



高职高专食品类专业规划教材



# 发酵与酿造技术

FAJIAO YU NIANGZAO JISHU

（第2版）

- 主编 刘明华 全永亮
- 主审 郭 群



武汉理工大学出版社  
WUTP Wuhan University of Technology Press

为了确保麦曲质量, 培菌过程中的最高品温可控制在  $50\sim 55^{\circ}\text{C}$ , 继续培养 20d 左右, 培养期中品温逐步下降, 曲块随水分散失而变得坚硬, 将其按“井”字形叠起, 通风干燥后使用或入库贮存。

成品麦曲应该具有正常的曲香味, 白色菌丝均匀密布, 无霉味或生腥味, 无霉烂夹心, 含水量为  $14\%\sim 16\%$ , 糖化力较高, 在  $30^{\circ}\text{C}$  时每克曲每小时能产生  $700\sim 1000\text{mg}$  葡萄糖。

## (二) 米曲

米曲是在整粒熟米饭上培养微生物而制成的(酒药则是在米粉生料上培养微生物而制成的)。黄酒生产中常用的米曲有红曲、乌衣红曲和黄衣红曲等几类。

### 1. 红曲

红曲是以大米为原料, 配以曲种和上等醋, 在一定的温度、湿度下培养而成的紫红色米曲, 可分为库曲、轻曲和色曲三个品种。红曲中主要含有红曲霉和酵母菌等微生物。红曲除作糖化发酵剂用于酿酒外, 还可用作食品着色剂, 用于酿造红腐乳、配制酒类和中医药等方面。我国红曲的主要产地在福建、浙江、台湾等省, 其中以福建古田县的红曲最为有名。红曲黄酒主要产于福建省和浙江南部地区, 以福建产的糯米红曲黄酒和粳米红曲黄酒比较有名, 福建老酒是红曲酒中之优品, 它属于半甜黄酒, 酒呈红褐色。红曲的纯种培养和机械制曲已取得了一定的成功, 但目前主要还是采用传统法生产红曲。

### 2. 乌衣红曲

乌衣红曲以粳米为原料, 接入黑曲霉及红糟(又名“糟娘”, 是红曲霉和酵母菌的扩大培养产物), 经一定培养过程而制成。乌衣红曲中主要含有红曲霉、黑曲霉和酵母菌等微生物。乌衣红曲具有糖化发酵力强、耐高温、耐酸等特点, 与红曲一样是我国黄酒酿造中特有的糖化发酵剂。用乌衣红曲酿酒的出酒率高, 色泽鲜红, 酒味醇厚, 但苦涩味较重。乌衣红曲的制曲方法相当烦琐, 管理复杂, 不易实现机械化生产, 故未能被各地酒厂所推广。目前, 用乌衣红曲酿制黄酒仅局限在浙江南部和邻近的福建部分地区。

## 任务三 黄酒的制备

黄酒酿造工艺有传统工艺和新工艺之分, 在传统生产工艺中主要有淋饭法、摊饭法和喂饭法三种生产方式。

黄酒酿造过程包括原料处理、糖化发酵剂制备、发酵、发酵之后的处理几个工艺阶段。

### 一、干黄酒的制备

麦曲类干型黄酒的制作方法主要有淋饭法、喂饭法和摊饭法等。

#### (一) 原料处理

大米原料的处理包括米的精白、洗米、浸米、蒸煮和米饭冷却等过程。

##### 1. 米的精白

大米用精米机精白。粳米和籼米的精白度应达标准一等, 糯米则达到标准一等或特等二级, 即要使精米率达  $90\%$ 。

##### 2. 洗米

洗米可用自动洗米机或回转圆筒式洗米机, 有的厂还使用特殊泵(如固体泵), 它兼有洗

米和输送米的作用。洗米以洗到淋出的水无白浊为度。目前,国内有的是洗米和浸米同时进行,有的取消洗米而直接浸米。

### 3. 浸米

不同的黄酒,浸米时间、水温和要求各不相同。传统的摊饭酒酿造,浸米时间长达16~20d,浸米水的酸度达8g/L以上,以便抽取浸糯米的浆水(称为酸浆水)配料,依靠酸浆水来抑制产酸细菌的繁殖。除此之外,大都根据水温高低、米质软硬、精白程度及米粒大小决定浸米时间,一般1~3d不等。浙江的淋饭酒、喂饭酒和新工艺大罐发酵酒的浸米时间都在2~3d,最短的如福建老酒夏季只浸5~6h。

