 左右，高粱者又升温至 43～45℃；小米也在表面呈现白色菌丝。这时黑曲霉已初步繁殖，即可装盘。装盘后，品温保持在 40℃ 左右。经 3～4h 后，可进行第 1 次翻曲；再过 3～4h，进行第 2 次翻曲。整个培曲过程需 50 多小时。

曲子有涩酸味，内部呈黑色乃至黑紫色，但表面干燥，不能形成孢子，故为白色。含酸量以乳酸计，为 1.3%～1.6%。

制曲全过程的记录，如表 6-3 所示。

表 6-3 制曲全过程的记录

时间/h	操 作	品温/℃	室温/℃	干湿球温差/℃	室外气温/℃
0	加种曲	42	29	2	28
0.15	堆积	37	29	2	28
15.5	翻堆	44	27	2	16
18.5	装盘	43	27.5	1.5	19
22.5	第 1 次翻曲	42	29	1.5	24
24.5	第 2 次翻曲	37	29.5	—	—
26.5	—	40	31	1.0	23
30.5	—	37	28	1.5	18
41.5	—	31	25	1.5	15
45.5	—	33.5	27	1	21
50.5	—	34	28.5	1.5	23
63.5	—	29	28	1	12
65.5	出曲	27	27	1	14

注：在曲室干燥时间过长则影响成曲质量。

五、米曲霉地面制麯曲法

1. 配料、润料

以投料 1000kg 为例。取机制面粉的粗麯皮 500kg，加水 500kg 拌匀后，再加机制面粉的细麯皮 500kg，用木锨翻拌 2 次、堆积成垄、进行润料 1～2h。

2. 蒸料

将上述物料用每孔为 0.5cm^2 的铁丝筛筛过，并将块状物料打散、待底锅沸腾后装甑。先在甑底的笊子上铺 1 层稻壳，再逐渐见汽装甑，不得压汽。待圆汽后，不加甑盖蒸 $40\sim 60\text{min}$ 。

3. 接种曲

将熟料用每孔 0.5cm^2 的筛子筛一遍，并扬冷至接种曲温度。接种曲温度夏季为 $32\sim 35^\circ\text{C}$ ，冬季为 $38\sim 40^\circ\text{C}$ ；接种曲量夏季为 $0.2\%\sim 0.25\%$ ，冬季为 $0.25\%\sim 0.3\%$ 。

4. 堆积

堆积初始品温夏季为 $30\sim 32^\circ\text{C}$ ，冬季为 $35\sim 36^\circ\text{C}$ ；堆积时间夏季为 $5\sim 6\text{h}$ ，冬季为 $7\sim 8\text{h}$ 。待品温夏季升至 $35\sim 36^\circ\text{C}$ 、冬季升至 $38\sim 40^\circ\text{C}$ 时，即可降温转入曲室。

5. 培曲

曲室为平整的水泥地面。入室品温夏季为 $32\sim 33^\circ\text{C}$ 、冬季为 $37\sim 38^\circ\text{C}$ 。物料置于地面的厚度为 $2\sim 2.5\text{cm}$ 。关闭门窗，使室温保持为 $25\sim 26^\circ\text{C}$ 。曲室地下设有火道，以调节地面温度，物料入室的地面温度为 0.5°C 左右，此后逐渐上升。培曲时间夏季为 36h 左右，冬季为 $46\sim 48\text{h}$ 。最高品温不得超过 40°C 。

6. 成曲质量指标

① 感官指标。曲呈饼状，菌丝密布，表面呈黄绿色，底部为白色略带黄色。

② 理化指标。糖化率在 95% 以上；酸度在 1 以下；水分为 $36\%\sim 38\%$ 。

六、UV-11 生料制麴曲

1. 制帘子曲

(1) 配料 麴皮加 15% 鲜酒糟、 10% 稻壳、 75% 的水。种曲用量为 0.5% 。

(2) 培曲 装帘的料层厚度为 3cm 。先在室温 30°C 下堆积 6h 后，品温升至 32°C 左右，再摊平培养 48h 即可。

(3) 成曲 生料曲水分为 20% ；熟料曲水分为 28% 。生料曲

酸度为 1.4，熟料曲酸度为 2.2；生料曲糖化力为 4472U/g；熟料曲糖化力为 3000U/g。

2. 曲池制生料曲

(1) 原料配比 同帘子生料麸曲。但种曲用量为麸皮的 1.25%。

(2) 培曲 接种曲时品温为 21℃。堆积初始品温为 19℃。经 7h 品温升至 31℃时，将物料装入曲池。入池后，通室内循环风。8 小时后，品温升至 32℃，继续通风，转入中期培养。待最高品温达到 34℃时，保持 13~14h。培养至第 31h 左右，品温下降至 30℃时，即可出曲。

(3) 分析 生料曲糖化力为 7579U/g；熟料曲糖化力为 3240U/g。生料曲酸度为 2；熟料曲酸度为 2.42。生料曲水分为 23%；熟料曲水分为 28.3%。

七、多菌种麸曲实例

以六曲香麸曲为例，简要介绍如下。

1. 菌种

实际上为 5 株霉菌、1 株酵母属拟内孢霉，即黄曲霉 AS 3.384，根霉 1009，毛霉 10047，犁头霉 10075，红曲霉 1005，拟内孢霉 3060。

2. 种曲制备

(1) 试管斜面培养 采用米曲汁琼脂斜面培养基。红曲霉在 28~30℃下培养 7~8 天；其他菌种在 28~30℃下培养 48~72h。

(2) 三角瓶扩培 红曲霉以小米为原料，称取小米饭 50g 装于 500mL 三角瓶中，加棉塞、包扎牛皮纸后，以常压蒸 40min。冷却后加入 0.7~0.8mL 乙酸，接入试管斜面菌种。培养 2 天后，应经常摇匀。共培养 7~10 天。其他菌种以麸皮作原料，其中拟内孢霉另加 15% 的玉米粉效果更好。称取 50g 麸皮装于 500mL 三角瓶中，加入等量的水。经常压灭菌 3 次后，接入试管斜面菌种，在 30~32℃下培养；其中黄曲霉需 5 天，另 4 株只需 3 天。

(3) 帘子种曲 红曲和拟内孢霉菌因用量较少, 故以三角瓶种子为种曲; 其他 4 株霉菌再从三角瓶种子扩培成帘子种曲, 其方法同一般麸曲。

3. 制曲

(1) 红曲培制 以米粒大小的薯干渣为原料, 加水 80%、食醋 2%, 接入三角瓶种子。装盒后 24h 之内, 品温保持不低于 30℃; 第 48h, 品温为 32~33℃。此后每隔 5h 倒盒 1 次, 继续培养 12~24h 后, 品温提高为 36℃左右。待曲粒呈紫红色时, 可立即出室风干。

(2) 拟内孢霉菌培制 为帘子曲。原料配比为麸皮 80%, 玉米粉 20%, 加水 100%。物料蒸熟、冷却后, 接入三角瓶种曲, 经堆积 4h、装帘后培养、室温保持 30℃、品温控制为 34~35℃, 培养 34~36h 即可。

(3) 其他 4 种霉菌麸曲的培制 为简化操作, 将根霉、毛霉、犁头霉混合培养; 黄曲霉单独培养, 以保证足够的糖化酶力, 满足糖化发酵的需求。均以帘子种曲为种子, 采用曲池通风法制曲。具体操作同一般麸曲。

第二节 酒母制作技术

酒母是指含有大量能将糖类发酵成酒精或酒的人工酵母培养液或固态酵母培养物。这里的酵母包括酿酒酵母及生香酵母或称产酯酵母, 因为生香酵母也能产酒精。商品活性干酵母不能称为酒母。现在有的厂在生产白酒时, 不用曲也不用酒母, 而只用活性干酵母及糖化酶了, 还枉谈“本厂”产品具有如何悠久的历史。须知酒母中除了含有大量鲜酵母外, 还含有其他许多有效成分, 这是活性干酵母与之无可比拟之处。所以, 世界各国在生产一些蒸馏酒和酿造酒时, 至今仍很重视酒母的培养。因此, 本节就酿酒酒母及生香酵母的培养工艺, 从液态法和固态法两个方面, 作较为具体的介绍。

一、酿酒酵母的酒母培养

(一) 液态法培养酒母

1. 大缸酒母

(1) 配料 酒母用的原料占白酒总投料量的 4%~5%。选用能食用的玉米粉，配以 10%的鲜酒糟或 5%的稻壳；黑曲用量为玉米粉的 10%~15%。

(2) 润料 先将原料量 1%的硫酸加入水中，水的用量为原料量的 50%~60%。将水与原料翻拌均匀后，堆积润料 1h。

(3) 蒸料 装锅、待圆汽后，常压下蒸 50min。蒸好的原料须当班用完。

(4) 入缸 熟料加水 300%~400%。打耙、调节品温为 27~28℃、接入 4%~8%的卡氏罐种子。再打耙 1 次后，加盖。卡氏罐种子的培养方法，见后述的罐制酒母。

(5) 培养 培养时间为 8~10h。期间品温控制为 26~30℃；待形成醪盖时，进行第 1 次打耙，以后视品温状况，决定打耙次数。

(6) 大缸酒母质量 升酸幅度不超过 0.2；酵母细胞数为 $(0.8 \sim 1.2) \times 10^8$ 个/mL、芽生率为 20%~30%，死亡率为 4%以下，用显微镜检查，酵母细胞健壮、整齐、细胞中无空泡；杂菌极少。

2. 罐制酒母

(1) 从试管到小三角瓶、大三角瓶的酵母扩培 见表 6-4。

表 6-4 从试管到小三角瓶、大三角瓶的酵母扩培

项 目	20mm×200mm 试管	300mL 三角瓶	1000mL 大三角瓶
培养基种类	米曲汁	米曲汁	米曲汁或另加部分卡氏罐用糖化液
培养基浓度/°Bè	8~9	8~9	7~8
培养基酸度	0.2~0.3	0.2~0.3	0.2~0.3
培养基数量/mL	10	100	550(2 个)
培养温度/℃	28~30	28~30	28~30
培养时间/h	24	12~15	12~15
扩大倍数	—	10	10

试管及三角瓶酵母培养液的质量要求:

① 外观。试管和三角瓶底部有较多的白色酵母泥沉淀;菌液浑浊;有气泡继续上升。

② 镜检。酵母细胞形态正常、健壮;酵母细胞数为 $(0.8 \sim 1.2) \times 10^8$ 个/mL;出芽率为 25% 以上;死亡率在 1% 以下;基本上无杂菌。

(2) 卡氏罐扩培 所用培养基要求同大缸酒母,糖液浓度为 $7 \sim 8^\circ \text{Bé}$, 酸度调整为 $0.45 \sim 0.55$ 。装量为卡氏罐容量的 $2/3$ 左右。灭菌、冷却后,接入 5%~10% 的大三角瓶种子。在 $25 \sim 28^\circ \text{C}$ 的室温下培养:冬天为 $15 \sim 18\text{h}$;夏天为 $12 \sim 14\text{h}$ 。期间每隔 6h 摇罐 1 次。

成熟培养液质量指标:糖分消耗 50% 左右,升酸幅度小于 0.1;镜检酵母细胞数为 $(0.8 \sim 1.2) \times 10^8$ 个/mL,出芽率在 25% 以上,死亡率在 2% 以下,酵母细胞健壮、整齐;无杂菌;不得呈酸味、馊味及其他异味。

(3) 罐内培养

① 酒母罐。材质为碳钢、内壁涂环氧树脂涂料;最好用不锈钢。容积按生产量而定,通常为 $2 \sim 5\text{m}^3$ 。罐内设有直接加热管及蛇形冷管;若采用以罐夹套进行加温和冷却的方式则更好。罐内还设有通风、搅拌装置,搅拌器转速为 $80 \sim 100\text{r/min}$ 。

② 酒母培养工艺。按生产需要往罐内加入一定量的水,并将水加热至 $50 \sim 60^\circ \text{C}$ 、加入占水量约 20% 的玉米粉、开动搅拌器、煮沸糊化约 50min。再开冷却水将物料降温至 60°C 左右。加入约占原料量 10% 的麴曲、保温糖化 4h 后,加热煮沸约 20min。再冷却至 28°C 左右,接入 5% 的上述卡氏罐种子后,保温 28°C 、培养 $6 \sim 8\text{h}$ 即可用于生产。

③ 酒母质量指标。酸度为 $0.4 \sim 0.7$;镜检酵母细胞整齐一致,极少有空泡,酵母细胞数为 $(1.2 \sim 1.5) \times 10^8$ 个/mL,芽生率为 20% 左右,死亡率在 4% 以下;杂菌极少。

某厂对酒母制定了更具体的质量评定指标,指标如下。

酒母质量标准：感观检查液面有小气泡，有刺鼻的 CO_2 气味，能听到罐口有沙沙声；镜检酵母细胞数在 1×10^8 个/mL 以上、芽生率在 17% 以上；酸度在 0.5 以上，残糖为 $2 \sim 3^\circ \text{Bx}$ 。以酵母细胞数和芽生率为主要质量考核指标。

质量类别：优质为酵母细胞数在 1.9×10^8 个/mL 以上、芽生率在 19% 以上、无质量事故；一类为酵母细胞数在 1.5×10^8 个/mL 以上、芽生率在 17% 以上、无重大质量事故；二类为酵母细胞数在 1.2×10^8 个/mL 以上、芽生率在 10% 以上，质量基本稳定；三类为酵母细胞数在 1.2×10^8 个/mL 以下，芽生率在 10% 以下。

评分：酵母细胞数及芽生率须均达标，否则以低的一项定类；酵母细胞数高于芽生率 2 个类别以上，则以细胞数降低 1 类计算；芽生率高于细胞数 2 个类别以上，则以细胞数归类。

检定：每天由化验室按规定取代表性的成熟酒母醪 1 罐或数罐的混合样品，进行化验和镜检，月末统计归类状况并评分。

通常大厂使用罐式培养酒母；小厂采用大缸酒母，为了减少扩培代数，有的小酒厂只用 1 支试管斜面酵母菌种，接入 1 个大缸培养基中，在 28°C 下培养 24h，培养后期多打几次耙。如此培养的大缸酒母质量与多次扩培的酒母质量基本相同。也有的厂还采用下述的小酒母循环培养法培养大酒母。

3. 小酒母循环培养法

(1) **原料糊化** 小酒母循环培养实际上是“分割培养法”。其原料的糊化与大酒母相同，在糊化大酒母原料时，同时糊化小酒母原料。即 100kg 红薯干配 80~100kg 回糖，采用蒸料方式糊化。

(2) **培养基调制** 从蒸熟的大酒母原料中，取出一部分装于各批的小酒母备用缸中，加入熟料量 2 倍的水，搅拌均匀；再用硫酸调酸度为 0.4~0.45，注意应将浓硫酸加至 8~10 倍的水中稀释后，再徐徐加到培养基中，边加边搅拌使其均匀。再加入原料量 7%~10% 的麸曲，按麸曲质量而定。若先加麸曲再调酸度，则会降低糖化酶活力。

(3) **接种培养** 小酒母循环培养的种子，除开始时由液体试

管、经三角瓶、卡氏罐逐级扩培后接至小酒母培养之外，以后是将成熟的一部分小酒母分割出来，经酸化保持一定时间后，再作为下一批的小酒母种子接入小酒母培养基中培养……如此循环下去。

