

第一篇 发酵酒类生产工艺

第一章 蒸馏酒(中国白酒)生产工艺

本章提要

1. 熟悉蒸馏酒生产过程中出现的专业术语,掌握蒸馏酒生产的基本理论和方法。
2. 比较我国固态法生产蒸馏酒与世界著名蒸馏酒生产的异同及各自的优点。
3. 深刻思考我国蒸馏酒生产的低度化和液化过程中遇到的问题。

第一节 概 述

原料经过糖化和酒精发酵后再蒸馏得到的酒称为蒸馏酒,如白兰地、白酒等。我国白酒生产技术在世界发酵工业生产过程中占有重要的地位。我国白酒的酒精浓度特别高,是世界上罕见的。近年来我国大力发展低度白酒。

白酒是我国传统的蒸馏酒,生产工艺独特,品种丰富多样。白酒中香味成分浓厚,每个品种各自有独特的香味。可以分别按使用曲种、生产工艺、质量特点以及香型将白酒分类如下。

1. 按采用的曲种类别,可以分为大曲白酒、小曲白酒和麴曲白酒

(1) 大曲白酒:大曲白酒是用小麦、大麦或豌豆等原料经自然发酵制成的。一般先将原料粉碎,然后蒸熟制成曲块,再经自然发酵而成。用大曲制成的白酒有特殊的曲香,酒味醇和,但用曲量大,消

耗的粮食多 出酒率低 生产周期长 因此只有酿造名酒、优质酒才使用大曲。大曲中的微生物是曲霉菌和细菌，如醋酸菌、乳酸菌及酵母。近年来发现曲中微生物存在的种类和制曲温度有密切关系：在 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$ 制的大曲 酿成的白酒中含己酸乙酯较多 属浓香型 如五粮液 制曲温度低于 50°C 时，酿成的酒中含醋酸乙酯较多，属清香型 如汾酒。

(2) 小曲白酒：小曲白酒是用米粉和米糠加中药制成的，南方各省生产的白酒约有一半是小曲白酒，它香味清淡、用曲少、出酒率高 属米香型 如三花酒。

(3) 麸曲白酒：建国后在酿酒工艺上进行了一项革新，即用 麸皮酒糟制成散状曲，称为麸曲。麸曲中的菌种是纯种培养的曲霉菌。用麸曲酿酒 节约粮食 出酒率高 生产周期短 适于机械化生产。不过酒的风味不如大曲酒 但如选好培养的菌种 在工艺上采取有效措施 用麸曲也可生产优质的白酒 如河北的迎春酒、山西的二曲酒、辽宁的金州曲酒、黑龙江的高粱糠白酒 在全国第三届评酒会上均被评为优质酒。

2. 按生产工艺，可分为固态发酵白酒和液态发酵白酒

(1) 固态发酵白酒：我国传统酿酒采用固态发酵法，就是糖化和发酵合在一起进行的双边发酵 酿造出的酒质量佳 为消费者所喜爱，如清香型白酒。

(2) 液态发酵白酒：现代化酒精生产方式采用液态发酵法，就是糖化和发酵分开进行 生产出的白酒称为新工艺白酒 它的风味质量尚不适合我国消费者的习惯。

3. 根据白酒的质量特点或香型可分为清香型、浓香型、酱香型、米香型及其他香型

(1) 清香型：清香型常以山西省的汾酒为代表，它的风味特点是 清香纯正 口味协调 微甜绵长 余味爽净 代表着传统白酒的风格，适合于北方人的口味。酒中的香气主要是乳酸乙酯和乙酸乙酯相互搭配协调形成的。北京二锅头也属于此类，只因其两种主要的香气成分含量低，而清香型的香气风格表现不太明显

(2) 浓香型：浓香型以四川省的泸州特曲为代表，它的风味特点是窖香浓郁 绵柔甘冽 香味协调 入口甜 落口绵 尾子净 可以概括为“香、甜、浓、净”四个字。浓香型白酒可以稍带一点酱香 但不露头。浓香型白酒适合于国内大部分消费者的口味，深受广大消费者喜爱，因此在我国白酒中占的比例最大。酒中的香气成分主要是己酸乙酯和适量的丁酸乙酯。名酒中的五粮液、古井贡酒、洋河大曲和双沟大曲等都属于此类。

(3) 酱香型：酱香型的代表首推茅台酒，产于贵州省仁怀市茅台镇。酱香型白酒以“酒度低而不淡，香而不艳”著称。它的风味特点是酱香突出 幽雅细致 酒体醇厚 回味悠长。盛过酒的空杯仍留有香气，这是酱香型白酒的一大特点。酒中的主要香气成分很复杂，其中挥发性的酚类化合物是香气的重要成分，如愈创木酚、香草酸、丁香酸、香草醛、酮酸等以及它们的酯类，另外还含有多元醇和乙酸酯。酱香型白酒略有焦香，但不能露头。我国酱香型白酒种类不多，除茅台酒之外，还有四川省的郎酒和湖南常德的武陵酒。