浸米的程度一般要求米的颗粒保持完整,用手指捏米粒又能呈粉状为度,不可过度或不足。新工艺大罐发酵要求米浆水酸度大于3g/L(以琥珀酸计),米浆水略稠,水面布满白色薄膜,浸米时间不少于48h。

### 4. 蒸煮

无论是传统工艺还是新工艺酿酒,蒸饭的质量都要求达到:饭粒疏松不糊,透而不烂,没有团块;成熟度均匀一致,蒸煮没有短路死角,没有生米;蒸煮熟透,饭粒外硬内软,内无白心,充分吸足水分。

传统工艺酿酒多少年来一直沿用蒸桶(或称甑桶)间歇式蒸饭,每次蒸米约40kg。此法劳动强度大,生产效率较低。现多使用卧式或立式连续蒸饭机,但目前仍有不少厂还在使用蒸桶蒸饭。一般对于糯米和精白度高的软质粳米,常压蒸煮15~20min就可以了;对于糊化温度较高的硬质粳米和籼米,要在蒸饭中途追加热水,以促使饭粒再次膨胀,同时适当延长蒸煮时间。用蒸桶蒸硬质粳米和籼米,须采用“双淋、双蒸”的蒸饭操作方法,以解决它们在蒸饭中易出现的米粒吸水不足、糊化不完全、白心生粒多等问题。

5. 米饭冷却 蒸熟后的米饭,必须经过冷却迅速地把品温降到适合于发酵微生物繁殖的温度。传统的冷却方法有淋饭冷却和摊饭冷却两种;卧式或立式蒸饭机则用机械鼓风等方法冷却。

(1)淋饭冷却法 淋饭冷却就是用清洁的冷水从米饭上面淋下,使米饭降温。做淋饭酒母和喂饭酒母都采用淋饭冷却法。用此法降低品温快速而方便,不论天气冷暖都可以灵活掌握,调节至所需要的品温。在淋饭冷却中,还可适当增加米饭的含水量和使热饭表面光滑,颗粒间能分离和通气,有利于拌入酒药和搭窝。

淋饭流出的部分温水可重复淋回饭中,经过温水复淋,使饭粒温度上下较均匀,里外较接近。冷水冷却后品温控制随拌曲(药)温度要求而定,一般为30℃左右,如嘉兴黄酒的饭温为26~32℃,福建沉缸酒的饭温为32~34℃。淋饭后要沥去淋饭的余水,防止拖带水分过多而不利于酒药中的根霉菌的生长繁殖。

(2)摊饭冷却法 传统的摊饭冷却是把米饭摊在竹席上,用木耙翻拌,使米饭自然冷却。此冷却方式可避免米饭表面的浆质被淋水洗掉,是摊饭酒的酿造特色之一。这种自然冷却的传统方法占地面积大,冷却时间长,如遇卫生条件差和操作不当时易被有害微生物污染,且易出现淀粉的回生老化。

现在摊饭冷却已从自然冷却发展到鼓风冷却,即改用机械鼓风来迅速将米饭冷却。现在的卧式或立式蒸饭机都采用机械鼓风冷却,冷风从不锈钢的输送网带向上吹;也有风冷和冷水冷结合型的,即先鼓风冷却再适当用冷水淋洒冷却,且大都已实现了蒸饭和冷却的连

续化。

## (二) 发酵

黄酒发酵是在霉菌、酵母菌及细菌等多种微生物的共同参与下进行的复杂的生物化学过程。发酵可分成前发酵(主发酵)和后发酵两个阶段,从黄酒风味的形成考虑,主发酵阶段的糖化和发酵作用,以及后发酵阶段的成熟都起着重要作用。另外,曲、酒药和酒母制备过程中形成的多种代谢产物也对黄酒风味的形成有一定的贡献。