小酒母的接种子温度为 $25\sim 26^{\circ}\text{C}$ ；接种子量为 $14\%\sim 20\%$ 。培养温度为 $23\sim 25^{\circ}\text{C}$ ；培养时间为 $10\sim 12\text{h}$ 。接种子后 4h 打耙 1 次；此后每隔 2h 打耙 1 次。

(4) 分割酸化 称取需用量的上述部分小酒母成熟醪，装入已灭菌的小缸内，并用硫酸调酸度至 $0.7\sim 0.9$ ，硫酸溶液的稀释倍数及加入方法，同小酒母培养基的酸度调节。酸化的目的是使细菌在 pH 很低的条件下自溶，而酵母得以净化。因为细菌喜欢偏碱性或中性的环境，而酵母则喜欢在偏酸性的条件下生存和繁殖。

经酸化 $1\sim 2\text{h}$ 后，再将其作为下轮的种子，接入小酒母培养基中，培养成熟后，同上述方法分割一部分成熟醪进行酸化，作为再下一轮的小酒母培养基的种子……直至小酒母形态改变后，再重新从试管斜面菌种、经三角瓶、卡氏罐扩培后，作为小酒母培养基的种子，培养成熟后，又继续进行分割、酸化、循环培养小酒母。

(5) 卫生要求

① 培养室。除操作人员外，禁止闲人进入；培养室须保持洁净，无蝇无尘；室内每隔 $2\sim 3$ 天，须用甲醛蒸发灭菌 1 次。

② 小酒母缸及分割用的小缸，在使用前 30min ，须用体积分数为 75% 的酒精拭擦；白布盖、勺、耙等工用具，使用前后均须用清水洗刷并干燥。

4. 利用酿酒活性干酵母培养液态酒母

(1) 固态蒸料、液态培养 玉米粉加 20% 的稻壳、加入原料量 90% 、 pH 为 $4.5\sim 5.0$ 的净水，拌匀后润料 60min 。再将物料装入甑中的糖醅上面，随蒸酒一起蒸 30min 后，取出移至培养室，稍予摊晾后，即置于培养容器中，并加入原料量 6 倍、 pH 为 $4.5\sim 5.0$ 的净水，调温至 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。加入糖化酶量为原料的 0.5% ，酿酒活性干酵母量为原料的 0.2% ，糖化酶及酿酒活性干酵母均须用少量水调和后再加入。搅拌均匀后，进行保温培养 24h

即可，期间每隔 4h 须搅动 1 次。

成熟酒母的收获量，约为原料量的 8 倍。经镜检，酵母细胞数应在 1.2×10^8 个/mL 以上，且较健壮；出芽率较高；酵母死亡率及含细菌率均很低。

(2) 不蒸料、液态培养 一切用料同前述的固态蒸料、液态培养。将物料搅拌均匀后，在保温 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 下，每隔 4h 搅拌 1 次，培养 24~36h 即可。

成熟酒母醪的酵母细胞健壮、酵母细胞数达 0.9×10^8 个/mL 左右，细菌含量不超过 5%，酒母收获量为原料量的 6.1 倍。

(二) 固态法培养酒母

1. 以酿酒酵母培养固态酒母

(1) 种子 从菌种到液态试管、小三角瓶、大三角瓶、卡氏罐的扩培工艺，同前述的液态法酒母。

(2) 蒸料 麸皮 80%、细谷糠 20%，水为原料量的 60%。搅拌均匀后，润料 3~4h。装甑、圆汽后蒸 1h。出甑散冷、过筛。

(3) 接种子 接入大三角瓶或卡氏罐种子量为原料量的 5%~10%；同时加麸曲 0.4%。接种品温为 $35 \sim 36^\circ\text{C}$ ；装盒品温为 30°C 左右。

(4) 培养 每隔 4h 倒盒 1 次，到第 3 次倒盒时，进行划盒 1 次，品温为 33°C 左右。冬天室内置有火炉，以保持室温，并使物料水分适度挥发。否则易产生白毛的现象。要求室温控制为 $29 \sim 30^\circ\text{C}$ 。培养时间为 30h 左右。培养过程的有关检测数据的例子如表 6-5 所示。

表 6-5 固态酒母培养过程的有关检测数据的例子

时 间	酵母细胞数 / $\times 10^{-8}$ 个 $\cdot \text{g}^{-1}$	酸 度	水分/%
装盒	0.135	0.15	46
第 10h	0.8~0.9	0.16	—
第 24h	1.8~2.0	0.20	—
第 30h	2.8~3.4	0.2~0.3	33~35

(5) 使用 将固态酒母加 5 倍的 $25\sim 26^{\circ}\text{C}$ 温水浸泡 1h, 搅拌均匀后即可使用。注意不要用冷水浸泡固态酒母。固态酒母的用量及酒醅的水分, 由各厂酌情确定。

(6) 讨论

① 原料。若改用薯干粉、麸皮、细糠各 $1/3$, 以丰富碳源、氮源, 则可进一步提高固态酵母的质量。

② 品温。若将培养前期和中期的品温控制为 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$, 则效果更好。

③ 制法。也可按前述的地面制麸曲法培养固态酒母。

2. 利用活性干酵母培制固态酒母

(1) 固态蒸料、固态培养

① 蒸料。玉米粉加稻壳 20%、加 $\text{pH } 4.5\sim 5.0$ 的水 85%。拌匀后润料 60min。入甑蒸 30min, 也可装在甑内粮糟的表面, 随蒸酒一起蒸熟。再移至培养室、摊晾至 32°C 左右。

② 接种、加糖化酶。活性干酵母用量为原料量的 0.2%, 预先用 25 倍净水复水 10min 后使用; 糖化酶用量为原料量的 0.5%, 预先用 10 倍净水溶化 10min 后使用。

③ 培养。将物料搅拌均匀后, 装于容器中, 在 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下培养 24~36h 即可。收获量为玉米粉用量的 2.1 倍。

④ 固态酒母质量指标。酵母细胞数为 8×10^8 个/g; 酵母细胞死亡率为 0.5% 以下; 含杂菌率小于 0.5%。

(2) 利用固态粮糟培养酒母

① 固态粮糟。即生产白酒时粮醅比为 1:(4~5) 的刚蒸完酒的粮糟, 其淀粉含量较高而酸度较低。移至培养室, 摊晾至 32°C 左右。

② 加活性干酵母及糖化酶。用量及用法同前述的固态蒸料、固态培养酒母法。

③ 培养。将物料装入容器中, 保温 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$, 培养 36~48h 即可使用。收获量为粮糟的 102% 左右。

④ 酒母质量。酵母细胞数为 0.9×10^8 个/g 左右; 杂菌含量不

超过 5%。

(3) 生料固态培养酒母

① 配料。玉米粉加 5 倍量 pH 4.5~5 的水，并加稻壳 15%。活性干酵母及糖化酶的用量和用法，同熟料培养固态酒母。

② 培养。在 28~30℃ 下培养 24~36h 即可。总收获量为玉米粉的 190%。可相当于 5 倍量的普通液态培养酒母使用。

③ 酒母质量。酵母细胞健壮、酵母细胞数为 6×10^8 个/g 左右，且死亡率低；杂菌率低于 1%。

二、生香酵母的培养

(一) 生香酵母的营养要求及培养条件和时间

1. 生香酵母的营养要求

(1) 糖液的比较 以玉米或高粱的黑曲糖化液，以及大米的黄曲糖化液分别培养生香酵母时，玉米糖化液的产酯量最高；高粱糖化液次之；大米糖化液产酯量最低。若以糖蜜为原料，则应予以稀释，并添加某些营养盐。例如，在糖度为 20% 的糖蜜溶液中，添加 0.5% 的硫酸铵，将生香酵母于 25~26℃ 下培养 6 天，则乙酸乙酯生成量最高达 1.45%。

(2) 酒精及有机酸 培养基中若含有 2%~4% 的酒精及 0.2% 的乙酸，则对生香酵母的产酯具有明显的促进作用。但若添加量过多，则效果适得其反。若以酒糟为基质，则添加适量酒尾，以提供适量的酒精；但酒精中的有机酸已足够生香酵母使用，故无须添加乙酸。

(3) 磷酸盐 与所有的酵母一样，磷酸盐对生香酵母的生长及代谢具有重要的作用。若在米曲汁培养基中，添加 0.1% 的 KH_2PO_4 、将生香酵母在 30℃ 下培养 72h，则酵母细胞数、产酸量、产酯量均有所提高。

2. 生香酵母的培养条件及培养时间

(1) 温度 生香酵母在 19~30℃ 下均能产酯，但产酯的最适温度为 25~30℃，尤以 28℃ 时总酯的生成量为最高。生香酵母的

产酯能力自 30℃ 起，随温度升高而逐渐下降，当温度升至 37℃ 时，产酯能力就急剧下降。所以，白酒生产的较低温发酵工艺，对生香酵母的产酯无疑是有利的。

(2) pH 培养基较低的 pH，是生香酵母产酯的必要条件。若培养基的 pH 接近中性，则生香酵母产乙酸乙酯的能力不但会下降，而且还能使已生成的酯类迅速分解。

(3) 供氧量 酿酒酵母在繁殖时需要供氧，但在发酵产酒精等成分时不需要氧气；而生香酵母则在繁殖和产酯时均需要氧气，其产酒精的能力远不及酿酒酵母，在短期发酵时，主要产乙酸乙酯、其次为乳酸乙酯，基本上不产丁酸乙酯和己酸乙酯。不少生香酵母菌株，在将其进行液态静置培养时，往往会在培养液表面形成一层明显的菌膜，故又称产膜酵母。若在培养过程中通入适量新鲜空气，或经常进行搅拌以供给一定的氧气，那就不会形成菌膜了。

但是，无论是进行液态或固态培养生香酵母，供氧量均不宜过大，否则会阻碍其产酯。不同的生香酵母菌株，它们的需氧量当然也是不尽相同的。液态培养时，容器要有足够的空间，以便于供给必要的空气。

(4) 界面 若在液态培养基中加入一些玻璃丝，接入生香酵母进行培养，则可提高产酯量。这说明无极性界面对生香酵母的产酯有促进作用；并说明生香酵母也适于在半固态或固态条件下培养而产酯。

(5) 培养时间 应掌握好培养时间，尽量减少已生成的酯又分解。生香酵母培养时间的确定，不像酿酒酵母那样以酵母细胞数为主要依据，而要以酯的积累量达最高时，确定为最适培养时间。培养时间也与培养基的糖度相关。

液态培养时，培养基的糖度要比培养酿酒酵母高些，通常以 12°Bx 为好；相应的罐内培养时间也比培养酿酒酵母长些，一般以 15~20h 为宜。在 28~30℃ 下，生香酵母的三角瓶种子培养时间应为 24~26h；卡氏罐种子培养时间应为 20~24h。

(6) 菌株 应选用产酯能力强而分解酯能力弱的菌株，以积累

较多量的酯，因为生成和分解酯是同步进行的，是可逆反应；生香酵母在连续传代很多次后，要进行菌种分离、纯化、复壮工作，以确保菌种产酯性能的稳定和增强。

（二）生香酵母的液态和固态培养法

1. 单株生香酵母液态培养法

（1）固态斜面试管培养 以 0.1254g/mL (12°Bx) 的麦芽汁或米曲汁琼脂培养基，接种生香酵母，在 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下，培养 5 天即可。

（2）液态试管培养 在 $\phi 20\text{mm}\times 200\text{mm}$ 试管中，装有适量浓度为 12°Bx 的玉米黑曲糖化液。经 0.1MPa 蒸汽灭菌 30min、冷却至常温后，接种上述斜面试管菌泥少许。在 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下，培养 24h 即可。

（3）种子瓶液态培养 为增加培养基与空气的接触面积，采用克氏瓶为容器，加入与液态试管培养相同的糖化液，经灭菌、冷却后，接入 10% 的试管液态培养种子，在 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下，培养 24h 即可。有的厂以搪瓷浅盘为容器，虽然糖化液经灭菌后加入，但在非密闭式的敞开培养中，则必然会增加酵母培养液的杂菌含量，即严重影响这一级种子的纯度，而种子者的纯度是其质量的根本所在。

（4）卡氏罐液态培养 采用多层式或槽式改良卡氏罐。将玉米粉加入 7.5 倍量的水混合均匀、煮沸、冷却至 65°C 后，加入原料量 15% 的黑曲，也可用适量外购的糖化酶代替黑曲，以相应的糖化酶活力单位数折算。在 60°C 下糖化 1.5h 后，再行煮沸并冷却至 60°C 左右时，装入经灭菌的卡氏罐中。待糖化液降温至 30°C 左右，接入 5% 的上述克氏瓶种子。塞上棉塞或包扎 6 层纱布，在 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 下保温培养。若用于下一级扩培的种子，则培养 24h 即可；若作为生香酵母培养液直接用于制白酒，则需培养 3~4 天。

（5）用培养罐培养 可用上述的卡氏罐种子，以酒母培养罐进行扩培。其培养基配制及培养过程，基本上同卡氏罐培养。但罐内设有通气、搅拌装置和加热、冷却用蛇形管，或采用罐体夹套进行加热、冷却。要注意控制通风量、通风时机、搅拌速度及培养时

间。生香酵母的培养时间较长。培养罐的充满系数为 0.8~0.9。

2. 几种生香酵母混合液体培养实例

3 种生香酵母在试管中分别培养，从第 1 代三角瓶种子开始，进行混合培养，并在每级培养中，经 3~4h 振荡 1 次。成熟醪应有一定数量的酵母数。使用时，每 1500kg 酒醅需加 80kg 生香酵母液。具体培养过程，如图 6-1 所示。