(4) 米香型：小曲酒多属于米香型，也是我国传统的酒品之一。是应用小曲糖化发酵大米而制成的蒸馏酒，在我国南方各省较为普遍。它的风味特点是米香清雅纯正 入口绵柔 落口甘冽 回味怡畅，有时还有令人愉快的曲药香。酒中的香气成分主要是乳酸乙酯，乙酸乙酯含量稍低 除了酯类外 异戊醇和异丁醇的含量高于其他香型白酒，可能与小曲酒采用的半液体发酵工艺有关。桂林的三花酒和全州的湘山酒都属于米香酒。

(5) 其他香型：有的白酒兼有两种或两种以上香型的特点，称为兼香型，习惯上被列为其他香型。介于酱香和浓香之间的兼香型代表酒种为湖北松滋白云边酒；具有酱香而又区别于酱香的芝麻香型的代表酒种为山东安丘的景芝酒；兼有清香和浓香特色的凤型酒的代表酒种为陕西凤翔的西凤酒；兼有浓香、酱香、药香特色的董型酒的代表酒种为贵州遵义的董酒；兼有浓香、酱香、清香特色的特型酒，代表酒种为江西樟树的四特酒。它们均具有本香型产品

的独特风格和特征性香味成分，主要香味成分之间具有一定的比例关系，还具有独特的生产工艺，即具备了保持其香型特点的条件。

第二节 酒曲生产工艺

酒曲是我国酿酒技术的重大发明，它是世界上最早的包含多种微生物的复合酶制剂。《齐民要术》、《北山酒经》中论述过多种制曲方法和技艺。在《天工开物》中提出的制曲工艺已相当完善 例如培养曲种的传代、添加酒糟以调节酸度、提供营养等。有人称酒曲是我国古代的第五大发明。

一、大曲的生产

(一) 大曲的特点和类型

1. 大曲的特点

大曲作为酿制大曲酒用的糖化剂、发酵剂 在制造过程中依靠自然界带入的各种野生菌 在淀粉质原料中进行富集、扩大培养 保藏了各种酿酒用的有益微生物，再经过风干、贮藏，即成为成品大曲。每块大曲的质量为 2~3kg，一般要求贮藏 3 个月以上 成为陈曲才可使用。

制曲原料中要求含有丰富的碳水化合物（主要是淀粉）、蛋白质以及适量的无机盐等，能够供给酿酒有益微生物生长所需要的营养成分。由于微生物对于培养基（营养物质）具有选择性 若培养基是以淀粉为主，则曲中生长的微生物必须是对淀粉分解能力强的菌种为主 若以富于蛋白质的黄豆作为培养基 必然是对蛋白质分解能力强的微生物占优势。酿制白酒用的大曲也是一种微生物的选择培养基。由于小麦含丰富的面筋质 因此完全用小麦做的大曲 黏着力强 营养丰富 适于霉菌生长。其他的麦类如大麦、荞麦 由于缺乏黏性 制曲过程中水分容易蒸发 热量也不易保持 因此不适于微生物生长。所以在用大麦或其他杂麦为原料时，常添加 20%~40% 豆

类以增加黏着力 同时增加营养。但如果配料中豆类用量过多 则黏性太强，容易引起高温细菌的繁殖而导致制曲失败。大曲原料的主要化学组成见表 1-1-1。

表 1-1-1 大曲原料的主要化学组成 单位：%

原料名称	含水量	粗淀粉含量	粗蛋白质含量	粗脂肪含量	粗纤维含量	灰分
大麦	11.5~12	61~62.5	11.2~12.5	1.69~2.8	7.2~7.9	3.44~4.22
小麦	12.8	61~65	7.2~9.8	2.5~2.9	1.2~1.6	1.66~2.9
豌豆	10~12	45~55	25.5~27.5	3.9~4.0	1.3~1.6	3.0~3.1

大曲是用生料制曲 这样有利于保存原料中富含的水解酶类 如小麦麸皮中的 β -淀粉酶含量与麦芽的含量差不多，有利于大曲酒酿制过程中淀粉的糖化作用。

大曲中含有丰富的微生物，提供了酿酒所需要的多种微生物混合体系。特别是大曲中含有霉菌，这是世界上最早把霉菌应用于酿酒的实例。

微生物在曲块上生长繁殖时 分泌出各种水解酶类 使大曲具有液化力、糖化力和蛋白分解力等。大曲中含有多种酵母菌 具有发酵力、产酯力。在制曲过程中，微生物分解原料形成代谢产物，如氨基酸、阿魏酸等 它们是形成大曲酒特有香味的前体物质。氨基酸同时还向酿酒微生物提供氮源，因而对成品酒的香型风格也起着重要作用。