### 1. 摊饭酒的发酵

摊饭酒中最具有代表性的是绍兴元红酒,工艺流程如图 9-4 所示。

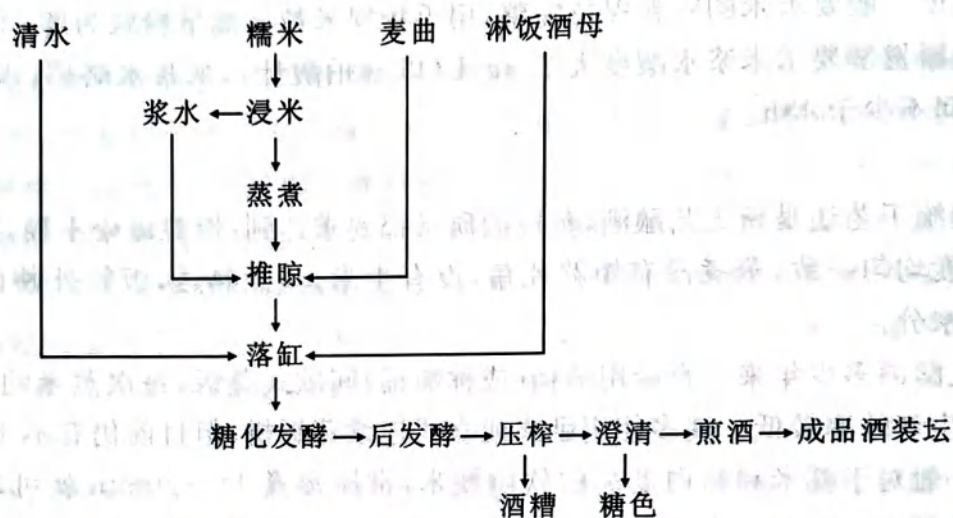


图 9-4 摊饭酒酿造工艺流程

摊饭酒的发酵特点:第一,酿酒通常在 11 月下旬至第二年 2 月初进行,强调使用“冬浆冬水”;后发酵时间长,温度低。第二,浸米时间长,采用浸米所得的酸浆水配料发酵。第三,用自然培养的生麦曲作糖化剂;用淋饭酒母作发酵剂。

### 2. 喂饭酒的喂饭式发酵

喂饭式发酵是将酿酒原料分成几批,第一批做成酒母,在培养成熟阶段陆续分批加入新原料,起扩大培养、连续发酵的作用,使发酵继续进行的一种酿酒方法,类同于近代酿造学上的递加法。嘉兴黄酒是喂饭式发酵的代表酒种,是典型的喂饭酒。其传统酿造工艺如图 9-5 所示。

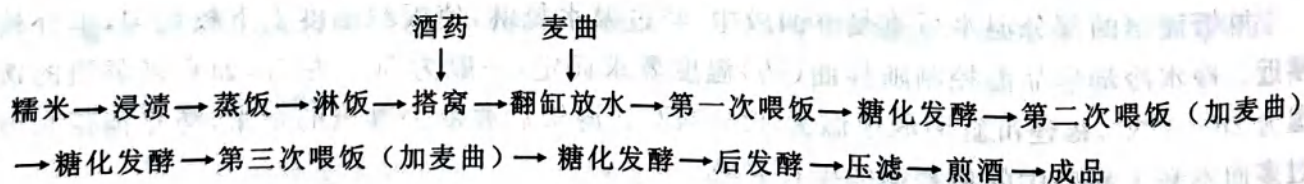


图 9-5 喂饭酒酿造工艺流程

喂饭酒的发酵特点:第一,喂饭次数可以是 2 次或 3 次,以 3 次最佳。第二,多次投料使主发酵时间延长,酒醅翻动剧烈,既适合用陶缸发酵,也适合大罐发酵生产和浓醪发酵的自动开耙。第三,糖化发酵剂为麦曲和酒药两类并用。其中酒药用量少、酒药内含量不高的酵母可在淋饭酒醅和多次喂饭中得到多次扩大培养,酵母不易老,发酵力始终很旺盛。第四,由于多次喂饭,酒醅中不会形成过高的糖分而影响酵母活力,可以生成较高浓度的酒精,出