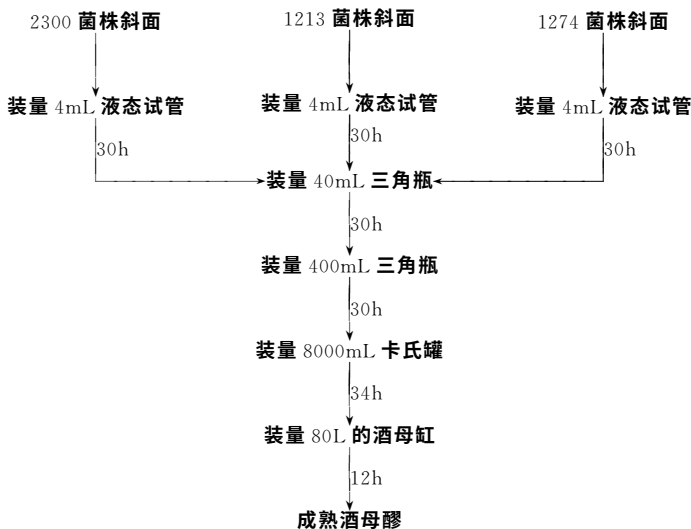


图 6-1 生香酵母混合培养过程

3. 生香酵母的固态扩培

从固态试管斜面菌种直至卡氏罐的各级扩培中，大多采用将各菌株进行液态单独培养的方式；在以后的固态培养中，则进行多菌株混合培养。

(1) 固态试管斜面菌种的培养 同酿酒酵母。

(2) 液态扩培 从液态的试管到小三角瓶、大三角瓶、卡氏罐逐级扩培；扩大倍数均为 10；接种后各菌株分别在 30℃ 下培养 24h。

(3) 固态培养实例

① 配料。玉米粉 20%、麸皮 50%、鲜酒糟 30%。原料混合

后，加水 25%~27%，翻拌均匀。

② 蒸料、接种。将物料常压蒸 1h，出甑冷却至 28~30℃，接入原料总量 10% 的卡氏罐多种生香酵母混合培养种子液，翻拌均匀。

③ 培养。可采用以下 4 种方式。

地面培养。将物料置于经清洗、干燥的水泥地面上，其厚度不超过 40cm。保持品温在 35℃ 以下，培养 15h 左右即可。期间可适当倒堆。

曲盒培养。将装有物料的曲盒置于木架上，叠的高度不超过 4 个盒。保温 30~31℃，培养 16~22h。期间可进行适当倒盒，以控制最高品温不超过 34℃。

帘子培养。将物料置于帘子上，料层厚度不超过 4cm。保温 30℃ 左右、培养 15~18h。期间可进行划帘，以控制最高品温不超过 34℃。

箱式培养。品温控制在 35℃ 以下。成熟酒母应立即使用或摊开暂时存放。

④ 固态生香酵母质量指标。酵母细胞健壮、整齐、酵母细胞数为 $(2\sim5)\times 10^8$ 个/mL；杂菌很少；具有很浓的乙酸乙酯香气。

4. 生香酵母液态培养与固态培养的比较

(1) 培养时间 在相同的培养温度和培养时间内，固态培养法的酵母细胞数比液态培养法多 10~20 倍；但固态培养法的酵母的芽殖率则略低于液态培养法。因此，若采用液态法培养生香酵母，其培养时间要比一般酿酒酵母长；但采用固态法培养生香酵母时，则应缩短培养时间，尤其在进行堆积培养时，更应注意随季节而变化培养时间。

(2) 酸度及产酯量比较 固态法培养的生香酵母，产酸量比液态法高 3~4 倍；总酯产量则更高，如球拟酵母可高 3 倍，1274 生香菌株可高 8 倍，汉逊酵母竟高达约 126 倍。

由此看来，生香酵母比较适宜于固态培养。

5. 生香酵母在麸曲白酒生产中的应用

生香酵母可应用于各类白酒生产，尤其是麴曲清香型白酒。我国普通固态发酵法白酒的含酯量大多为 $0.08\sim 0.2\text{g}/100\text{mL}$ ；一般名酒的含酯量大多为 $0.2\sim 0.6\text{g}/100\text{mL}$ 。生香酵母的产酯量为酿酒酵母的 $3\sim 4$ 倍。在麴曲清香型白酒生产中，若有 1 种或几种生香酵母参与发酵，则成品酒的含酯量可提高 $1\sim 2$ 倍，尤其对发酵期较短的低、中档白酒，其增酯效果更为显著，在很大程度上，可使香气轻、口味淡的缺点得以改善。

(1) 使用生香酵母的菌株数量以及和酿酒酵母的配合 应选用 $2\sim 3$ 株或 3 株以上的生香酵母，成为最佳的组合。可以说任何 1 株或几株生香酵母，均可完全替代酿酒酵母，但其固态酒母的用量要比以酿酒酵母制成的固态酒母多 1 倍以上，虽然酒质有明显提高，但发酵期也有所延长；因此，各厂大多将酿酒酵母酒母与生香酵母酒母联用，其比例为 $2:1$ 左右。

① 以 1 株生香酵母制成的酒母与酿酒酵母制成的酒母联用。有的厂认为以生香酵母 AS2.1182 为最好。这可能因该菌株的最适产酯温度为 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，与麴曲清香型白酒生产工艺相吻合有关。

② 以多株生香酵母制成的固态酒母与酿酒酵母制成的液态酒母联用实例。生香酵母制成的固态酒母组合比例为 AS 2.1182 70%、AS 2.300 20%、AS 2.296 10%。

无论以 1 株或多株生香酵母与酿酒酵母配合，生香酵母制成的酒母用量均为制酒投料量的 $1.5\%\sim 2\%$ ，并应将由酿酒酵母制成的液态酒母的原来用量减少 $20\%\sim 30\%$ ，否则会产生负面效应。因为生香酵母所产的酯以乙酸乙酯为主，若过多地使用生香酵母、产生过多的乙酸乙酯，会使酒中各类酯的比例失调而有失成品酒固有的风格，造成新的缺点。所以，应在生香酵母菌株的配合上、用量上，以及整套工艺上，进行综合考虑才是。

某厂的具体做法是：将几株生香酵母分别用尼龙编织袋进行固态培养后，按制酒投粮量的 $1.5\%\sim 2\%$ ，加到培养成熟的酿酒酵母酒母缸内，搅拌均匀，再拌入入池的物料内进行发酵。

顺便提一下，固态或液态生香酵母既然可应用于清香型麸曲白酒生产，当然也就可应用于清香型大曲酒和小曲酒生产，但应考虑相应地减少大曲和小曲的用量，以保证发酵的正常进行和保持成品酒固有的风格。

（2）制成香醅增香法

① 堆积制香醅。液态种子堆积制香醅。取正常生产中蒸馏后的一部分大_糖物料，加入 2% 的麸曲、5% 液态生香酵母、少量酒尾，拌匀后堆成丘状。起始品温为 25℃。待品温升至 32~34℃ 时，将物料表层拍紧，保持此温培养 16~20h 即可。成熟香醅的含酯量达 0.2% 以上。

固态种子堆积制香醅。取与上述同样的大_糖物料，加入 2% 的麸曲、10% 的固态培养生香酵母。采用与上述同样的方法堆积培养 15h 左右，即得香气很浓的香醅。

② 入池制香醅。利用酒醅制香醅。按正常生产工艺，在物料入池前，增投 5%~10% 的固态培养生香酵母，入专用窖发酵。将发酵期延长 1 个周期或 15 天，制得特殊香醅。

利用扔糟制香醅。将正常生产蒸馏后的丢糟，加 20% 左右的新原料、10% 的麸曲、10% 的固态培养生香酵母。再入池发酵 1 个周期或更长时间，即成香气很浓的香醅。

以上述各种方法制成的香醅，均可用以串蒸食用酒精；也可与正常生产中的酒醅以一定比例一起蒸馏，以提高成品酒的质量；还可将其一小部分与正常粮醅回池再发酵，以提高全池酒醅的质量。

经入池发酵制制的特殊香醅，还可单独蒸取香料酒，用以调香调味；也可将其酒头、酒尾作适当处理后，作为香源。总之，用法很多，贵在善于动脑筋。

（3）参与正常发酵增香法 即在白酒生产的正常发酵中，加入一定量的液态或固态生香酵母，参与发酵，并适当减少原酒母用量、适当延长发酵时间，可明显地改善酒质。

实际上，在清香型麸曲白酒生产中使用多种生香酵母菌株，就

是使发酵剂多菌种化，以弥补目前白酒生产中酿酒酵母只能生产口味相对单调、淡薄，香气较轻的成品酒的弱点。待以后选育得特别优秀的酵母菌株，当然可以使用 1 种酵母菌种了。例如日本的清酒酵母就是只用单株的，1 种清酒酵母能生产一种风格的清酒。但日本清酒的生产用曲，仍是使用 2~3 株各具特点的米曲霉，因为要找到综合性能很好的米曲霉实在是太难了。我们在生产清香型麸曲白酒时，有的厂也使用多种霉菌。但究竟用哪些菌、如何搭配，还值得研究。希望有志的中青年酿酒工业者，长期地、坚持不懈地、几十年如一日地在菌种选育上下工夫，这是“一本万利”的事，也是其乐无穷的事。但坚信我国在这方面必将会有新的突破。

第三节 曲霉麸曲清香型白酒制酒工艺

一、制酒工艺概述

(一) 普通和优质白酒工艺类别

1. 普通清香型曲霉麸曲白酒生产工艺

(1) 混蒸或清蒸续 糙 法老五甑工艺 关于续 糙 法老五甑工艺的概念，可参阅本书第三章的相关内容。

此工艺适于含淀粉较高且粉碎得较粗的高粱、玉米、薯干等原料制白酒。以混蒸续 糙 法老五甑工艺为例，正常运作时，发酵池内有 4 甑量的酒醅，即所谓的大 糙 、二 糙 、三 糙 、回活。上一轮的酒醅出池后，其中大 糙 酒醅、二 糙 酒醅、三 糙 酒醅与新原料混合后，成为下一轮的大 糙 、二 糙 、三 糙 、回活，这 4 甑物料分别入甑蒸馏、蒸料；上一轮的回活，一般不加新原料，单独蒸馏后作为丢糟，故谓老五甑法。新原料分配给上一轮酒醅的比例：大 糙 酒醅与二 糙 酒醅基本相同，共占总量的 80%；其余 20% 配给三 糙 酒醅。五甑上甑物料的具体分法为：出池的上一轮大部分二 糙 酒醅，配作下一轮的大 糙 ，其余部分与上一轮的大部分大 糙 酒醅配成下一轮的

二糙；上一轮的 $1/3 \sim 1/4$ 的三糙酒醅混入下一轮的三糙中（包括上一轮的部分大糙或二糙酒醅）、其余配作下一轮的回活；上一轮的回活，蒸馏后作为丢糟。入池发酵的 4 甑物料，入池前均须加入不同量的麴曲、酒母。入池时的大糙、二糙、三糙、回活的淀粉浓度，顺次各降低 2% 左右；它们在池中的位置，可随季节而调整，以保证池内物料发酵升温相对平衡。该工艺的原则是“养糙挤回”：尽量保证糙醅较高的入池淀粉浓度；尽量将回活中的淀粉糖化、发酵掉。目前，老五甑工艺已有些改进：即大糙和二糙、三糙的差别在缩小；在回活中，也投入部分粉碎得较细的原料，以保证每甑酒醅出酒率的相对平衡。

混蒸和清蒸续糙老五甑工艺各具优点，各厂可根据原料质量的情况择用。

① 混蒸续糙老五甑工艺的的优点：因原料与酒醅同蒸，故可将原料的某些香味成分带入酒中，即增加了酒中的饭香；因蒸馏与糊化同时进行，故可节约蒸汽、又便于排酸，也有利于下一轮发酵的进行；操作比较顺手，劳动量有所减少。因此，较受工人的欢迎。

② 清蒸续糙老五甑工艺的的优点：由于原料经单独清蒸后，再分配给单独蒸馏后的大糙、二糙、三糙酒糟，故可避免原料中不利于酒质的异杂不良气味带入酒中，因此很适于质量较差的原料制酒；另外，清蒸原料也有助于原料的彻底糊化而有利于提高原料出酒率。

(2) 清蒸混入四大甑操作法 该法适用于淀粉含量较低的原料及代用原料制酒。在生产正常运作时，池内只有大糙酒醅、二糙酒醅、回活 3 甑物料，再清蒸 1 甑新原料，加入到上述蒸酒后的大糙酒糟中，故名清蒸混入四大甑。具体操作过程为：第 1 甑是蒸上一轮发酵好的二糙酒醅，出甑后加麴曲、酒母，作为下一轮入池发酵的回活；第 2 甑是蒸新原料，蒸好后分为 2 份；第 3 甑是蒸上一轮发酵好的大糙酒醅，出甑后也分为 2 份，与上一甑的 2 份新原料混合并加麴曲酒母后，作为下轮入池发酵的大糙和二糙；第 4 甑是蒸上一轮发酵好的回活，蒸酒后作为丢糟。

该工艺的特点是_糯 醅与回活的淀粉含量差距较大；目前，已在缩小这种差距，有的在回活中也投入一部分新原料。在投料量大、班次多、每班工作时间须缩短的情况下，很适于采用该工艺操作法。

(3) 清蒸一排清工艺 该工艺适用于甜菜、椰枣等淀粉含量低的代用原料及糖质原料制酒。在正常生产运作时，池内有 4 甑酒醅，而且基本相同。经 1 次发酵后，均可作为丢糟。但通常丢 2 甑、回 2 甑，再蒸 2 甑新原料（如甜菜），即每天 6 甑的工作量；若以椰枣为原料，则可将其直接拌入酒糟入池发酵，即每天 4 甑工作量。该工艺的主要特点是：入池糖分高、淀粉低、水分大、辅料用量多、发酵温度高、发酵期短。

2. 优质清香型曲霉麴曲白酒生产工艺

大多采用清蒸清烧回糟发酵工艺，也有少数酒厂采用“两排清”工艺的。

(1) 原辅料 以高粱为原料、稻壳或谷壳为辅料。辅料须经清蒸后使用。高粱的粉碎要求为：能通过 10~20 目筛者占 40%~50%；能通过 20~40 目筛者占 20%~30%；能通过 40 目以上者占 20%~30%。

原料须用 80℃ 以上的热水润一定时间后，再上甑蒸熟。

(2) 菌种 麴曲大多为白曲或 B 曲，也有将多种曲霉菌单独培养后混合而用的；酵母菌种以南阳酿酒酵母为主，再配以高渗透球拟酵母、汉逊酵母、AS2.300 等 3~5 种生香酵母参与发酵，以增强成品酒的清香和改善其口味。生香酵母通常采用固态法培养，以利于提高酒质。

(3) 发酵容器 以地缸效果为最好；但大多使用水泥池或水泥池内壁贴瓷砖，以免酒醅残留，保证酒质清正，其容积较小，以 5~7m³ 为宜。

(4) 制酒工艺 若采用清蒸清烧回糟发酵工艺，则每天有 6 甑工作量，即蒸 3 甑_糯 醅、1 甑回活、2 甑新原料。该工艺的特点是物料入池淀粉高、进行低温缓慢地、较长时间的发酵：_糯 醅入池淀

粉为 18% 左右，回活淀粉浓度为 15% 左右；入池品温尽量降低，以 15~20℃ 为好；发酵期为 7~21 天，特殊的调味酒发酵期达 30 天以上。

必须缓慢蒸馏、摘高度酒，入库原酒的酒精体积分数应在 60% 以上。

贮酒容器最好为大陶瓷坛；贮酒期为 3 个月至 1 年。

(二) 曲霉麸曲清香型白酒生产工艺条件综述

1. 原料粉碎

(1) 掌握好粉碎的原则及适当的粉碎度 有人根据经验说“细泥烂渣，赛如神拿”。意思是原料粉碎得细，出酒率就高。但任何事情都得有个度。通常，粉碎得太细的原料，酒醅易发黏，须增加稻壳等辅料的用量，会影响酒质。因此凡是质量较差的原料，或在发酵周期较短的情况下，原料可粉碎得相对细一些；在相反的条件下，可粉碎得相对粗一些。大多采用锤式粉碎机粉碎：薯干原料要求粉碎后能通过直径为 1.5~2.5mm 的筛孔；高粱和玉米原料的粉碎度，通常也不应低于这个标准。

(2) 原料粉碎的环境 应在天气干燥时粉碎，有的原料易于吸水，若在阴雨天粉碎，则较困难；有不少厂在原料粉碎时粉末飞扬，既损失淀粉又有损于工人健康，应安装粉尘分离器及回收粉末的布袋。

(3) 不同粉碎度的原料使用原则 例如老五甑的大_糙和二_糙，可用粗一些的原料、细粉可用于三_糙；用于“一排清”的原料及制酒母的原料，可与用于三_糙的原料相同或更细些。但使用细粉时应调整粮糟比及辅料用量，以防物料结块。