由于在不同季节里，自然界中微生物群的分布状况有差异，一般是春、秋季酵母比例大 夏季霉菌多 冬季细菌多 因此大曲的踩曲季节一般以春末夏初到中秋节前后最为合适。在春末夏初这个季节，气温和湿度都比较高 有利于控制曲室的培养条件 被认为是最好的踩曲季节。由于生产的发展，目前很多名酒厂已发展到几乎全年制曲。

大曲的糖化力、发酵力均相应比纯种培养的麸曲、酒母低 粮食耗用量大 生产方法还依赖于经验 劳动生产率低 质量也不够稳定。

经过原轻工业部的推广 全国除名白酒和优质酒外 大部分大曲白酒已改为麸曲白酒。辽宁凌川酒和山西祁县的‘六曲香酒’是根据大曲中含有多种微生物群的原理 采用多菌种纯种培养后 混合使用制成的 出酒率较高 具有大曲酒的风味 是今后发展的方向。但由于大曲中含有多种微生物群，因此在制曲及酿酒过程中形成的代谢产物种类繁多 使大曲酒具有丰富多彩的芳香味和醇厚回甜的口味 且各种大曲酒均具有独特的香型、风格 目前其他方法酿造的酒尚不能达到这种水平。另外大曲也便于保存和运输，所以名白酒及优质酒仍采用大曲进行生产。

2. 大曲的类型

根据制曲过程中曲坯的最高温度控制在不同的范围，大致可将大曲分为低温曲、中温曲及高温曲三种类型。汾酒采用低温曲进行生产 高温曲主要用来生产茅香型大曲酒 泸型大曲酒虽也可使用高温曲，但制曲过程的品温较茅香型大曲略低，大多采用中温曲。因此，大曲酒的香型与所用曲的类型是密切相关的。除汾酒大曲和董酒麦曲外 绝大多数名酒厂和优质酒厂都倾向于高温制曲 以提高曲香。有人认为生产高温曲，是使大曲内菌系向繁殖细菌的方向转化，现将酒厂制备各种大曲的最高品温列在表 1-1-2 中。

酒曲名称	最高温度	酒曲名称	最高温度
茅台酒曲	60~65	汾酒酒曲	45~48
五粮液酒曲	58~60	西凤酒酒曲	58~60
全兴酒酒曲	60	董酒酒曲	44
泸州老窖酒曲	55~60	龙滨酒酒曲	60~63

低温类型的汾酒大曲 制曲工艺着重于“排列”操作严谨 保温、保潮、降温等各阶段环环相扣，要控制曲坯品温最高不超过 50℃。汾酒的制曲原料为大麦和豌豆 这是香兰素和香兰素酸的来源 可以使汾酒具有清香味。

西凤曲属于中温曲，其主要特点是曲坯水分大(43%~44%)、升

温高(品温最高达 58~60℃) 由于使用大麦、豌豆为制曲原料 所以西凤酒也具有清香味。

通过对低温曲微生物菌系的分离鉴定, 初步了解到其是以霉菌和酵母为主。

高温类型的茅台大曲 制曲工艺着重于“堆”即在制曲过程中将用稻草隔开的曲坯堆放在一起, 以提高曲坯的培养品温, 使之达到 60 以上, 这个操作亦称为高温堆曲。高温曲的制曲原料为纯小麦, 其中氨基酸含量高。高温会促使酵母菌大量死亡, 如茅台大曲中很难分离得到酵母菌, 同时酶的活力也大大降低; 而细菌特别是嗜热芽孢杆菌, 在制曲后期高温阶段繁殖较快, 少量耐高温的红曲霉也开始繁殖。这些复杂的微生物群与成品酒质量的关系, 至今还没有完全了解清楚。

现将华东部分酒厂的两类型的大曲样品分析数据列于表 1-1-3 中。

表 1-1-3 高温曲与中温曲的分析数据

大曲名称	水分/%	酸度 /(mL/100g)	pH	淀粉含量 /%	糖化力 /[mg 葡萄糖/(g 曲·h)]	液化力 /min
双沟高温曲	12.3	1.08	5.8	52.26	140	268
双沟中温曲	14	0.6	6.3	55.05	320	97
洋河高温曲	13.2	0.96	5.9	52.36	120	32 以上
洋河中温曲	15	0.36	6.6	52.59	465	37
濉溪高温曲	13	0.96	5.6	59.13	70	320 以上
濉溪中温曲	13.4	0.46	6.5	52.83	720	32

注: (1) 分析方法按江苏轻工业局编《白酒化验操作法》进行。

(2) 液化力以碘液退色时间 (min) 表示。

从以上数据可以看出, 高温曲与相应的中温曲相比, 呈水分低、酸度高 (pH 低)、淀粉量消耗多 (淀粉含量低)、糖化力及液化力低的规律。由此可见, 制曲温度对大曲性能的影响是很大的。