酒率较其他方法高,达 27%左右。

### 3. 抑制式发酵和大接种量发酵

半甜型黄酒(如善酿酒、惠泉酒等)、甜型黄酒(如香雪酒、封缸酒等)要求保留较高的糖分和其他成分,它们是采用以酒代水配料的方法酿制的。酒精是酵母的代谢产物,但当酒精浓度超过 5%以上时对酵母菌有抑制作用,酒精浓度愈高,抑制作用愈加明显,而在相同酒精浓度的条件下,淀粉糖化酶所受的抑制相对较小。配料时以酒代水,能对酵母产生一定的抑制作用,使发酵速度减缓,并使淀粉糖化形成的糖分残留一部分,这就是抑制式发酵原理。半甜型黄酒和甜型黄酒因采用抑制式发酵,故含有较多的糖分,另外虽酵母发酵受到抑制,但由于配入了芬芳浓郁的陈年酒,所以口味醇香甘甜,且具有特殊的芳香。

### 4. 新工艺大罐发酵

惠泉糯米黄酒是利用新工艺大罐发酵生产的。在发酵配料时配入原料米重 120% 的陈年糯米酒、4% 的远年糟烧酒(或高纯度酒精)、18% 的麦曲(用量较大,以加强糖化作用),以及经 48h 发酵的江苏老酒醪 1/2 罐,相当于酒母接种量达 100%。这是典型的大接种量发酵。该酒主发酵 4d,后发酵 36d 左右。

传统的黄酒生产是用大陶缸,容积不到  $1\text{m}^3$ ,醪层深度 1m 左右。从 20 世纪 60 年代起,开始研究、采用大容器发酵,克服了陶缸培养量小、占地多、质量波动和劳动强度大等缺点,并为黄酒的机械化生产奠定了基础。

目前,国内大罐容积最大的已达  $45\text{m}^3$ ,小的也有  $10\text{m}^3$  左右,醪液深度在 4~5m 以上,有的达 10m,故大罐发酵是典型的深层发酵。大罐发酵用糖化发酵剂为麦曲(块曲、爆麦曲、纯种生麦曲)和纯种酒母,并适当添加少量酶制剂。由于容积大,不可能采用人工开耙,而是设法利用醪液自动翻动(自动开耙)来代替人工开耙。主发酵 3~5d 后,压入另一后发酵罐,在室温  $13\sim 18^\circ\text{C}$  静止进行后发酵。

## (三) 发酵条件控制

### 1. 酒母接种量

传统黄酒生产中,淋饭酒母用量为投料用米量的 4%~5%,投料后的细胞数约为  $40\times 10^6$  个/mL。新工艺大罐发酵接种纯种酒母,接种量为 10% 左右,投料后的细胞数为  $(40\sim 50)\times 10^6$  个/mL。两种工艺对酵母菌接种浓度的要求基本一致。

### 2. 发酵温度控制

(1) 投料品温 淋饭酒投料品温为  $27\sim 30^\circ\text{C}$ ,严冬季节可高至  $30^\circ\text{C}$ 。喂饭酒投料搭窝温度较高,为  $26\sim 32^\circ\text{C}$ ,由于喂饭时的加料会使品温下降,所以投料品温高些也无妨。摊饭酒中,加浆水的糯米黄酒投料品温较低,一般为  $24\sim 26^\circ\text{C}$ ,不超过  $28^\circ\text{C}$ ;不加浆水的粳米酒,投料品温可高些,为  $27\sim 30^\circ\text{C}$ 。新工艺大罐发酵,投料品温为  $24\sim 26^\circ\text{C}$ 。