2. 配料

配料的总的依据可以说是最高发酵品温不能超过 36℃。而这一要求须由物料入池条件尤其是入池品温和入池淀粉浓度作保证。但入池淀粉浓度又取决于粮糟比、粮糠比及原料加水量等因素。

(1) 粮糟比 从提高原料出酒率及成品酒增香的角度考虑，大多提倡加大回糟量。但也应考虑到糟的酸度及糟中有些成分对糖

化、发酵的负面影响，回糟量应兼顾原料出酒率及酒质，并与原料粉碎度、入池物料的水分、淀粉浓度、酸度、入池品温等条件相协调。

普通曲霉麴曲清香型白酒的粮糟比为 1 : 6，例如以高粱或薯干为原料时，冬季粮糟比为 1 : (4~4.5)，夏季为 1 : (5~6.5)。

(2) 粮糠比 因不同原料、原料粉碎度及制酒工艺而异：普通酒的粮糠比为 1 : (0.2~0.3)；优质酒为 1 : (0.2~0.15)。合理的粮糠比有利于调节物料的淀粉浓度、酸度、空气含量，增加界面面积，并能调节物料的疏松度，以利于糊化、散冷、发酵、蒸馏，提高出酒率。辅料应清蒸 30min 后使用。

(3) 原料加水量 与不同原料、不同辅料、配糟质量和用量及季节有关。原料加水量也应以物料入池水分为准，还要考虑到原料在润料和蒸熟过程中会吸收约 2% 的水分。

3. 蒸料

自圆汽后算起，薯干需蒸 35~40min；粮谷原料需蒸 45~55min。较细的原料和润料，均可相应缩短蒸料时间；汽压大、温度高，有助于原料糊化，采用混蒸工艺的，在流酒尾时，要加大火力，以促进糊化作用和排除杂质。对于有损于酒质的原料及辅料，不宜与酒醅混蒸。

若蒸料过度、生成焦糖，也会阻碍酵母生长；若汽量太小，则熟料吸水过多、发黏，不利于发酵。

目前尚无一套检验原料糊化质量的合理方法，只能凭外观鉴定，要求“熟而不黏，内无生心”。

4. 扬冷、加麴曲、加酒母、加浆水

(1) 扬冷 扬冷时也可使不良气味成分挥发、物料充分接触新鲜空气。气温在 5~10℃ 时，品温应降至 30~32℃；气温为 10~15℃ 时，品温应降至 25~28℃；在夏季，品温应尽可能降至接近于室温或与室温相平。

(2) 加麴曲 加曲时品温通常控制为 25~32℃，略高于物料入池品温。例如冬天加曲品温比入池品温高 2~3℃。夏天则加曲

后品温不会下降。

加曲时应注意以下几点：要使用嫩曲，即培养 32~34h 左右、糖化力最高时出曲室的曲；要用新曲，因曲在放置过程中糖化力会有所下降；要防止曲堆积时的“反火”现象；加强曲的粉碎，以增加其与原料的接触面积；要避免高温加曲现象；不要过早加曲，以免物料入池糖分偏高而不能与酵母的作用相衔接，给杂菌提供了侵入的条件；严格控制物料酸度，以免影响淀粉酶的有效作用。

用曲量。过去薯干原料的用曲量为 8%~10%；粮谷原料的用曲量为 8%~12%。有的厂用曲量高达原料量的 15%，错误地认为“浆大曲大，神鬼不怕”。事实上如此大量用曲，只能增加生产成本，并使酒醅升温过高、生酸过多而影响原料出酒率，用曲量过多也会给酒带来苦味。应该提高曲的质量并减少用曲量。有的厂在曲质量不好时，增加用曲量，这样相对地增加了某些有碍发酵的成分含量，并造成此后难以逆转的困难。所以，最好不要使用质量差的曲，即使使用也不要增加用量，可另加少量糖化酶予以弥补。现在，有的厂在使用以 UV-11 及其诱变菌株所制的麴曲时，用曲量仅为投料量的 2%~4%；有的厂用糖化酶活力为 3 万~5 万单位/g 的商品酶制剂代替麴曲时，以 1g 淀粉所需糖化酶 120~160 单位计算，其用量仅为投料量的 0.25% 左右。但有的专家认为，还是以少量糖化酶代替部分麴曲为好。

(3) 加酒母 酒母质量指标应以制酒车间使用的当时为准，以加强酒母培养车间与制酒车间的密切合作和相互监督。

① 酒母的用量。为总投料量的 3%~5%。有的厂用酿酒活性干酵母代替酒母，其用量仅为投料量的 0.5%~1%；其用法是先将活性干酵母加入 20 倍的蔗糖质量分数为 2% 的水中，在 38~40℃ 下活化 1~2h 后，再在物料加曲时泼入物料中。但有的专家认为：还是以少量酿酒活性干酵母和生香活性干酵母代替部分酒母为好，并应提高酒母的质量。

② 酒母的用法。酒母缸内酒母表面的浮漂物中含有许多酵母，不要捞除，它不妨碍酒母作用；取酒母时，应将缸里的酒母醪加以

搅动，因为很多酵母呈泥状沉淀于缸底，称为酵母泥；酒母要搀 5 倍的水再洒在物料上，在加曲后接近入池品温时加酒母，要快速翻拌，力争尽快入池。

③ 酵母数的变化。自酒母开始与物料混合到入池，经测定，酵母总数增 1 倍至数倍，这与接触大量新鲜空气有关；酵母在池内的第 1 天，酵母数又增加数倍；第 2 天略有增加；第 3 天则死亡率很高，通常只剩第 2 日酵母数的 10%~20%，若发酵状况不良，则几乎全部死亡。

(4) 加浆水 白酒界习惯上将生产全过程中配料后所加的水均称为浆或浆水。

① 水的质量。天然水在接触土壤时，溶解有各种盐类，硬度较高。按理说，碱性条件是有碍糖化和酵母发酵作用的。但在白酒生产中，似乎硬度大的水对产酒率并无明显妨碍，只是对酒母培养基的加酸计算和锅炉及冷凝器的积垢形成有不良影响。但是用水一定要洁净，例如池塘水和不大流动的水，或邻近污水的井水等，均对酵母质量和发酵有所危害，故应用适量漂白粉等消毒、经检验合格后方能使用。

② 浆水加量。应与手感及化验的物料入池水分要求相吻合。淀粉在池中要吸收 1 个分子的水才能糖化为糖，按理论计算，100kg 淀粉要全部变为糖，则需吸水 11.11kg；酵母繁殖也需要水，酵母细胞内 70%~75% 是水；一切有效成分，也均需溶解于水才能被酶和酵母作用和吸收。所以加浆量须适当，工人说“十潮九得，一个不得嘍了嘴”。若加水过多，则物料升温猛、升酸快；酒醅发黏；容易淋浆而流失糖和酒精等有效成分；水分太大的酒醅发硬。浆的用量与原料品种及其粉碎度和季节有关，以物料化验的入池水分为准：通常粮谷原料的大_糙入池水分为 57%~58%；薯干原料的大_糙入池水分为 60%~62%。每甑物料在池内的上下位置不同，其加水量也要有所差别，通常池内从上至下相邻 2 甑间的物料水分要小 1% 左右。

③ 加浆水的方法。在加麯曲、酒母后加入；可采用分次加入

法，使其润透；水温要与季节相适应。

5. 入池条件

入池条件主要包括入池品温、入池淀粉浓度、入池酸度、入池水分这4个方面，四者又不是孤立的，而是密切相关的；它们也与原料品种、发酵周期、不同季节相关。

(1) 入池品温 总的原则是要低温入池。

① 低温入池的必要性及与入池品温有关的因素。1kg 淀粉在发酵时，可生成 0.744kJ 的热量，平均每 1% 的淀粉经发酵成酒精时，酒醅要升温 1.78℃，据实测，发酵期为 4 天的正常发酵的麴曲酒醅，每生成体积分数为 1% 的酒精，升温约 2.5℃。所以，生产者期望在发酵过程中有较大的升温幅度，以生成多量的酒精，而最高品温又不能超过 36℃，因此低温入池尤为必要。

与入池品温有关的因素主要为：相对高的入池淀粉浓度有利于升温幅度的增高；发酵期长，可考虑追求最大的升温幅度，即入池品温可尽量低些，但对于发酵期仅为 4 天的普通曲霉麴曲白酒而言，则升温幅度能达 15℃ 就可以了；池的容积较大，升温幅度相对为高；池的材质的传热系数大小和池的密闭程度，也对升温幅度产生影响。而入池品温则取决于预定的升温幅度。

② 低温入池的好处。减慢酶的钝化速度；有利于抑制杂菌生长而对酵母的繁殖和作用并无明显影响，因为酵母生长的适温为 25~28℃，发酵适温为 30~32℃，主要的杂菌细菌则在 35~50℃ 下还能很好繁殖；低温入池的缓慢发酵能生成较多的多元醇等甜味成分，故有“冬季酒甜、夏季酒香”的说法；在相同的升温幅度下，低温入池可使最高品温相对为低，在此条件下，不利于产杂味的原辅料的某些物质的分解作用，也不利于产杂味的微生物的作用，而使酵母发酵生成口味良好的酒。总之，低温入池有利于形成“前缓、中挺、后缓落”的最佳升温曲线，因而酒醅不黏、不酸败、便于下排操作，使生产稳定；有利于增加酒的香味成分含量；也有利于提高原料出酒率。但须控制好入池淀粉浓度相对较低和入池酸度相对高些的条件。

③ 保证低温入池的措施。利用不同季节气温的差异，在气温低季节多投料、多加班，以利于增加产量、提高酒质，而将停产检修设备安排在气温高的季节进行；在气温较高的季节，可利用日夜的温差，将入池操作安排在夜间或凌晨气温低的时间进行；还可采用冰镇浆水、利用现代化的制冷设备降温，以及调整入池淀粉浓度、麴曲、酒母和辅料用量、粮糟比等一系列有效措施，使生产安全度夏。另外，也须注意，在冬天要注意对池内物料的保温，尤其是淀粉含量低的原料的酒醅更需关注，否则池内约 20% 的挨着池内壁的酒醅，会因最高品温偏低而酒精含量很低。

④ 入池品温的掌握。入池品温的范围为 14~25℃，因各种相关因素而异；糯 醅的入池品温应相应地低于糟活的入池温度，因其淀粉浓度等不同。

例如，以粮谷和薯干为原料，冬天的大 糯 入池品温为 17~18℃，发酵期为 5 天；春、秋的大 糯 入池品温为 15~16℃，发酵期为 3 天，夏季品温难以下降，大 糯 入池品温控制为 20~22℃，发酵期可缩短为 3 天。

(2) 入池淀粉浓度 全年平均为 15%~16%：冬季大 糯、二 糯 入池淀粉浓度为 16%~18%；夏季大 糯、二 糯 入池淀粉浓度为 13%~14%。三 糯 的入池淀粉浓度为 12%~14%；回活的入池淀粉浓度为 10%~12%。可据此来调整粮糟比、粮糠比及加浆量。

(3) 入池酸度 通常糖化酶作用和酵母生长、发酵的共同适宜 pH 为 4.8 左右，因为酵母繁殖的最适 pH 为 4.5~5.0，发酵最适 pH 为 4.5~5.5，再低些也可以。所以，物料入池的 pH 可控制为 4.5~5.0。实践证明，物料入池酸度为 0.55 左右，则产酒精量最多。因此，薯干原料的大 糯 入池酸度以 0.5~0.6 为宜；粮谷原料的大 糯 入池酸度以 0.6~0.8 为宜。

入池酸度过高过低均不好：若入池酸度过低，则发酵前期升温快、生酸过多；若入池酸度过高，则发酵前期升温太慢而影响糖化、发酵的正常进行，以致酒醅发黏，残余淀粉较多。例如上排或

上几排的酒醅酸度过高，就会呈现这种现象。

对发酵期较长的酒醅，除控制入池淀粉浓度外，可适当提高入池酸度，以利于“定温蒸烧”。

恰当的甚至似乎稍高一点的入池酸度，有利于抑制杂菌的繁殖。有时，酵母入缸或物料入池的酸度稍大，而在酒母出缸或酒醅出池时酸度却并不高；而入缸或入池酸度较低时，反而升酸幅度更大。这就是“以酸制杂菌”、“以酸制酸”的道理所在。

(4) 入池水分 如前所述，入池水分以 58%~62% 为宜。

试举室温 15℃ 以下、发酵期 5 天的入池条件实例，如表 6-6 所示。此例为采用混蒸续 糖 老五甑工艺。

表 6-6 室温 15℃ 以下、发酵期为 5 天的入池条件

物 料	入池品温/℃	入池淀粉浓度/%	入池酸度	入池水分/%	
				冬 季	春 季
大 糖	12~12.5	16~17	0.5~0.6	60~61	61~62
二 糖	12.5~13	16~17	0.5~0.6	61~62	62~63
三 糖	22~23	13~14	0.7~0.8	59~61	59~61
回活	33~35	9~10	0.7~0.8	—	—

6. 发酵管理

(1) 温度管理 应定时检查品温，并注意清池、防止封泥干裂。冬季要注意保温：物料入池前，要将温度高于物料 2~4℃ 的酒糟或稻壳铺于池底并贴于池的四壁；装完料后，在表面盖 1 层酒糟或稻壳后再封泥。

酒醅的发酵升温与酒精生成量是成正比的，所以，用品温来衡量发酵正常与否的方法是正确的。以薯干原料发酵期 4 天为例，通常在发酵头两天，品温上升缓慢；第 3 天稍为平稳；第 4 天不再上升，有时还会下降一点。大 糖 在第 1 天升温幅度为 8~9℃；第 2 天为 5~6℃；第 3 天以升 1~3℃ 为宜。

曲霉麴曲白酒的发酵期为 3~5 天，但对于发酵期为 7~9 天或 30 天之内者，同样适用三者统一的“合理配料、低温入池、定温蒸烧”的工艺原则。例如在冬天，发酵期为 5 天，要求在出池前 1 天

达到最高品温，至出池时不再升温，这是完全可以做到的；春、秋两季气温为 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，若大_糖入池品温为 $14\sim 15^{\circ}\text{C}$ ，则第 1 天不升温，第 2 天升 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，第 3 天升 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，第 4 天升 $5\sim 6^{\circ}\text{C}$ ，第 5 天不升温或升 1°C ，若预期升温总幅度为 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ ，则出池时品温为 $31\sim 32^{\circ}\text{C}$ ；若发酵期为 4 天，则可适当提高入池品温，第 1 天升温 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ ……也可达到定温蒸烧的目的；若发酵期为 $7\sim 9$ 天，则可将入池品温降低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，使在第 $5\sim 6$ 天时达最高品温，第 7 天后品温渐降，每天降温幅度在 1°C 之内；若发酵期为 1 个月，则可将入池品温降得更低些，使在第 $6\sim 8$ 天时达到最高品温，以后每天降温幅度在 0.5°C 之内，出池时品温为 $24\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，符合“前缓、中挺、后缓落”的温度变化规律。有人认为，在曲霉麴曲清香型优质白酒生产中，若发酵期定为 30 天，则第 10 天达到最高品温、“中挺”期为 $6\sim 8$ 天，“后缓落”也是 $6\sim 8$ 天，这样最为理想。