(二) 高温曲生产工艺

1. 小麦的粉碎

高温曲采用纯小麦制曲 对原料品种无严格要求 但要求颗粒整齐、无霉变、无异常气味和农药污染 并保持干燥状态。

原料要进行除杂操作。在粉碎前应加入 5%~10% 的水拌匀, 润料 3~4h 后 再用钢磨粉碎 将麦皮压成薄片(俗称梅花瓣)而麦心成细粉状 统称为粗麦粉 其中麦皮在曲料中起疏松作用。对原料粉碎度的要求是 不能通过 20 目筛的粗粒及麦皮占 50%~60% 能通过 20 目筛的细粉占 40%~50%。

2. 拌曲料 和曲料)

将粗麦粉运送到压曲机(踩曲室)通过定量供粉器和定量供水器 将曲料 及曲母 和水按一定比例加入搅拌机 搅匀后送入压曲设备进行成型。

原料的加水量和制曲工艺有很大关系, 因为各类微生物对水分的不同要求是不同的。若加水量过多 则曲坯容易被压制过紧 不利于有益微生物向曲坯内部生长 而表面则容易长毛霉、黑曲霉等 并且曲坯升温快 易引起酸败细菌的大量繁殖 使原料受到损失并降低成品曲的质量。若加水量过少 则曲坯不易粘合 造成散落过多 增加碎曲数量, 另外曲坯会干得过快, 致使有益微生物没有充分繁殖的机会 亦会影响成品曲的质量。

和曲时的加水量 一般为粗麦粉质量的 37%~40%。对制曲时不同加水量进行对比试验的结果是 重水分曲(加水量 48%)的培养过程中 升温高而快 延续时间长 降温慢 轻水分曲(加水量 38%)则相反 但酶的活力较高(见表 1-1-4)。

高温曲的传统操作是在和曲时接入一定量的曲母, 至今仍沿用。曲母的使用量因季节而异, 夏季为粗麦粉质量的 4%~5% 冬季为 5%~8%。一般认为曲母选用去年生产的含菌种类和数量都较多的白色曲为好。

3. 踩曲(曲坯成型)

踩曲即用踩曲机(压曲机)将拌好的曲料压成砖块形。踩曲时以

能形成松而不散的曲坯为最好，这样黄色曲块多，曲香浓郁。

表 1-1-4 不同加水量对成品曲外观和糖化力的影响

	外观	内 部	气味	化学成分对比		
				糖化力 /[mg 葡萄糖 /(g 曲·h)]	水分/%	酸度/ (mL/100g)
重水分曲	多为褐色	灰白色,菌丝 密集,较均匀	香气一般	109	10	2.0
轻水分曲	大部分黄褐色	斑花状,粗 糙,菌丝少,黑 褐色较多	多数具酱香	300	10	2.0

4. 曲的堆积培养

曲的堆积培养可分为堆曲、盖草和洒水、翻曲及拆曲四步 现分述如下：

(1) 堆曲：压制好的曲坯应先放置 2~3h 待表面略干 并由于面筋粘结使曲坯变硬后，移入曲室培养。

曲块移入曲室前 应先在靠墙的地面上铺一层稻草 厚约 15cm, 起保温作用。然后将曲坯三横三竖相间排列，曲坯之间留约 2cm 的距离 并用草隔开 可以促进霉衣生长。排满一层后 在曲坯上再铺一层稻草 厚约 7cm 横竖排列应与下层错开 以便空气流通。一直排列四五层后 再排第二行 最后要留一行或两行的空位置 作为以后翻曲时转移曲坯的场所。

(2) 盖草与洒水 曲坯堆好后 用乱草盖上 进行保温保湿。为了保持湿度 通常对盖草层洒水 夏季的洒水量较冬季多些 但应以洒的水不会流入曲堆为准。

(3) 翻曲 盖草和洒水后 立即关闭门窗 微生物即开始在曲堆表面繁殖 品温逐渐上升 夏季经 5~6d 冬季经 7~9d 曲坯堆内温度可达到 63℃，室内温度接近或达到饱和点，至此曲坯表面已长出霉衣 此后可进行第一次翻曲。再过一周左右 翻第二次 这样可使

曲块干得快些。翻曲的目的是调节温度和湿度，使每块曲坯均匀成熟。翻曲时应尽量把曲坯间的湿草取出，地面与曲坯间应垫以干草。为了使空气易于流通，促进曲块的成熟与干燥，可将曲坯间的行距增大，并竖直堆积。大部分曲块的菌丝体都在翻曲后才从外皮向内部生长，曲的干燥过程就是霉菌菌丝体向内生长的过程，在这期间，如果曲坯水分过高将会延缓霉菌的生长速度。