(2) 头耙品温 掌握头耙品温是发酵操作的关键之一。在绍兴酒的酿造中,把开头耙时品温较高酿成的酒称为热作酒,把开头耙时品温较低的酒称为冷作酒。热作酒开头耙时缸品温较高(指饭面向下  $15\sim 20\text{cm}$  处的品温,它比缸周边温度高  $10\sim 20^\circ\text{C}$ )为  $35\sim 36^\circ\text{C}$ ;冷作酒开头耙的品温不超过  $30^\circ\text{C}$ 。绍兴地区以外,用麦曲、酒药酿制的黄酒一般称为仿绍酒,多为冷作酒,头耙品温多控制在  $32^\circ\text{C}$  以下。新工艺大罐发酵黄酒的头耙品温一般低于  $32^\circ\text{C}$ 。

(3) 主发酵品温控制 头耙后黄酒醪即进入主发酵阶段。热作酒头耙后品温降为  $22\sim 26^\circ\text{C}$ ,头耙后经过 3~4h 温度升至  $30\sim 32^\circ\text{C}$ ,开第二耙,耙后品温降为  $26\sim 29^\circ\text{C}$ ;第三、第四

粬的粬前品温控制在  $30^{\circ}\text{C}$  以下,开粬时机多根据醪液的发酵速度和成熟程度决定。冷作酒头粬后品温为  $24\sim 26^{\circ}\text{C}$  (头粬前后温差  $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ ),经  $6\sim 7\text{h}$  当温度近  $30^{\circ}\text{C}$  时,开第二粬(前后温差  $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ );以后每隔  $4\sim 5\text{h}$  分别开第三、第四粬(前后温差  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ );第四粬以后每日流翻腾;第二粬以后要全方位通气,同时需用外围冷却水冷却。

传统的发酵,经  $5\sim 7\text{d}$  的主发酵后,发酵品温接近室温。新工艺大罐容积大,发酵后期要人工冷却降温,使最终品温控制在  $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

(4)后发酵品温 传统工艺酿酒后发酵多在寒冷季节进行,后发酵品温随气温变化而变化。大罐发酵的后发酵品温要求控制在  $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ ,不得高于  $18^{\circ}\text{C}$ 。

### 3. 发酵时间

传统工艺黄酒发酵周期比较长,一般为  $1\sim 2$  个月。如元红酒主发酵一般为  $5\sim 7\text{d}$ ,而后发酵期长达  $70\text{d}$  左右;加饭酒的发酵周期则达  $80\sim 90\text{d}$ 。大罐发酵黄酒主发酵期为  $3\sim 5\text{d}$ ,后发酵期为  $16\sim 20\text{d}$ 。

## 二、黍米黄酒的制备

与稻米黄酒相比,黍米黄酒的生产方法有较大的差别。下面以即墨老酒为例介绍黍米黄酒的生产工艺。即墨老酒的生产工艺流程如图 9-6 所示。

原料(黍米)→精选→洗涤→烫米→搅拌散热→浸渍→煮糜→摊晾散冷→拌曲、糖化→加酒母发酵  
→压榨→澄清→调配→灭菌→贮存→过滤→装瓶→灭菌→包装→成品

图 9-6 即墨老酒的制备工艺流程

### 1. 黍米洗涤和烫米

每缸加入黍米  $50\text{kg}$ ,添加清水  $65\sim 75\text{kg}$ ,用木楫充分搅拌淘洗,洗后用箬篱捞入淘米木斗中,沥尽洗米的余水,移入另一清洁缸内,加清水  $25\text{kg}$ ,接着注入沸水  $50\sim 60\text{kg}$ ,并用木楫急速搅动,此操作过程即为烫米。烫米的目的是使黍米谷皮略微软化开裂,便于浸渍时水分渗透到黍米内部,但并不要求每粒黍米“大开花”,因为“大开花”时,谷皮里面的淀粉内容物流出,溶入浸米水中造成损失,所以烫米后约静止  $10\text{min}$ ,即要搅拌散热至  $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ ,再加水浸渍。不能在烫米之后,直接把热的黍米放入冷水中,这样黍米将四分五裂。

### 2. 浸渍

冬季浸渍  $20\sim 22\text{h}$ ,春秋两季浸渍  $20\text{h}$ ,夏季浸渍  $12\text{h}$ 。为防止产生异味,除冬季外,一般在浸渍期间须换清水  $1\sim 3$  次。