(2) 成分管理 白酒的固态发酵法，实际上在酒醅中同时存在着固、液、气三态的界面，因此各种变化很复杂。以薯干原料发酵期 4 天的大_糖酒醅为例，说明如下。

① 酸度。第 1 天上升缓慢；第 2 天直线上升；第 3、4 天急剧上升。

② 酒精。第 1、2 天上升幅度较大；第 3、4 天缓慢上升；第 4 天以后，随着酸度的急剧上升，酒精停止增长。有时还会下降。通常，酒醅在出池时的酒精体积分数为 $5\%\sim 6\%$ ，实际上相当于在液态发酵醪中的 $7\%\sim 8\%$ 。

③ 酶活力。至第 3、4 天，由于酸度的急剧上升，淀粉酶活力则大幅度下降。

④ 酵母数。第 1 天猛增；第 2、3 天，保持平稳状态；此后，活酵母数大幅度下降，死酵母数明显增加。

薯干大_糖酒醅品温及成分的大体变化过程，如表 6-7 所示。

(3) 发酵期 通常为 $3\sim 5$ 天；若延长至 $6\sim 8$ 天，则酒醅总酯含量会明显增高，故优质酒的发酵期较长，有 $7\sim 9$ 天甚至 30 天或更长的。

表 6-7 薯干大曲 酒醅品温及成分的大体变化过程

时间 /h	温度 /℃	水分 /%	淀粉 /%	酸度	酒精体积 分数/%	糖化率 /%	酵 母		
							酵母总数 /亿·g	活酵母 /亿·g	芽生率 /%
入池	18	62.0	14.48	0.60		35.67	0.225	0.292	14.3
24	25	64.0	11.40	0.67	2.63	34.24	0.823	0.699	8.5
48	30	65.0	9.77	0.85	3.83	26.4	0.743	0.581	6.1
72	31	67.0	8.57	0.97	5.13	23.6	0.823	0.587	45.0
96	31	66.3	8.06	1.02	5.50	24.0	0.803	0.369	9.0

7. 蒸馏

同其他各类清香型白酒。

8. 贮酒

一般原酒入库贮存 20 天以上后，再加浆、贮存 15 天以上。优质酒的贮存期为 2~6 个月。

二、曲霉麴曲老白干酒生产技术与产品特点

曲霉麴曲老白干酒在全国各地均有生产，尤以东北、华北、西北为多，其中哈尔滨老白干蝉联 4 届全国评酒会优质白酒称号，故将其生产技术与产品特点择要简介如下。

1. 原料及生产技术特点

(1) 原料特点 为“两糠一细”“两糠”是指制酒的主要原料为高粱糠；辅料为谷糠，实为谷壳。“一细”是说制酒原料粉碎得很细，必须能通过直径为 1.5mm 的筛孔。高粱糠含淀粉 40% 左右，纤维素 8%~10%，单宁 2%~4%，这些成分尤其是单宁是生成老白干香味成分之源。

(2) 生产技术特点 总结为“两单、两短、一高、四特殊”。

① “两单”。指制糖化发酵剂的曲霉和酵母，均为单一菌株；即制麴曲的菌株为 B 号曲霉菌种；制酒母使用南阳酿酒酵母。

② “两短”。是指发酵期和原酒的贮存期短。发酵期仅为 4~6 天，结合如此短的发酵期，相应的工艺口诀为：“菌种能力强，淀粉含量中，加水量较低，品温随机变”。原酒贮存期短：一般原酒

贮存 3 个月；特殊原酒贮存 6 个月。实践证明，该酒若贮存期过长，则会老化、变味、跳格。

③ “一高”。指高度摘酒，并掐头去尾。入库原酒的酒精体积分数在 65% 以上。由于高度摘酒使原酒的乙酸乙酯含量相对为高，而乳酸乙酯含量则相对降低，乙酸乙酯与乳酸乙酯之比可保持为 1 : 0.65 左右，以增强成品酒的清爽感。

④ “四特殊”。

a. 采用清蒸清烧续_糟发酵的清六甑（二排清）工艺。这是保证产品香气清爽、口味干净的技术路线。

b. 发酵容器为砖术结合的大板池，其容积为 14m³。具有装料多、发酵速度快、升温幅度大的特点，有利于产品独特风味的形成。

c. 物料入池前，按香醅的质量和酒醅发酵期的长短，添加 5%~10% 的香醅。这是产品增香和改善口味的主要措施。

d. 贮酒容器为木箱，内面用猪血、毛边纸裱糊。其容积为 4~6m³。这种容器的材质及较大的容量，对产品风味的形成、加速原酒老熟、缩短贮酒期，均有一定的作用。

2. 产品的特点

（1）感官特征 具有烘烤大枣核样的幽雅香气，不像大曲清香型白酒那样乙酸乙酯香较突出，也无普通曲霉麴曲白酒的香气欠纯正感；酒味纯正淡雅，入口柔顺绵甜，落口爽净无杂味感，回味有余香；具有本品独特的清香风格。

（2）香味成分特点 与汾酒总的成分含量相比，如表 6-8 所示。

表 6-8 哈尔滨老白干酒与汾酒总的成分含量相比

项 目	汾 酒	哈尔滨老白干	两 者 比 例
总酯	442.59	198.33	1 : 0.45
总酸	188.00	76.38	1 : 0.4
总醇	111.51	64.11	1 : 0.57
总醛	67.6	49.92	1 : 0.64
四项总量	809.7	388.74	1 : 0.48

注：单位为 mg/100mL。

① 哈尔滨老白干酒与汾酒香味成分含量不同的是“四低两

高”：即醇、醛、酸、酯四大类成分的总量低，大体上相当于汾酒的50%左右，因而香气适中、口感淡雅；“两高”是指丁酸乙酯、糠醛含量高于汾酒。老白干酒的丁酸乙酯含量为4.35mg/100mL，汾酒为1.55mg/100mL，前者为后者的2.8倍；老白干酒的糠醛含量为2.5mg/100mL，汾酒为0.4mg/100mL，前者为后者的6.25倍。

② 哈尔滨老白干酒与汾酒香味成分含量的基本相似之点如下。

a. 酯含量顺序均为乙酸乙酯、乳酸乙酯、丁酸乙酯。

b. 乙酸乙酯与乳酸乙酯之比基本接近。老白干酒为1:0.64；汾酒为1:0.8左右。

c. 酯酸含量之比基本相同。老白干酒为2.49:1；汾酒为2.40:1。因此，老白干酒在主体上属于清香型白酒的范畴。

三、二锅头酒的生产技术与产品特点

二锅头酒酒质醇厚甘冽，在1955年全国第一届酿酒会议期间，由全国25个省、市、自治区组成的“评酒委员会”进行鉴评，被列为甲等第11名，与茅台酒、汾酒、西凤酒等国家名酒归为同一等级。该酒除行销全国各地外，还远销韩国、朝鲜、俄罗斯、东欧等国家和地区。该酒主要盛产于华北地区，尤其是它的发源地北京。据统计，1996年北京二锅头酒的产量高达118400t。当然，其中也不排除从外地流入的大量“原酒”经“勾调”而成产品的可能性。

金国将北京定为“中都”，传来了蒸酒器具，故史书有“燕中暑月于冰窖造御酒”，其酒“甚清冽”的记载；《食味杂咏注》亦载：“烧酒，他省所烧不如京师”。“二锅头酒”其名的由来，是于清代中期。那时京师烧酒的蒸酒用冷凝器为锡锅，因其置于高位，故谓“天锅”。每蒸一次酒醅，“天锅”中的冷水因由冷变热，故须换3次。酒汽经第1锅冷水冷凝而流出的“酒头”，以及经第3锅冷水冷凝而流出的“酒尾”，单独接取，因“酒头”和“酒尾”所含低沸点和高沸点等杂质较多，故须另行处理；而摘取酒汽经第2

锅冷水冷凝而流出的酒，尤其是刚流出的酒较纯净，质量也最好，故名为“二锅头”。此后，各地也采用“二锅头”的蒸酒工艺，掐头去尾，量质摘酒，效果良好。清代末期，诗人吴延祜在《刘伶孤塚》中赞道：“自古才人千载恨，至今甘醴二锅头”，为嗜酒如命的“竹林七贤”代表人物未能尝到“二锅头”而深感遗憾。由此看来，“二锅头酒”真是值得认真研究一番了。

（一）二锅头酒的生产技术演进

原北平市共有白酒烧锅 44 家。1949 年 5 月，由华北酒业专卖公司组建北京酿酒实验厂，后又改为北京酿酒厂、北京酿酒总厂、北京红星股份有限公司。二锅头酒的生产技术演进，均可在该公司的发展历程中找到答案。这里应说明一下，在 1964 年，原北京酿酒厂参照董酒的生产经验，用食用酒精串蒸以二锅头酒糟等制成的香醅，生产了“新工艺白酒”，其产品名为“红星白酒”；后来又将企业名称也冠以红星二字，并销售红星牌二锅头酒了。二锅头酒的生产技术演进，大体上可划分为以下 3 个阶段。

1. 用大曲生产二锅头酒

从二锅头酒起源至 1955 年，大多是以北方红高粱为原料，以大麦、豌豆制成的大曲为糖化发酵剂生产的。采用续_糟老五甑工艺。发酵容器为砖池，发酵期为 8~12 天；蒸酒用的冷凝器为天锅或改进为锡锅，接酒方式为截头去尾，故入库原酒的酒精体积分数为 67% 以上。

那个时期的北京白酒，都是清香型大曲酒，但发酵容器、工艺路线与汾酒不同；发酵期也较短，故成品酒的香味和风格还不能与汾酒相提并论。

2. 用麸曲制二锅头酒

早在 1952 年，方心芳先生等到原北京酿酒厂，指导将大曲二锅头酒改为麸曲二锅头酒。1955 年烟台试点后，北京各酒厂才全面使用以纯种曲霉麸曲和纯种酵母制的酒母生产二锅头酒。采用了原辅料清蒸续_糟工艺；将原来只能装 5 甑物料的池改为能装 8~10 甑物料的池，并增大了蒸酒的甑桶容量，投料量也有所增加，“_糟

活”也作了相应的改变；改天锅、锡锅为铝或不锈钢制成的套管、蛇管或列管式冷凝器，提高了冷凝效率；增添了扬_扬机、刮板机等设备和检测仪器；统一规定了使用菌种、工艺规程、化验方法、产品标准和包装的瓶型。但统一是相对的，在20世纪60年代，有的二锅头酒厂仍在用部分大曲，可能是用以制取香醅。也有的厂不使用麴曲，而是利用液体曲为糖化剂、以酿酒酵母制的液态酒母和生香酵母制的固态酒母为发酵剂，采用清蒸续_续大回糟、短期发酵、机械化蒸馏的新工艺。

3. 采用综合型工艺生产精制、特制型二锅头酒

1988年之后，普通二锅头酒的质量和包装，均已不能适应广大消费群体的需求，于是，有的厂在原产品的基础上，精心制作，推出了特制、精制二锅头酒；1990年以后，又逐渐生产了珍品、极品和五年陈、十年陈的三星和五星等各种品牌、包装雅致、档次更高的二锅头酒。上述产品所采取的综合工艺措施，大体上包括以下几个方面。

① 麴曲与适量大曲并用，并延长发酵期9~15天，以增加酒醅的香味成分种类及其含量。

② 在原用麴曲、酒母的基础上，增用生香酵母，并延长发酵期7~9天。

③ 在曲霉麴曲清香型白酒中，添加适量大曲清香型白酒，以改善产品风味。

④ 将曲霉麴曲清香型白酒与适量多微麴曲清香型白酒进行勾调。

⑤ 固液法结合，将曲霉麴曲白酒与适量食用脱臭酒精及调香调味剂进行精心勾调。

上述高档二锅头酒，突出了乙酸乙酯和乙酸异戊酯的香气；增强了绵甜感，并保持了酒性刚烈、回味悠长、无异杂味的原有特点。故在香气和口味两方面，靠近于1955年之前的大曲二锅头酒。

在高档二锅头酒大量上市的同时，原来以曲霉麴曲酒母生产的二锅头酒依然与之并存。另外，个别酒厂，干脆什么曲什么酒母也不用，而仅用市售的糖化酶和酿酒活性干酵母来生产二锅头酒，但

这种以全酶全干酵母法生产的白酒，其酒质是很难与中、高档二锅头酒相比的。

（二）普通二锅头酒生产工艺实例

以高粱为原料，稻壳为辅料，曲霉麴曲或糖化酶为糖化剂，酿酒酵母制成的酒母或酿酒活性干酵母为发酵剂，并以生香酵母增香，经固态发酵、清蒸清烧、掐头去尾、定期贮存、精心勾调后，再贮存为成品酒。

1. 工艺流程（见图 6-2）

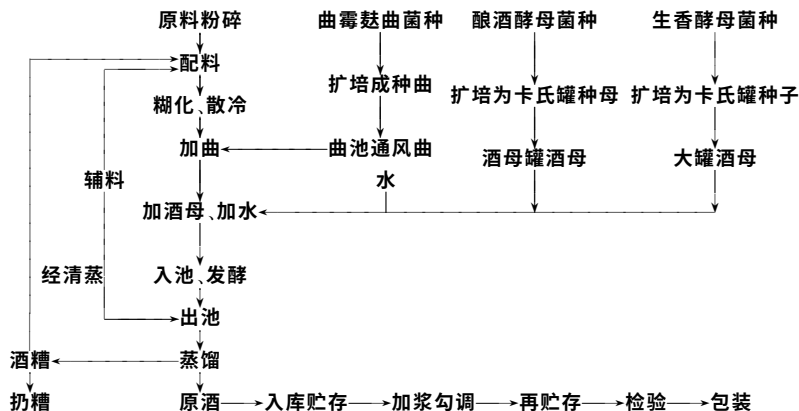


图 6-2 普通二锅头酒生产工艺流程实例

2. 原辅料及糖化发酵剂

（1）高粱 颗粒饱满，不霉烂、无杂质；淀粉含量在 62% 以上，水分在 13% 以下；粉碎度为能通过直径 1.5~1.8mm 的筛孔。

（2）稻壳 新鲜、不霉烂、无杂质；水分在 16% 以下；经常压清蒸 30min 后使用。

（3）麴曲或液态曲

① 菌株 为 UV-11 或 UV-11-48、UV-11-72、B-11、GF-9。

② 麴曲质量要求

a. 外观：色泽浅黄；曲块松散；内外一致；具有曲霉麴曲香味；不得有酸臭味和其他怪味。

b. 理化指标：水分为 25%~30%，酸度≤2；糖化酶活力在 2500U/g 以上。1g 绝干麴曲在 30℃ 以下将淀粉糖化 1h 生成 1mg 葡萄糖，即为 1 个糖化酶活力单位。

(4) 酿酒酵母制的酒母

① 菌株 K 氏酵母、1308、AS2.541。

② 酒母质量要求

a. 感官指标：生长旺盛、气味正常。

b. 理化指标

· 镜检：酵母细胞健壮、整齐，无空泡无变形现象；酵母细胞数在 1.2×10^8 个/mL 以上，死亡率在 5% 以下；芽殖率为 20%~30%。

· 化验：升酸幅度不超过 0.3；耗糖率为 30%~60%，残糖量不超过原糖量的 40%。

(5) 生香酵母

① 菌株：AS 2.300；1312、1342、1343、1274。

② 大罐酒母质量：酸度 0.6 左右；酵母细胞数为 $(1 \sim 1.2) \times 10^8$ 个/mL；清香正常。

3. 制酒工艺

(1) 配料 如表 6-9 所示：夏季可加大酒糟用量、降低入池淀粉浓度，以控制发酵过程中的增酸幅度、保证酒醅质量，防止夏季掉排；春秋两季，可参考冬夏的配料数据，视气温状况灵活掌握。