根据多年来的生产经验，认为翻曲过早，曲坯的最高品温会偏低，这样制成的大曲中白色曲较多，翻曲过迟，则黑色曲会增多。生产上要求黄色曲多，所以翻曲的时间要很好掌握。目前主要依据曲坯温度及口味来决定翻曲时间，即当曲坯中层品温达 60°C （通过指示温度计观察）并以口尝曲坯具有甜香味时（类似于一种糯米发酵蒸熟的食品所特有的香味）即可进行翻曲。据有关资料介绍，之所以这样操作得到的黄色曲多且香味浓郁可能与以下成分变化有关：

很多高级醇、醛都是由氨基酸生成的，它们是酒香的组成成分。

有些酱香的特殊香气成分如酱香精、麦芽酚、甲二磺醛和酪醇等，它们的生成都与氨基酸有关，例如麦芽酚是由原料中所含的麦芽糖等双糖类与氨基酸共热生成的。

氨基酸、肽及胨等能与单糖及其分解产物糠醛等在高温下缩合成一类黑褐色的化合物，统称为黑色素，其中部分能溶于水，具有芳香味。

以上变化大都与温度有关，所以在高温制曲操作中十分重视第一次翻曲。

(4) 拆曲：翻曲后，一般品温会下降 $7\sim 12^{\circ}\text{C}$ ，在翻曲后 $6\sim 7\text{d}$ ，温度又会渐渐回升到最高点，以后又逐渐降低，同时曲块逐渐干燥；在翻曲后 15d 左右，可略开门窗，进行换气，约 40d 后（冬季要 50d ），曲温降到接近室温，大部分曲块也已干燥，即可拆曲出房。出房时，如发现下层有含水量高而过重的曲块（水分超过 15% ）应放置于通风良好的地方或曲仓，以促使其干燥。

5. 成品曲的贮藏

制成的高温曲可分为黄、白、黑三种颜色。习惯上以具菊花心、红心的金黄色曲为最好，因为这种曲的酱香气味好。白曲的糖化力强，但根据生产需要，仍以金黄色曲多为好。

在曲块拆出后，应贮藏 3~4 个月，成为陈曲后再使用。在传统生产上非常强调使用陈曲，因为制曲时潜入的大量产酸细菌，在比较干燥的条件下会大部分死掉或失去繁殖能力，所以陈曲相对讲是比较纯的，用来酿酒时酸度会比较低。另外大曲经贮藏后，酶活力会降低，酵母数也能减少，所以在使用适当贮藏的陈曲酿酒时，发酵温度上升会比较缓慢，酿制出的酒香味较好。

(三) 低温曲生产工艺

1. 原料的粉碎

将质量占 60% 的大麦与 40% 的豌豆配好后，进行混合、粉碎。对通过 20 目筛的细粉，冬季取 20%，夏季取 30%，而通不过的粗粉，冬季取 80%，夏季取 70%。

2. 踩曲(压曲)

踩曲时采用大曲压曲机，将拌好水的曲料装入曲模后压制成曲坯。曲坯含水量在 36%~38%，每块重 3.2~3.5kg。要求踩好的曲坯外形平整，四角饱满无缺，厚薄一致。

3. 曲的培养

现以清茬曲为例，介绍其工艺操作如下。

(1) 入房排列：曲坯入房前应调节曲室温度为 15~20℃。夏季，温度越低越好。曲房地面要铺上稻皮，将曲坯搬置其上，排列成行(侧放)。曲坯间隔为 2~3cm，冬近夏远，行距为 3~4cm。每层曲上放置苇杆或竹杆，然后上面再放一层曲坯，共放三层，使成“品”字形。

(2) 长霉(上霉)：入室的曲坯稍风干后，要在曲坯上面及四周盖上席子或麻袋保温，夏季蒸发快，可在上面洒些凉水，然后将曲室门窗封闭，温度逐渐上升，一般 1d 左右开始“生衣”，即曲坯表面有白色霉菌的菌丝斑点出现。夏季约经 36h 可升温至 38~39℃，冬季约需 72h。要控制品温缓慢上升，保证上霉良好，此时曲坯表面有根霉菌丝和拟内孢霉的粉状霉点，还有比针头稍大一点的乳白色或乳黄

色的酵母菌落。如品温上升至指定温度，而曲坯表面霉衣尚未长好，则可缓缓揭开部分席片进行散热，适当延长数小时，使霉衣长好，但应注意保湿。

(3) 晾霉：当曲坯品温升高至 $38\sim 39^{\circ}\text{C}$ 时，必须打开曲室的门窗，以排除湿气，并降低室温；同时应把曲坯上层覆盖的保温材料揭去，将上下层的曲坯翻倒一次，拉大曲坯的排列间距，以降低曲坯内的水分和温度，达到控制曲坯表面微生物的生长目的。这在制曲操作上称为晾霉。晾霉应及时，如果晾霉太迟，菌丛长得太厚，曲皮起皱，会使曲坯内部水分不易挥发；如果晾霉过早，菌丛长得少，会影响曲坯中微生物进一步繁殖，使曲块板结。