### 3. 煮糜

黍米在浸渍之后直接进行水煮的过程称为煮糜(煮熟的黍米俗称为糜)。煮糜是在大铁锅内先倾入黍米量 2 倍的清水,加热至沸腾,然后将浸好捞出的黍米渐次加入沸水锅中,并不停地搅拌、翻铲锅底及锅边。开始时先以猛火煮至呈黏性,再将火势压弱,加盖,文火慢煮,进行焖糜,此间每隔  $15\sim 20\text{min}$  再搅拌翻铲 1 次。从开锅下米到糜的煮熟出锅约需  $2\text{h}$ 。有的厂现在已改用带有搅拌设备的蒸煮锅蒸煮。

### 4. 摊晾散冷

取出煮好的糜,摊置在浅形拌曲木槽(称为糜案)中摊散,吹风冷却,使品温降至  $60^{\circ}\text{C}$  后拌曲、糖化。

## 5. 拌曲、糖化

糖化曲采用麦曲,多在夏季中伏天踏制并陈放1年以上,故又称陈伏曲。用曲量为黍米原料的7.5%。麦曲(块曲)使用时先粉碎成2~3cm见方的小块,在煮糜铁锅中焙炒20min,使部分有轻度焦化,然后粉碎成粉状,拌入糜中。糖化时间为1h。

## 6. 加酒母

糖化后的糜继续散冷至30℃左右时,拌入固体酒母,其用量为原料黍米的0.5%。

## 7. 发酵

在糜入缸前,先将发酵缸用开水杀菌,揩干。糜入缸后一般22h左右即可开头耙,再经8~12h开第二耙,其后发酵逐渐减弱。发酵时间约为7d。最终每1kg黍米可出1.7kg左右黄酒。

# 任务四 黄酒的后处理

## 一、黄酒的压榨、澄清与煎酒

### 1. 压榨和添加着色剂

发酵成熟的酒醪通过压榨把酒和糟粕分离。目前,黄酒压榨都采用板框式气膜压滤机,能达到酒液澄清、糟粕干、时间短的要求。

压榨出来的酒液颜色是淡黄色(米曲类黄酒除外),按传统习惯必须添加着色剂,所用着色剂通常为糖色(或称酱色),是由麦芽糖(饴糖)或红糖制成的一种类黑色的浓稠物。使用时要用热水或热酒稀释,用量随酒的品种不同而异,一般普通干黄酒每吨用量为3~4kg,甜黄酒和半甜黄酒可少加或不加。待澄清池已接收约70%的黄酒时开始加酱色。

### 2. 澄清

刚榨出来的生酒并不是很清澈,需静置澄清2~4d,以将生酒中少量微细悬浮固形物逐渐沉到酒池底部。但澄清时间不宜过长,特别是气温在20℃以上时更应注意,以防止酒变酸(俗称“失煎”)。经澄清后的酒液还需再进行一次过滤,以除去酒中部分极细小、相对密度较轻的悬浮粒子,使酒液变得清澈。过滤设备一般采用板框式棉饼压滤机。

### 3. 煎酒

煎酒又称灭菌,因过去采用把黄酒放在锡壶里煎热得名。各酒厂采用的灭菌温度一般为85~90℃。灭菌设备种类很多,传统上使用锡壶等,目前用得较多的是列管式热交换器和薄板式热交换器。

## 二、黄酒的贮存

经灭菌的黄酒要趁热灌入陶坛或大罐进行贮存。贮酒的过程就是黄酒老熟的过程,通常称为“陈酿”。在陈酿中,黄酒的主要变化是从口味辛辣变成醇厚柔和,其色泽会随贮存时间的增加而变深,其香气也会随贮存期的延长而变得愈加浓厚。

在贮酒方法上,传统上采用陶坛包装贮酒,现在多数厂还在沿用此方法。热酒装坛后用灭过菌的荷叶、箬壳等包扎好,再用泥头(现部分厂用石膏)封口后入库贮存。通常以3个或4个为一叠堆在仓库内。长期贮酒的仓库最好保持室温在5~20℃,每年天热时或适当时间