表 6-9 二锅头酒的配料

项 目	冬 季	夏 季
粮糟比	1 : (4.5~5.0)	1 : (5.5~6.0)
粮糠(辅料)比	1 : (0.15~0.20)	1 : (0.20~0.25)
粮母(酒母)比	1 : (0.015~0.020)	1 : (0.010~0.015)
粮曲比	1 : (0.1~0.12)	1 : (0.08~0.10)
粮香(生香酵母)比	1 : (0.01~0.02)	1 : (0.01~0.02)

(2) 蒸原辅料 将原辅料、酒糟按比例翻拌均匀后，用扬 _糠 机打一遍。装甑、待圆汽后，蒸 40min 左右。

(3) 扬晾 熟料用扬_糙机迅速打散、降温，气温 5~10℃ 时，品温要降至 30~32℃；气温在 10~15℃ 时，品温要降为 25~28℃；夏季尽可能将品温降到与室温相平。

(4) 加曲、加酒母、加水 待物料达到适宜温度时，依次加入麴曲或液体曲、酒母或干酵母活化液、水，翻拌均匀后，用扬_糙机打散团块、入池发酵。

(5) 物料入池条件 如表 6-10 所示。

表 6-10 物料入池条件

季 节	水分/%	酸 度	淀粉浓度/%	品温/℃
春秋	57~60	0.6~0.8	13~15	15~18
冬	55~58	0.6~0.8	14~16	17~19
夏	57~60	0.7~0.9	12~14	直至不能再降为止

(6) 发酵管理

① 冬天池底和池面的物料品温要高于池内中段物料 2~4℃；物料入池后要平池、夏季要踩池，并测定入池品温；池面用塑料布盖严，并用麻袋或稻壳保温。

② 发酵期为 4~5 天。期间每天查池 1~2 次，要防止翻边透气；每隔 24h，检查 1 次发酵状况，如品温变化等；并结合化验数据，摸清发酵规律，用以指导生产。须认真、如实、准确地作好车间发酵管理的原始记录。

③ 加强发酵车间上、下水道和阀门的管理，避免淹池、泡池现象的发生。

④ 搞好设备、工具及车间和环境的卫生工作，如定期用石灰水洗刷发酵池、清除地沟的污垢、清洗室内外地面等。

(7) 蒸馏 将酒醅分层出池后，不准加生的稻壳；不准堆放时间太长或紧靠甑桶，以免酒醅受热使酒精挥发。

通常出池酒醅水分为 63%~65%；酸度为 1.0~1.3；淀粉在 7% 以下；糖分在 0.02% 以下；酒精体积分数为 5%~6%。

装甑不要过满，以与甑口相平为宜。盖云盘后 2~3min 即

可流酒，接酒温度在 30℃ 以下；汽压可控制为 5~8Pa，进行缓慢蒸馏、掐头去尾；入库贮存的原酒酒精体积分数在 65.5% 以上。

(8) 贮存 勾调用的酒头和酒尾须单独存放。原酒先贮存 15 天以上，经检验和品评合格后，进行勾调。再贮存 7 天，即可过滤、灌装。

(三) 二锅头酒的质量特点

这里不妨将二锅头酒与汾酒等 3 种各具特点的清香型白酒作一比较，这 4 种清香型白酒分别以曲霉麴曲、大曲及根霉小曲制成，其中汾酒和衡水老白干为大曲酒。

1. 二锅头酒的感官特点

(1) 4 种酒的权威经典评语

① 65 度的北京二锅头酒：清香芬芳、强劲刚烈，醇厚甘爽，回味悠长。

② 55 度的四川小曲酒：醇香清雅，酒体柔和，回甜爽口，纯净怡然。

③ 55 度的衡水老白干：香气清雅，醇厚丰满，绵甜柔润，回味干净。

④ 65 度的汾酒：清香纯正，自然谐调，醇甜柔和，余味爽净。

不难看出，二锅头酒在香味上要求微带花果样的芬芳，并具有强劲刚烈的口味特点。

(2) 在 2002 年 8 月举办的北京市评酒委员会培训班上，评委们一致认为：北京二锅头酒的香气是由红高粱香、醇香、糟香和轻微的酯香融合而成的，具有谐调、细腻、愉快、舒服的特点；口味则具有刚烈、醇厚、甜润、爽顺、回味悠长的特点。这与二锅头酒生产所用的原料、曲霉麴曲、纯种酿酒酵母制的酒母，以及采用的清蒸续糟法工艺有关。

2. 二锅头酒的成分特点

4 种清香型白酒的成分比较如表 6-11、表 6-12 所示。

表 6-11 4 种清香型白酒醇醛酸酯总含量比较

单位：mg/100mL

成 分	北京二锅头酒	四川小曲酒	衡水老白干	汾 酒
总醇	143.385	199.85	135.44	97.5
总醛	49.968	51.80	64.1	71.4
总酸	94.600	66.34	—	125.6
总酯	88.983	75.80	205.4	569.7

从表 6-11 可见，4 种清香型白酒所含醇、酸、酯、醛总量的量比关系分别如下。

北京二锅头酒：醇：酸：酯：醛＝1：0.66：0.62：0.35；
四川小曲酒：醇：酸：酯：醛＝1：0.33：0.38：0.26；
衡水老白干酒：醇：酸：酯：醛＝1：x：1.52：0.47；
汾酒：醇：酸：酯：醛＝1：1.29：5.84：0.73。

表 6-12 4 种清香型白酒香味成分含量比较

单位：mg/100mL

成 分	60 度二锅头酒	60 度四川小曲酒	55 度衡水老白干酒	60 度汾酒
甲醇	20.667	7.8	44.00	17.4
丙醇	32.795	35.5	—	9.5
丁醇	2.773	3.54	40.02	1.1
仲丁醇	4.100	9.61	8.47	3.3
异丁醇	21.830	40.9	—	11.6
异戊醇	61.22	102.5	42.77	54.6
乙酸乙酯	53.49	59.0	78.6	305.9
乳酸乙酯	33.493	16.8	126.80	261.6
己酸乙酯	2.200	—	—	2.2
乙醛	10.543	29.0	23.00	14.0
乙缩醛	39.543	22.8	41.10	51.4
总计	282.536	327.45	404.76	732.6

从表 6-12 可见，所分析的 11 种成分中，汾酒的总量最高，其次为衡水老白干酒、四川小曲酒，北京二锅头酒最低，当然这是普通档次的产品。汾酒等的高酯特点，是大曲清香型白酒的优势所在。

由此可以得出这样一个初步看法：即在北京二锅头酒的香味成分中，醇类含量为最高，具有醇高酯低的特点，而且酸也略高于酯。醇类在二锅头酒的香味呈现中，具有重要的作用。醇类中的正丙醇、异丁醇都有点苦味，但相对偏高的酸类，对醇类带来的苦、辣、刺激感，具有一定的缓冲作用。而且这种苦味能较快地消失。因此，总的说来，二锅头酒能给人以醇甜带苦而又爽口的感觉。

四、清香型麸曲玉兰酒生产工艺

1. 制曲

(1) 菌种 河内白曲霉。

(2) 制曲过程 固体试管菌种→三角瓶扩培→曲盘或帘子种曲→曲池通风曲。

(3) 成曲质量 糖化力为 700~900U/g。

2. 制酒母

(1) 菌种 汾Ⅱ、3091、南阳酿酒酵母。

(2) 培养 酿酒酵母试管菌种→试管液态培养→一代小三角瓶扩培→二代大三角瓶扩培→卡氏罐扩培→大罐培养；生香酵母试管菌种→液态试管培养→一、二代三角瓶扩培→浅盘培养。

(3) 成熟酒母 酿酒酵母液细胞数在 1×10^8 个/mL 以上，出芽率为 20%~30%；浅盘酵母液细胞数在 1.8×10^8 个/g 以上，出芽率为 20%~30%。

3. 制酒工艺

采用清蒸二次清操作，工艺流程同汾酒。

(1) 蒸料 将红高粱粉碎成 6~8 瓣，加稻壳 20%，用 60~70℃ 热水拌匀后，润料 18~20h。再以常压蒸 1h。

(2) 加水、加麸曲、加酒母 熟料出锅后，加入原料量 28%~30% 的冷水；再加入原料量 18% 的麸曲；最后加入 6% 的生香酵母液及占原料总量 0.6% 的酿酒酵母液。

(3) 入缸、发酵 入缸前，先用清水将缸刷净，再以花椒水洗一遍。入缸条件如表 6-13 所示。

表 6-13 入缸条件

活 别	品温/℃	水分/%	酸 度	淀粉/%	糖分/%
精 活	12~16	50~55	0.2~0.4	25~30	0.8~1.5
糟活	20~25	56~60	1.9~1.4	12~16	1.5~2.0

(4) 蒸馏 每甑截取酒头约 1kg；再摘取酒精体积分数为 65% 以上的原酒分质贮存。成品酒也可再制成酒精体积分数为 34%~40% 的低度白酒。二次发酵、蒸馏后的酒糟，可再入一定量的麸曲和酒母发酵、蒸馏得中档白酒。

五、多微麸曲清香型白酒生产实例

这里的“多微”是指多种微生物，即多菌种。这类酒以六曲香酒为代表，其制曲工艺可见本章第一节七、。

1. 酒母培养

(1) 酿酒酵母 Rasse 12 制酒母 从试管、小三角瓶、大三角瓶，扩大至卡氏罐即可。试管及三角瓶培养以米曲汁为培养基；卡氏罐以玉米糖化液为培养基。

(2) 生香酵母制酒母 菌株为：汉逊酵母汾 II、3077、3091；白地霉 30124。分别经试管、三角瓶扩培后，再各自以玉米糖化液为培养基，在浅盘中培养为酒母，并混合使用。

2. 制酒工艺

采用清蒸老六甑工艺，即比老五甑多蒸 1 甑原料。

(1) 物料总的配比

① 原料及其粉碎度。以高粱为原料，要求粉碎至能通过 10~20 目筛孔者占 40%~50%；能通过 20~40 目筛孔者占 20%~30%；能通过 40 目筛孔者占 20%~40%。

② 粮醅比为 1 : (5.6~6)。

③ 辅料量。稻壳用量为原料量的 30%。

④ 粮水比为 1 : 0.4。

⑤ 用曲量为原料量的 12%。其中黄曲占 6%，根霉菌占 2%，拟内孢霉菌占 1%，红曲占 1%，毛霉和犁头霉混合曲占 2%。糟

活用曲量占总量的 80%，回活用 20%。

⑥ 酒母用量为原料量的 8%。其中以酿酒酵母制的酒母为 3%，汉逊酵母制的酒母为 3%，白地霉制的酒母为 2%。糖 活用酒母量为总量的 80%，回活用 20%。

(2) 闷料和蒸料 将第 2 甑清蒸后的酒糟称重二等分，趁热与新原料分别闷 60min 以上。酒糟不足部分待蒸料后、入池前再加入酒糟补足。蒸料时间不少于 30min，应尽量用大汽。熟料须熟而不黏，内无生心。

(3) 扬冷、加曲、加酒母、加水 热料扬冷至预定品温后，顺次加入麴曲、酒母、水，翻拌均匀。

(4) 入池、发酵

① 入池和出池条件。如表 6-14 所示。

表 6-14 入池和出池条件

项 目	入 池 条 件		出 池 条 件	
	糖 活	回 活	糖 活	回 活
品温/℃	16~18	32~34	30~32	30~32
水分/%	54~56	60~62	60~62	62~64
酸度	0.6~0.8	1.2~1.4	1.2~1.4	1.4~1.8
淀粉浓度/%	16~18	8~10	8~10	8~10
酒精质量分数/%	—	—	3.5~4.2	1.2~2.0

② 发酵管理。发酵容器为水泥池。每天检查 1 次池的密封状况。每次取样后，按原样盖严。根据感官检查、化验结果及品温变化，判断品温是否符合前升、中缓、后提的规律。发酵期为 8~10 天。

(5) 蒸馏、贮存、勾调 应缓慢蒸馏，高度摘酒。原酒贮存期为 6 个月。根据酒质、等级、数量，按不同比例每批勾调 5 个小样、仔细确定大生产的勾调方案。

六、曲霉麴曲清香型白酒提质增产的途径

(一) 提高酒质的综述

1. 清香型曲霉麴曲白酒与大曲清香型白酒的质量对比

20 世纪 90 年代以来, 清香型曲霉麴曲白酒的销量有所下降, 其原因之一是产品质量与同类大曲酒相比, 存在较大的差距。

(1) 感官质量差距 香气较轻; 口味燥辣, 刺激感强, 欠细腻感, 微有苦味, 后味较短, 有的酒杂味较重; 酒体欠丰满。优质的曲霉麴曲清香型白酒应清香怡人、酒体纯净, 而不应有窖香、酱香及其他异香和邪杂不良气味, 不应有较重的糠杂味、霉苦味、生曲味、苦涩味等各种邪杂味。

(2) 香味成分含量的差距

① 总酸含量偏低, 这是后味较短的原因之一; 而且酸酯也欠平衡。

② 高级醇含量高, 这是饮后“上头”的主要原因。在各种醇的含量上, 存在这样的缺点: 即能对酒产生醇厚感的正己醇、2,3-丁二醇等含量较低, 故酒味较淡薄; 而不利于酒质的正丙醇、异丙醇、正戊醇、异戊醇等含量则相对较高。

③ 总醛在醇、醛、酸、酯四大类香味成分中所占的比例偏高, 其中乙醛含量在各种香味成分中所占的比例也偏高, 这是使酒呈燥辣感的主因。

④ 总酯含量低, 有的比汾酒低 6 倍左右。醇高酯低是香味成分比例失衡的主要所在。

2. 存在上述缺点的主要原因

(1) 菌种和糖化发酵剂 制曲菌种及制酒母的菌种选择和组合不当; 各种曲的配比不当, 各种酒母的比例不当; 曲与酒母的使用比例不当。

(2) 制酒工艺 包括从原料粉碎度到发酵容器、与发酵品温有关的各种条件, 以及发酵期的如何确定等, 有必要作系统、全面的调整。

3. 改进措施

以下各点, 仅供参考。

(1) 菌种和糖化发酵剂

① 菌种。最好从优质清香型大曲中分离曲霉和酵母; 若使用

河内白曲霉，或从高温大曲中分离球拟酵母等菌种，则制成的酒清香不正、口味欠纯净。不要选用蛋白质分解力强的菌株。应选耐高温并具有后劲的产杂醇油少的酵母菌株。

② 麯曲

a. 曲霉麯曲配以适量的根霉麯曲，不仅能提高原料出酒率，而且能增强产品的传统风味感；但若根霉麯曲使用比例过大，或所用的根霉菌是从传统小曲中分离所得的糖化力较强的菌种，则产品会趋向于小曲酒的风味。通常根霉麯曲用量不应大于 UV-11 麯曲。

b. 一些尚未具备分离优良菌株的小厂，可使用优质大曲粉作为曲母，制成混合多微麯曲，以其适量与 UV-11 麯曲混合使用，也可制得质量较好的清香型多微麯曲白酒。

c. 多微麯曲的组合要得当，即选用哪几种菌株制麯曲，它们之间的量比如何，均须认真考虑和试验。

③ 酒母。多微麯曲白酒等所用的以各种酿酒酵母和生香酵母分别制成的酒母，其组合及量比关系也须慎重研究才是。

④ 各种麯曲和各种酒母的量比，也应恰到好处，才能使糖化和发酵速度相对平衡；使产酒精和产各种香味成分的状况较为理想。如果明显失衡，则不可能生产出优质的清香型白酒。这个问题，在发酵工艺中还会谈到。