晾霉开始温度为 $28\sim 32^{\circ}\text{C}$ ，不允许有较大的对流风，防止曲皮干裂。晾霉期为 $2\sim 3\text{d}$ ，每天翻曲一次。第一次翻曲，曲坯由三层增至四层，第二次增至五层。

(4) 潮火阶段：在晾霉后 $2\sim 3\text{d}$ ，曲坯表面不粘手时，即封闭门窗而进入潮火阶段。入房后第 $5\sim 6\text{d}$ ，起曲坯开始升温，品温上升至 $36\sim 38^{\circ}\text{C}$ 后进行翻曲，抽去苇杆，曲坯由五层增至六层，排列成“人”字形，每 $1\sim 2\text{d}$ 翻曲一次。此时每日放潮两次，窗户每昼夜两封两启，品温随之两起两落。总体上曲坯品温由 38°C 渐升到 $45\sim 46^{\circ}\text{C}$ ，这需要 $4\sim 5\text{d}$ ，此后即进入大火阶段，这时曲坯已增至七层。

(5) 大火高温阶段：这个阶段微生物的生长仍然旺盛，菌丝由曲坯表面向里生长，水分及热量由里向外散发，通过开闭门窗来调节曲坯品温，使之保持在 $44\sim 46^{\circ}\text{C}$ 的高温，大火条件下 $7\sim 8\text{d}$ ，但不许超过 48°C ，也不能低于 30°C 。在大火阶段每天翻曲一次。大火阶段结束时，基本上有 $50\%\sim 70\%$ 的曲块已成熟。

(6) 后火阶段：这个阶段曲坯日渐干燥，品温逐渐下降，曲块由 $44\sim 46^{\circ}\text{C}$ 逐渐下降到 $32\sim 33^{\circ}\text{C}$ ，直至不热为止。后火阶段一般为 $3\sim 5\text{d}$ ，曲心水分会逐渐蒸发。

(7) 养曲阶段：后火期后，还有 $10\%\sim 20\%$ 曲坯的曲心部分尚有余水，宜用微温蒸发，这时曲坯本身已不能发热，将环境温度保持在 32°C ，使品温控制在 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，把曲心部分残余的水分蒸发干净。

(8) 出房 出房后 将曲坯叠放成堆 曲间距离 1cm。

酿酒时 按一定比例将清茬、后火和红心三种大曲混合使用。这三种大曲的各制曲工艺阶段完全相同，只是在品温控制上有所区别，现分别说明其制曲特点。

清茬曲：清茬曲的热曲最高温度为 44~46℃ 晾曲降温极限为 28~30℃ 属于小热大晾。

后火曲：后火曲在起潮火到大火阶段，最高曲温达 47~48℃ 在高温阶段维持 5~7d 晾曲降温极限为 30~32℃，属于大热中晾。

红心曲：在红心曲的培养上，采用边晾霉边关窗起潮火的方法 无明显的晾霉阶段 升温较快 很快升到 38℃ 窗户无昼夜两封两启，品温无昼夜的两起两落，只是依靠平时调节窗户大小来控制。在起潮火到大火阶段 最高曲温为 45~47℃ 晾曲降温极限为 34~38℃，属于中热小晾。

(四) 关于强化大曲

传统大曲是利用自然环境中的微生物制成的，但因自然环境的条件差异，微生物种类与数量的悬殊，因此大曲质量相差很大。自 20 世纪 60 年代中期开始，随着对大曲微生物研究的深入，一些单位在踩曲配料时 加入人工纯种培养的菌株 以提高大曲的酶活力 进而减少用曲量，这种方法称为强化制曲。

将从酿造过程中选育出的优良霉菌、酵母菌分别进行培养 由斜面培养扩大到三角瓶 再扩大到曲盘 然后按一定的比例混合制成种曲 按通常的大曲制作法 再加入种曲 进行菌种培制后 便可制得强化曲。强化曲与普通曲的区别就在于前者是人为接种大量有效微生物 使之与优质大曲特定的微生物菌系相近似 后者则是依靠自然环境中的微生物，不能保证有益菌类占优势。

1. 种曲的制作

霉菌和酵母均采用固体培养法。菌株的数目以各厂的实际情况而定。

(1) 斜面试管培养：斜面试管培养采用麦芽汁琼脂培养基或麸

皮汁琼脂培养基在 28~30 培养 3~4d。

(2) 三角瓶扩大培养：采用三角瓶扩大培养时，在麸皮中加入占其质量 50%~70% 的水（具体情况视麸皮粗细和水分含量而定），拌匀后分装于 500mL 的三角瓶内，每瓶装 30~40g，在 0.1MPa 压力下灭菌 1h，冷却后接入斜面菌种，保持 28~30 培养 4~5d。在培养过程中注意菌丝生长的情况，及时摇瓶、扣瓶，使底部空气充足、生长均匀。

(3) 浅盘扩大培养：浅盘扩大培养时，在麸皮内加入占其质量 60%~80% 的水，然后拌匀。若麸皮较细，搅拌后发黏，可加 10% 左右的稻壳作为疏松剂。常压蒸 1h，取出后进曲房冷却至 35℃，再分别接入三角瓶种子 0.3%~0.5%，混匀后先堆积于曲盘中，并将曲盘叠成柱形，在 28~30 保温培养。注意保持曲房内较大的湿度，待品温开始上升，将盘中小堆摊开，曲盘仍叠成柱形，继续培养。待品温上升到 35~37 时划盘，并将曲盘按品字形或 X 形等放置。以后随品温变化划盘、错盘、倒盘。培养品温始终控制在 38℃（霉菌）或 35℃（酵母）以下，培养 3d 即成熟，然后烘干备用。

培养好的曲盘菌种，按糖化菌与发酵菌 1:1（质量比）的比例混合。糖化菌中黄曲霉占 70%，根霉占 20%，红曲霉占 10%。发酵菌中产酒酵母占 50%，产香酵母占 50%，即可制成强化大曲的种曲。

2. 强化大曲的制作

按常规大曲的制作方法将原料粉碎好，以 0.5% 的接种量将强化曲的种曲加入制大曲的原料中，混匀后加水搅拌，然后踩曲。按传统方法进行培菌管理，培养 1 个月左右便可出曲存放。从成品曲的感官来看，强化大曲的香味比普通曲浓，断面颜色好，菌丝多，并有黄色和红色斑点。

二、麸曲的生产

制作麸曲的关键在于曲霉生长繁殖的过程，供给曲霉生长需要的氧气，同时要排除所放出的热量和二氧化碳，维持适当的温度和湿

度 保证曲霉的正常生长。

固体制曲的生产方法 通常有曲盘制曲、帘子制曲和机械通风制曲三种。曲盘法和帘子法的曲层较薄 可采用自然通风 而机械通风制曲的曲层较厚，要采用机械方法达到通风目的。

曲盘制曲的劳动强度很大，目前只有制备种曲时还会采用，在一般生产中已被淘汰。帘子制曲虽有一些改进，但仍不能摆脱手工操作 这样劳动强度大 且占厂房面积大 生产效率低 还受自然气候影响，产品质量不易稳定。机械通风制曲，曲料厚度为帘子法的 10~15 倍，曲料入箱后通入一定湿度和温度的空气，以维持曲霉适宜的生长条件，这样便可达到高质、高产及降低劳动强度的目的。

(一) 纯种培养

1. 试管菌种的培养

(1) 米曲汁的制备：称取大米，煮成米饭状，冷却后接入 3.784 米曲霉 在种曲房培养 34~38h，取出后风干备用。若米曲培养的时间较短 则曲较嫩 但是糖液过滤较困难 若培养时间较长 则因蛋白质分解较好，糖液容易过滤。

(2) 米曲汁培养基的制备：称取大米洗净，加 10 倍质量的水在 $4.9 \times 10^4 \text{Pa}$ 压力下蒸煮 1h 冷却至 60°C 加入米曲 在 60°C 保温糖化 3~4h 过滤后得到糖液 调糖度至 12°Bx ，pH 在 6 左右 加 2% 的琼脂 溶化后注入试管 在 $9.8 \times 10^4 \text{Pa}$ 压力下灭菌 20min 取出后摆成斜面 然后冷却备用。

这是传统的试管培养基做法，但是黑曲霉最好用察氏培养基。

(3) 接种培养：接种培养要在无菌箱内进行，从原菌试管中挑取孢子，迅速移入斜面试管中，或采用无菌水梯度稀释法进行接种，在 31°C 保温培养 4~7d 取出后放冰箱内保存。

试管原菌种要每月移接一次 使用 5~6 代后 必须进行分离以纯化菌种，防止衰退。

2. 曲种培养（二重皿或三角瓶扩大培养）

在麸皮中加 70%~80% 的水 润料 1h 后包在纱布中，用 $9.8 \times$

10^4Pa 压力蒸料 30min 然后取出冷却 使料疏松 再装入二重皿中 (或装入三角瓶中)每皿装 10g 左右 在 $9.8 \times 10^4\text{Pa}$ 压力下灭菌 40min 冷却接种后 在 31~32 培养 经过 16~18h 麸皮已经成饼, 进行扣皿 继续培养 3~4d 即成熟。要求成熟种曲的孢子稠密、粗壮、整齐。培养期间注意皿盖上不能有过多的冷凝水 以防滴水。出室后的曲种宜置于冷暗处干燥保存。