(2) 原辅料

① 原料须用高粱。高粱能赋予白酒固有的醇香。若使用玉米等原料，则会给产品带来原料自身的邪杂味。日本人用薯干制的烧酎，就呈现不悦的薯干气味。当然，曲霉麯曲白酒也可尝试以高粱为主的二粮或多粮酿造。

② 辅料。以粗谷壳和稻壳为好；不得使用细谷糠，以免使成品酒呈油腻味和糠腥味；高粱壳和粉碎的玉米芯也会给白酒带来自身的邪杂气味。辅料必须清蒸除杂后使用。

(3) 容器

① 发酵容器。可为瓷砖贴面池、条石池、水泥池，为适于低温发酵，池以长条形为好，容积宜小，现在有的厂的池太大了；不

得使用砖池和泥池，以免成品酒带有相应的邪杂味。

② 贮酒容器等。用新糊的猪血石灰麻纸“酒海”贮酒，会使酒呈微黄色及苦涩味，所以有的专家认为，猪血“酒海”不宜贮存曲霉麴曲清香型白酒。

另外，新焊制的锡冷凝器，松香会溶入酒中，使酒呈微黄色和异香。

(4) 制酒工艺

① 发酵。糖化和发酵速度是否协调，这是个根本性的问题。曲霉麴曲白酒生产工艺，不能套用酒精生产的某些工艺条件和数据，因为白酒的质量要求含有较多的香味成分，而且相互之间的量比要协调；烟台酿酒操作法也是要发展的。有一段时间，不能否认存在较片面地追求原料出酒率的倾向，以及一味地缩短发酵期的倾向。这种倾向，即使在名优大曲酒的生产中，也曾出现过。毫无疑问，人们都想追求既高产又优质的产品目标；但也不能否认，白酒的产量和质量，往往是一对矛盾。因此，用现在一句较流行的话来说，即须找到产量和质量的最佳结合点，这正是白酒酿造工作者的责任。

由于菌种和麴曲、酒母用量不当等原因，糖化速度较快，则发酵速度也相应加快，酒醅升温速度也必然加快。通常，清香型大曲酒醅升至最高品温需 10 天左右；而曲霉麴曲白酒物料入池后，只需 3~5 天，即可达到最高品温，而且整个发酵过程的温度变化规律（曲线）是呈三角形或谓宝塔式的。而清香型大曲酒醅发酵品温变化是呈丘形或谓馒头形的，符合“前缓升、中挺住、后缓落”的规律。

发酵的最高品温、升温幅度、品温变化规律、发酵期，这几者是一个整体，它与入池条件等整套发酵工艺有关。

有的厂对原有的工艺条件一点也不变动，而简单地一味延长发酵期，这无疑会使本来香味成分总量较少的曲霉麴曲白酒雪上加霜，盲目地延长发酵期，又给酒带来较多的杂味，这种香气轻、杂味重的酒谁愿“消受”？

过多的用曲量会给酒带来苦味，并使糖化、发酵速度失衡，因此用部分纯度较高的糖化酶来代替部分麸曲的方法是可行的，纯度较低的糖化酶会给酒带来不良气味；如果片面地增加生香酵母制成的酒母用量，则酒醅的总酯含量虽然可升高，但成品酒的杂醇油含量过高，使酒呈异香和苦涩感。若适当地将发酵期延长至 13~15 天，或适当提高酒醅的最高品温，并控制“中挺”时间为 2~3 天，则总酯含量就不会太高。在多微麸曲白酒生产中，有的厂以汉逊酵母和假丝酵母作为生香酵母，则成品酒的乙酸乙酯含量可远远超过总酯含量的 55%，但总酯含量并不太高，还不到 200mg/100mL。有的厂在物料入池前，留 1 甑物料在晾堂堆积，堆积品温不超过 32℃，次日再与其他物料一起入池发酵，则可明显地提高成品酒的总酯含量。因此，在曲霉麸曲白酒生产中，也可试用在大曲酒生产中使用成熟的回醅发酵、回酒发酵等工艺措施。

物料入池品温、入池水分、入池酸度、入池淀粉浓度等，乃至原料的粉碎度，均与入池后的物料最高品温、升温幅度、温度变化规律及发酵期的合理确定，密切相关。其道理不必再重复了。当然，每个酒厂一套成熟的工艺的形成，离不开不断试验、总结、完善的过程，但愿广大曲霉麸曲白酒工作者，在这方面不断实践，有所创新和突破，不要被原有的某些框框束缚住手脚。

采用清蒸二次清工艺的大曲清香型白酒丢糟中，由于大曲发酵力弱的缺点，还含有 12% 以上的淀粉，并含有已生成或正在形成的许多香味成分。有的厂在这类大曲酒丢糟中，加入少量经清蒸的稻壳、10% 左右的 UV-11 麸曲、5% 左右的生香酵母，再入池发酵 7~15 天，不但可获得酒精体积分数为 5% 以上的出酒率，而且酒质接近于原以大曲酒工艺生产的“二_糙酒”水平。还有的厂为了充分利用清香型大曲酒丢糟中的香味成分，将其以 10%~15% 的比例，参与短期发酵的曲霉麸曲白酒酒醅的发酵，使成品酒具有优质酒的风味。

目前，曲霉麸曲清香型白酒的发酵最高品温偏高，生成相对为多的乙醛等成分，发酵品温不符合“前缓升、中挺住、后缓落”的

变化规律，发酵期太短。可适当降低原料的粉碎程度、调整糖化发酵剂的种类及其用量比例，减少其总的用量、适当降低物料入池水分及淀粉浓度和入池温度，并采取回酒发酵、缩小发酵容器的体积等综合措施予以解决。

当然，发酵品温和最高品温也不能过低，以免乳酸乙酯的糟香掩盖乙酸乙酯的清香而使酒香发闷。

② 蒸馏。应改进蒸馏工艺，进行真正意义上的缓慢蒸馏，蒸馏过程须定时；加强掐头去尾措施；在接酒温度、摘取中段酒的酒度及量质摘酒上进一步研究。以求原酒各香味成分的比例相对协调。

③ 贮酒。按原酒及调香调味酒的质量决定贮酒期，不能一概而论。

④ 勾调。加浆用水要用软水；要先贮存后勾调，勾调后再贮存一定时间再检验、包装；低度白酒要采用适当的除浊方法，以免成品酒失光。

(5) 整个生产过程要贯穿“一清到底”的原则 原料最好不要与酒醅混蒸、辅料必须清蒸；麴曲等糖化剂与酒母的配比、尤其是多微麴曲与多微酒母的配比要得当，以免成品酒偏格；润料用水的温度不能太低，以免堆积过程中产生异臭或酸馊气味；糟活要分清、酒醅要分清；发酵池底要畅通、垫底糟要勤换或每次清底，不得使酒醅带有黄水味；底锅水要清理、流酒要分清；贮酒期不宜过长，以免“酱香露头”。原酒的原料气味、糠杂味、土腥味、生曲味、油腻味、霉苦味，经长期贮存也变化不大；而由于菌种发酵所产生的邪杂味，如暴辣味、苦涩味等经贮存可有所减轻，逐步趋向味感柔和、谐调、爽口。例如，因发酵工艺不当而形成的等外品，呈偏格或错格的香味，则有时坏酒与坏酒勾兑也能得到好酒；但由于原辅料、麴曲或多微麴曲给原酒带来的不良气味，则坏酒与坏酒勾兑就得不到好酒，好酒与坏酒勾兑也是浪费好酒。因此，曲霉清香型的基础酒要纯净，用以勾兑基础酒的优质酒、调香调味酒也须纯净。若某种酒即使香气很好，口感也绵甜，但如果口味不净，则

也不能视为正品。对于带有任何邪杂味的酒，均不需与口味纯净的酒搀混。但可在曲霉麸曲清香型白酒中，加入 10%~30% 的大曲清香型白酒，以提高产品档次。

作为一个优秀的白酒酿造工作者，须全面了解不同香型和同一香型而不同类型白酒的原辅料和生产技术特点，并面对具体酒样的质量状况，准确地判断影响酒质的某些因素，阐明形成各种邪杂味的真正机理，并能有针对性地提出有效的生产改进意见。

（二）提高曲霉麸曲清香型白酒质量的实例

某厂以高粱为原料、稻壳为辅料，麸曲为糖化剂，在传统生产工艺的基础上，进行了发酵剂选择、发酵容器改进、蒸馏规律摸索、贮酒条件确定等项目的科学研究，优选出最佳方案，形成了一整套行之有效的生产工艺，以固态生香酵母为发酵剂、采用清立清烧法，发酵期为 20 天，量质摘酒，分_糖别贮酒，贮酒期为 1 年。使产品的主体香成分结构更为合理，乙酸乙酯与乳酸乙酯比为 1:(0.4~0.7)、正丁醇、丁酸乙酯含量明显下降；突出了清香、减弱了糟香、消除了焦香，口感绵甜、爽净，典型性较强。现将有关研究路线和结果简介如下。

1. 固态生香酵母的试验和应用

（1）液态种母培养

- ① 菌种。采用球拟、汉逊酵母等 4 株原菌。
- ② 培养基。为经灭菌的 0.1254g/mL (12°Bx) 玉米糖化液。
- ③ 接种量。从试管到小三角瓶、大三角瓶、卡氏罐的扩大培养，接种量均为 10%。
- ④ 培养温度和时间。各代均为 30℃、24h。

（2）培养固态酒母 将 40% 的麸皮、10% 的玉米粉、50% 的鲜酒糟加水拌匀、润料后，蒸 50~60min。再冷却至 33~34℃、加入 5% 的麸曲、5% 的酒精体积分数为 10% 的酒尾、上述卡氏罐种母 8%~10%。拌匀后冷却至 24~26℃，入室堆积培养至品温升到 28℃ 时，将物料摊平；在 28~30℃ 下继续培养 12~16h 即可。酒母成熟时的品温低于 35℃；酯香扑鼻、物料不黏，无异常气味。

(3) 入池发酵 酒母用量为高粱原料的 5%。发酵期为 20 天。成品酒的乙酸乙酯含量比不加生香酵母的原工艺产品提高 125.89%，乳酸乙酯含量则降低 1 倍以上，总酯含量提高 21%；而且清香风格明显、余香悠长，酒味甘爽怡人。

2. 发酵容器的改进

原来采用砖木结构的传统发酵池，并以黄泥封池，杂菌难以控制，产品杂味较重。改用铸石板镶嵌发酵池、以塑料布封池后，便于清洗，并大大减少了杂菌侵入的可能性。因而起到了“增乙降乳”的作用，丁酸乙酯基本上未检出，甲醇、正丙醇、仲丁醇、异丁醇、正丁醇、异戊醇等含量全面大幅度下降，乙缩醛含量增多，产品清香明显。新池还具有坚固、耐腐蚀的优点，是生产清香型曲霉麴曲白酒较为理想的发酵容器。

3. 蒸馏工艺的研究

(1) 接酒温度的试验 同一酒酯，在一定的蒸馏速度下，于 20℃、30℃、40℃ 3 个温度下接酒，结果表明：乙酸乙酯含量随接酒温度升高而下降；乳酸乙酯含量随接酒温度升高而增加。而在 20℃ 时接的酒香气清正、口味谐调爽净。

(2) 蒸馏速度 在接酒温度 20℃ 的相同条件下，以 8kg/min、6kg/min、4kg/min 的接酒速度分别取样、品尝。结果以 4kg/min 流速接的酒，香气和口味均最好。

(3) 不同馏分的研究

① 主要成分的蒸馏变化曲线和规律 酒度随蒸馏时间延长而下降；总酸随蒸馏时间延长而增加；乙酸乙酯随蒸馏时间延长而减少，而乳酸乙酯则渐增。以蒸馏时间为横坐标、上述 4 种成分含量为纵坐标，将它们在酒中的变化过程画成曲线。则曲线的交叉点为酒质最佳点；交叉点前段为酒质较好的馏分；交叉点后段为酒质较差的馏分。为合理接酒提供了依据。

② 不同馏分的“乙乳比”、感官评语及用途 在固定流酒速度为 4kg/min、接酒温度为 20℃ 下，每接 10kg 酒为 1 个号码的样品，共接 18 个序号的馏分，情况如下。

a. 1 号馏分为酒头。乙乳比为 $1:0.075$ ；乙酸乙酯香气浓，有醛味。可作为调味酒。

b. 2~16 号馏分为酒身。乙乳比为 $1:(0.08\sim0.77)$ ；乙酸乙酯香较浓，香气较清纯。可分出特香酒和基础酒。

c. 11~14 号馏分乙乳比为 $1:(1.04\sim4.99)$ ；香气平淡，涩味逐渐加重。其中一部分可用作基础酒，另一部分可作为调味酒。

d. 15~18 号馏分香气小，涩味重，呈酒稍子味（酒尾味）及酸味。少量可用作本产品的调味酒；大部分可作为其他产品的调味酒。

e. 将 1~18 号馏分的混合酒样与 10 号馏分相比，其乙乳比为 $1:(0.77\sim0.76)$ ；但混合酒样的酒体谐调感及醇甜感较差。

通过蒸馏工艺的研究，摸清了本产品的蒸馏成分变化规律，了解到各馏分的“乙乳比”、感官质量状况，确定了蒸馏工艺条件，并为精心勾调提供了依据。

4. 贮酒试验

将相同的基础酒分别置于 4°C 、 20°C 、 30°C 及自然温度下进行贮存，并定期进行品尝、检测，对比其变化状况。结果表明，总的趋势是在 $20\sim30^{\circ}\text{C}$ 下贮存 1~3 个月后、 20°C 以下贮存 11 个月后，对酒的降酸增酯有利，但其他成分的变化不太明显。在自然条件下贮存 1 年效果良好。但自然条件下的贮酒库温度最高的季节达 35°C ，冬季可降至 -8°C ，对酒的质量影响如何，须作进一步深入探讨。

（三）低度清香型曲霉麸曲白酒生产实例

某厂原生产大曲及麸曲清香型白酒及食用酒精，以大曲酒清香纯正、麸曲酒降低酒度后味感较长，两者优势互补为原则，以及食用酒精口味纯净的特点，降度、勾调出酒精体积分数为 38%、35%、28% 的高、中、低档产品。

1. 勾调用酒及用水

（1）基酒的选择

① 大曲酒。采用汾酒生产工艺、清蒸清烧、地缸内发酵 21

天，贮酒期为1年。具有以乙酸乙酯为主体的香气，口味绵甜爽净。

② 麯曲酒。以优质高粱为原料，以河内白曲、固态生香酵母为糖化发酵剂。采用清蒸混入老五甑工艺，在水泥瓷砖贴面池中发酵18~20天，贮酒期为半年。酒质醇厚、绵柔、后味较长。