培养曲种传统上采用麸皮以及二重皿(容易污染)或三角瓶(占面积太大),建议改用小米(营养丰富,有效面积大)大试管(不易污染,占面积小)代替,效果较好。

(二) 种曲制备(帘子曲)

1. 种曲培养过程与条件

(1) 配料:在麸皮中加入 5% 的稻皮,再根据原料的吸水情况和气候条件来确定,100kg 麸皮加水 110~115kg 堆积 1h 左右 使麸皮充分吸收水分。要求拌料后含水量为 56%~58% 有些季节可用硫酸调 pH 至 0.8~1.0,防止杂菌污染。

(2) 蒸料:圆汽后蒸 40~60min 时间不宜过短 否则蒸料不透会对曲质量有影响。但时间过长麸皮易发黏。

(3) 接种:蒸料后过筛疏松,冷却至 40°C ,再接入菌种 0.15%~0.25%,搅拌均匀。帘子曲装料不宜多,曲料厚度为 1~2cm 即可。装料后品温控制在 30~31 $^\circ\text{C}$ 室温保持在 30 左右。

(4) 前期管理培养 这个时期孢子膨胀发芽,但并不发热 需要保持恒温以维持品温。培养后阶段温度上升,要控制其上升速度。

装料后 6h 左右 孢子开始发芽 菌丝蔓延 这时应将料堆推平。As3.4309 孢子萌发较晚,堆积时间约 10h,使其他好氧菌窒息而死。这时期要利用划帘来控制品温 保持在 32~35 为宜 若温度过高,则水分蒸发过快,影响菌丝以后生长。

(5) 中期培养管理 这时期菌丝生长旺盛 呼吸作用较强 放出热量大,使品温迅速上升。这时应控制室温在 28~30 $^\circ\text{C}$ 品温为 35~37 $^\circ\text{C}$ 。可采用划帘和倒换上下帘位置来控制品温,必要时可用深井水喷雾降温。必须避免温度迅速上升且不能超过 37 $^\circ\text{C}$ 以防止

污染和水分过度蒸发。

(6) 保湿期培养管理 这时期菌丝生长缓慢 放出热量少 品温下降, 出现分生孢子柄和孢子。这时应控制室温在 $30\sim 34^{\circ}\text{C}$ 品温为 $37\sim 38^{\circ}\text{C}$, 可利用直接蒸汽增加室温并保持和提高湿度。为使品温均匀 可进行上下倒架操作。

(7) 后期干燥: 待曲外观结成孢子、曲料变色即可停止直接蒸汽保湿, 改用间接蒸汽加热并开窗通风进行干燥, 室温保持在 $34\sim 35^{\circ}\text{C}$ 品温保持在 $36\sim 38^{\circ}\text{C}$ 。至种曲颜色完全变好 开窗放湿 干燥 4h 左右 检查质量 若合乎标准即可出房保藏。

(8) 出房管理: 整个制曲过程 $48\sim 50\text{h}$ 种曲成熟出房后 应放置在阴凉通风处备用, 注意避免受潮。

2. 种曲培养过程中若干技术问题的讨论

要制备良好的种曲, 必须重视培养技术, 现就有关问题进行讨论。

(1) 黑曲霉的变异性: 黑曲霉有较强的变异性, 而米曲霉的稳定性较强 不易变异 因而生产上黑曲较米曲难培养。对变异性应一分为二看, 一方面应注意到变异菌性能不稳定, 发育缓慢, 孢子长得稀疏 曲料易发黄变硬等 但另一方面也可能获得良好特性的变异菌株, 例如黑曲霉通过诱变能使糖化力大大提高等。黑曲霉也具有一定的稳定性 只要注意培养基成分、传种时间 还是能够保持它的性能 制出好的种曲的。当然 生产上传代次数多了 就需要纯种分离培养 选择健壮的菌株 淘汰衰弱的菌株。

(2) 培养基 保存菌种用的培养基 养分不能太丰富 能维持菌体生长就行, 不追求菌种外观, 但要求能长时间地保持菌种特性不变。

(3) 传种时间: 试管菌种贮藏时间较长, 一般 3 个月后才可移接。若 $7\sim 10\text{d}$ 就频繁传种会影响孢子的成熟 易发生变异 易生酸。

(4) 培养条件: 培养时要注意每一菌株的特性, 如 *As. 3.324*、*3758* 轻研二号、东酒一号虽然都是黑曲霉 但各自有不同的特性 其中东酒一号的特点是要求水分大, 温度低。培养条件一般包括以下