(2) 调味酒

① 陈香调味酒。为贮存期在5年以上的大曲“压池酒”，一般实力较强的酒厂大多有这类调味酒。其特点是陈味大、酒体厚、余味长。用以勾调成的低度白酒，酒体较丰满，酒度较低而口味不显淡薄。

② 酯香调味酒。选用贮存期为不足半年的酒，加入少量优质的乙酸乙酯后，再贮存半年以上。制这类酒的关键是一定要选用高质量的乙酸乙酯。这类酒的作用是强化低度酒的酒体，使之保持基本的风格。

③ 甜味调味酒。将贮存1年以上的合格酒，加入约10%的冰糖溶解后，贮存15天即可。它可使低度白酒增强甜味感和醇和度，并延长留香时间。

(3) 低度白酒用水 用该厂深度为200m的深井之软水、甘甜清爽，直接加浆降度。水质完全可靠。

2. 勾调

过去凭经验，必须反复多次勾调，才能达到预期的基本要求，有时甚至会前功尽弃，从头开始，选择酒基和调味酒。现采用正交表试验法，先品尝酒基、确定勾调用酒的类别、定因素，并结合经验和化验数据定水平，用正交表法进行配比，每个水平各碰1次，既不重复又无遗漏。再逐一进行对比优选，找出最佳配比。

3. 除浊

有很多方法，该厂采用净化——硅藻土过滤法。净化器的介质以活性炭为主，能有效地吸附大分子物质，若使用得当，还可使低度白酒增强陈香感。低度酒经净化器净化后，再经硅藻土过滤机过滤，除去悬浮物和部分未被活性炭吸附的大分子物质，使酒质更为

稳定，不会出现返浊现象。须注意选择好相应的硅藻土。

4. 具体操作

(1) 调制高档低度白酒 初步确定各种酒的比例为：麴曲酒 75% 左右；大曲酒 20% 左右；陈香和酯香调味酒总量为 4%~6%。若不加调味酒，则虽口味醇厚绵长，但后味较短；添加调味酒后，则清香明显、酒体醇厚、丰满绵柔、余香味长、酒度低而不淡。

通常，酒精体积分数为 28% 的低度酒，调味酒加量大多达到 6%，并添加 5% 左右的冰糖，使酒体丰满，留香时间较长。

高档低度白酒勾调后，须贮存 7 天。再加入 1% 左右的粉状活性炭，搅拌均匀后静置 24h。然后过滤除浊，以增进酒的陈化感，这是促使低度白酒低而不淡的有效措施之一。须掌握好活性炭的选择、用量及处理时间。若用量过大、处理时间过长，则会使酒因氧化过度而后味苦涩。

(2) 调制中档低度白酒 初步确定麴曲酒用量为 94% 左右；大曲酒为 6% 左右。这类低度白酒不必加调味酒，并只需用活性炭处理一下即可。但可根据酒质加适量冰糖。本产品醇厚绵柔，余味较长。

(3) 调制低档低度白酒 在酒基中可加入 15%~20% 的酒尾及少量优质单体香精。酒尾须经活性炭塔处理，去除油味后使用。质量未达到要求的食用酒精，也须经活性炭塔处理后使用，但要掌握好处理时的流速。

七、关于生料制曲霉麴曲清香型白酒

生料制白酒的好处很多，能节省能源和劳动力；由于生料制酒酒醅黏度较小，故可减少辅料用量而增大投料量；由于原料不经蒸煮，故酒醅中的氨基糖及呋喃类等成分较少，避免了某些焦苦味，使酒味甘冽清爽。生料制酒精、黄酒、清酒、白酒的有关报道近几十年来很多，如果采用生料糖化法的确综合效果已优于熟料、并实现工业化生产，那人们何乐而不为呢？关键在于很多问题尚未根本解决，例如菌种的糖化能力问题，这是个首要问题，因为一般的糖

化菌，其对生淀粉的糖化能力要比糖化熟淀粉差很多倍。其次是如何抑制由生料带来的杂菌。

1. 关于菌种问题

必须选育到较理想的新菌种。其途径主要有二：一是将国内外已有的黑曲霉、白曲霉、拟鞘孢霉、根霉、放线菌、细菌等各类菌株，加以简单的生料糖化对比试验，挑选出相对较优秀者，将其单独或组合后，进行小试验或生产性试验，但往往费力费时而效果不理想。若对原有菌种采用传统的物理或化学的诱变等手段、甚至将其送到太空后再回来，再加以选育；或将现有曲霉菌株的遗传基因，采用现代遗传工程的方法，移植到现有的优良酿酒酵母细胞内，使此酵母菌株兼具糖化生淀粉并有一定发酵力的能力。后一种方法据报道，我国台湾省及印度的科技工作者早已采用过，并取得了一定的成果。据说有的从别人生产的酶制剂中分离出曲霉菌株，并用传统方法进行诱变育种，也取得了一定的成果。因为有的酶制剂中残存未被高温杀灭的原菌孢子。二是从大自然的土壤及一切含有生淀粉的物料中，以及大曲、小曲等各种曲中取样分离得原菌后，再采用传统或现代的手段，进行育种，以获取优良菌株。在此基础上，再进一步掌握其生长及所产酶的特性，尤其是对生淀粉糖化的性能如何。并进而试验和确定应用于白酒生产的一整套相应的工艺。当然使用时不一定是单一菌株，也可取各菌株之长，加以合理的配合使用。

很多生物包括人，大多有利用和分解生淀粉的能力。即使是粮粒及水果等本身，也有这种能力。问题在于这种能力有多大，有多大的实用价值。在过去利用黑曲霉生产柠檬酸时，也有使用熟淀粉和生淀粉的不同技术路线之争。也有不少醋厂是利用麴曲以生高粱淀粉来制醋的。一些大曲、小曲也是以生料培制的，有的根霉在生料上比在熟料上还长得好。但总地说来，在已有的菌株中，分解生淀粉的能力还是较为有限的。另外，应研究有些特种微生物，其利用生淀粉产酶和生长的机理是怎样的？具体基因是什么？微生物生长时是直接利用生淀粉还是须将淀粉降解后才能利用？能分解生淀

粉的酶的具体形成机理如何？这些酶的特性如何……诸如此类的很多问题，需要有关高校、科研单位及有条件的企业进行系统的研究，这些都是很重要的基础性工作。生料制酒精、制酒，与如何利用微生物解决部分能源的研究，都是世界性的课题，有紧迫感是必要的，但更重要的是进行切实的科研，思路要清晰，方法要得当、要下大工夫，才有相应的成果。

2. 关于生料制白酒的生产条件

很多单位都在做这方面的试验。例如廊坊地区食品研究所曾从 21 株菌种中筛选出适用于高粱、玉米、大米的 2 号菌株后，做了不少试验，取得了一定的成绩。现将有关内容简述如下。

(1) 原料粉碎度 以能通过 40 目筛的筛孔为宜。

(2) 润料 用热糟闷料出酒率较高。但润料程度等有待进一步试验。

(3) 粮糟比 为 1 : (3~3.5)。物料入池淀粉浓度高于熟料制白酒。

(4) 麴曲用量 加麴曲量为 18% 时原料出酒率最高。国外资料报道，也是以生料制酒时，用曲量或糖化酶用量均高于熟料制酒。应以每克生淀粉需多少个糖化酶活力单位来计算用曲量。

(5) 物料入池品温 生料制酒也须低温入池。若物料入池品温为 10~11℃，则发酵升酸幅度为 0.4；入池品温为 13~15℃，升酸幅度为 0.77；入池品温为 19℃，升酸幅度为 1.21。

就产酒精而言，若低温入池，则发酵前期产酒精速度虽很慢，但后来较快，在发酵结束时，酒醅的酒精体积分数可达 5.8%~6.2%；若入池品温为 17~19℃，则虽然发酵前期酒精生成速度较快，但在发酵终了时，酒醅的酒精体积分数仅为 4.2%。

低温入池可有效地控制产酸量、抑制杂菌繁殖；并有利于酵母持续发酵和保证酒醅质量。

(6) 关于亚硫酸控酸问题 国内有人在以生料制酒精的试验中，使用抗生素抑制杂菌；据国外报道，大多以添加亚硫酸的方法来抑制发酵醪中杂菌的生长，使生料发酵得以顺利进行。

经试验，在生料制白酒时，物料中一定的酸度，能够起到“以酸制酸”的作用；采取低温入池、定温蒸烧的工艺，也可抑制杂菌繁殖和产酸。

使用酶活力强的麸曲、酵母健壮的酒母；采用合理配料、低温入池的工艺，可保持池内酒醅发酵旺盛，有效地抑制杂菌生长。

另外，高粱皮中含有的单宁，因在酒醅中浓度很小，故经试验检测，证明不会影响生料制酒的发酵。

目前，生料制白酒尚存在缺乏糖化生淀粉能力很强的菌种、辅料和用曲量偏高，以及如何保证安全过夏等问题，均有待解决。

八、日本烧酎生产工艺

1. 甲类烧酎（新式烧酎）

甲类烧酎的原料，有以糖蜜为代表的糖质原料；以薯类、谷类为主的淀粉质原料。

现主要以糖蜜为原料制取粗馏酒精，再利用连续蒸馏器精制为高酒度的原酒。甲类烧酎的生产工艺过程及要点，基本上同酒精生产。

2. 乙类烧酎（传统烧酎，本格烧酎）

乙类烧酎采用间歇蒸馏法蒸馏。

（1）生产工艺

① 原料。以米、麦制曲和酒母；以米、麦、荞麦及薯类等为制酒原料。

② 制曲。自昭和 45 年（1925 年为昭和元年）起，已基本上改用白曲；但在冲绳县，仍采用传统的泡盛黑曲霉。自 1982 年起，已采用旋转圆盘型通风制曲机制曲。

③ 制醪。自 1962 年以后，改用 2 次投料法，即用曲和水制成一次醪（酒母）；再加水和蒸熟的谷物或薯类，制成二次醪。这种方法一直沿用至今。自 20 世纪 30 年代之后，发酵容器改用大型珐琅槽和不锈钢槽。

④ 蒸馏。自 1972 年以后，采用减压蒸馏机进行间歇蒸馏。

(2) 工艺要点 可归纳为“三大、二低、一长”。

① “三大”。即用曲量大、醪酸度大、发酵醪浓度大。通常，制曲的原料量约占总原料量的 $1/3$ 。若醪的酸度不足，则可用磷酸和柠檬酸补足。发酵终了时，醪的酒精体积分数可高达 $17\% \sim 18\%$ 。

② “二低”。即发酵品温较低，最高品温为 32°C ，在发酵 3 天之内可达最高品温，第 4 天品温开始下降；蒸馏时接酒酒度较低，通常控制酒精体积分数在 42% 以下， 18% 以下作为酒尾。

③ “一长”。发酵期较长，从培养酒母至发酵结束，共需 15~20 天。其中酒母培养期为 5 天。发酵期也因原料而异，甘薯为 11 天，麦类为 12 天，大米为 15 天。

3. 日本烧酎的发展特点

(1) 酒度趋低化 在市售的烧酎中，酒精体积分数为 25% 者，占 95% 以上，但在饮用时，仍需兑以 1 倍以上的开水或凉水；酒精体积分数为 $10\% \sim 16\%$ 的烧酎，销路也较好，这种低度酒尤其适销于旅游者。

(2) 产品多元化 除发展低度烧酎外，以烧酎为酒基的再制酒也不断面市，如用烧酎加糖浸泡水果酒、美味健康酒、提神酒、避寒酒、解暑酒、芝麻烧酎、咖啡烧酎、蕃红花烧酎、山药烧酎、海带烧酎等，不一而足矣！

参 考 文 献

- 1 方心芳. 汾酒酿造情况报告. 天津: 黄海化学工业研究社, 1934
- 2 方心芳, 金培松. 高粱酒之研究. 天津: 黄海化学工业研究社, 1935
- 3 地方工业部编. 烟台酿酒操作法. 北京: 中国轻工业出版社, 1956
- 4 无锡轻工业学院等. 酿酒工艺学. 北京: 中国财政经济出版社, 1962
- 5 陈声. 中国微生物工业发展史. 北京: 中国轻工业出版社, 1979
- 6 续光清. 食品工业. 中国台北: 徐氏基金会出版部, 1984
- 7 景泉等. 酒曲生产实用技术. 北京: 中国食品出版社, 1988
- 8 衡水地区制酒厂. 衡水老白干. 北京: 中国食品出版社, 1988
- 9 康明官. 白酒工业手册. 北京: 中国轻工业出版社, 1991
- 10 肖冬光等. 酿酒活性干酵母的生产与应用技术. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1994
- 11 康明官. 中外名酒知识及生产工艺手册. 北京: 化学工业出版社, 1994
- 12 章克昌等. 酒精与蒸馏酒工艺学. 北京: 中国轻工业出版社, 1995
- 13 康明官. 白酒工业新技术. 北京: 中国轻工业出版社, 1995
- 14 吴建平. 小曲白酒酿造法. 北京: 中国轻工业出版社, 1995
- 15 姜锡瑞. 酶制剂应用技术. 北京: 中国轻工业出版社, 1996
- 16 康明官. 中外名优酒产品大全. 北京: 化学工业出版社, 1998
- 17 沈怡方等. 白酒生产技术全书. 北京: 中国轻工业出版社, 1998
- 18 李大和等. 白酒工人培训教材. 北京: 中国轻工业出版社, 1999
- 19 康明官. 当代酒典. 北京: 经济日报出版社, 1999
- 20 黄平等. 中国酒曲. 北京: 中国轻工业出版社, 2000
- 21 康明官. 小曲白酒生产指南. 北京: 中国轻工业出版社, 2000
- 22 朱宝镛等. 中国酒经. 上海: 上海文化出版社, 2000
- 23 周恒刚等. 白酒生产指南. 北京: 中国轻工业出版社, 2000
- 24 洪光住. 中国酿酒科技发展史. 北京: 中国轻工业出版社, 2001
- 25 酿酒. 黑龙江省酿酒专业协会、中国标准化协会, 1990~2004
- 26 酿酒科技. 中国酿酒信息中心、贵州省轻工科研所, 1990~2004

内 容 提 要

本书完整地论述了各类清香型白酒生产技术，其内容涵盖了大曲清香型白酒、小曲清香型白酒、根霉麴曲清香型白酒、麴曲清香型白酒这四大支系，填补了此类图书的空白。全书系统地阐述了几十年来清香型白酒的生产经验和科研成果，并详细地列举了大量的生产实例。

在内容上，基本符合“全、新、实、准、特”的要求；在全书结构上，比较严密，前后呼应，浑然一体。作者注重构思谋篇、开宗明义，以利于读者易看、能懂、可记、会用，并为读者留有独立思考的空间。因此，本书具有较强的实用价值和可读性。

本书适于从事白酒生产、科研的技术人员和工人阅读，也可供相关院校的师生参考。

化学工业出版社酒类图书

配制酒生产技术指南	25.00 元
酒文化问答	22.00 元
科学饮酒知识问答	20.00 元
酒精高效清洁生产新工艺	24.00 元
酿酒工艺与设备选用手册	68.00 元
酒类制造	20.00 元
新编酒精工艺学	33.00 元
清香型白酒生产技术	28.00 元