

# 第一章 麸曲

自1956年推广“烟台操作法”以来，除南方保留小曲和少数大曲外，麸曲在全国迅速全面推广。此后，经不断总结与交流，使麸曲白酒技术得以迅速提高。并在节约粮食、为国家积累资金方面，都取得了突出的成绩。

麸曲菌种最先采用米曲霉，但自1958年周口试点开始，则推广广氏曲霉。亦有少数厂采用甘薯曲霉或泡盛曲霉。后由中国科学院微生物研究所培育出优良菌种UV<sub>11</sub>，才使麸曲质量大幅度地提高。

尽管麸曲具有一定的优越性，但自进入20世纪80年代以来，由于麸皮来源紧缺，并与小麦相比，按淀粉含量计算，其价格较贵，而且，麸曲白酒的质量也逊于大曲白酒，故产品在市场竞争上不占优势。因此，不少厂家多改用大曲制酒，以致麸曲生产呈下降趋势。但目前仍有利用麸曲制酒并生产出优质酒，以及使用麸曲、生料制酒的厂家。

## 第一节 河内白曲

早在20世纪40年代，抚顺市龙海泉烧锅已开始采用麸曲制酒，但当时使用的是河内白曲。解放前，在辽宁省各酒厂被广泛采用。并于1949年，在东北三省全面推广。经长期的实践证明，采用河内白曲生产麸曲优质酒，在质量上，出酒率上都占有一定的优势。至今，所有的麸曲优质白酒，都是利用河内白曲生产的。

河内白曲源自日本南九州，那里是烧酎的主要产地。该地气候温暖，为了防止发酵事故，采用柠檬酸含量高的河内白曲做糖

化剂，使醪液保持pH为3.2~4.2的极强酸性状态。这样，即使醪液在34℃的高温条件下，仍能使发酵顺利地进行。如果采用黄曲霉，则在那样的条件下， $\alpha$ -淀粉酶就早已失去了活力，其后果不堪设想。而只有河内白曲，才能对原料的溶解和糖化得以照常进行。

## 一、河内白曲霉的酶活力

河内白曲霉是由泡盛黑曲霉变异而来的。除了孢子颜色由黑色变成肉桂色之外，在其他形态上并无明显差别。然而在酶的性质上却大不相同，如表1-1所示。

表 1-1 河内白曲霉与其他曲霉酶活力比较

酶类	曲霉			
	白曲(以米为原料)	白曲(以麦为原料)	泡盛曲霉	米曲霉
$\alpha$ -淀粉酶	159	88	102	1270
葡萄糖淀粉酶 (糖化酶)	282	189	145	223
酸性蛋白酶	29.101	13.933	17.529	2.285
羧肽酶	9.224	3.574	4.447	1.750
转移葡萄糖苷酶	1.534	6.01	1.004	1.82
生淀粉分解力	17.7	12.1	4.6	—
样品数	27	12	25	114

注 酶液用纤维筒过滤一夜，酶活力单位为 u/(g·d)。

由表1-1测定表明，白曲的液化力是相当低的。以米为原料的白曲的液化力仅为米曲霉的1/8。白曲的液化力如此之低，又在pH极低的烧酎醪液中却能将原料充分溶解这一事实，确使人惊奇。究其原因，在于白曲液化酶的耐酸性极强，以致相对地提高了其酶活力。白曲的糖化力与米曲霉接近。以米为原料的白曲的糖化酶活力，又稍高于以麦为原料的白曲。而泡盛曲霉的糖化力最低。以米为原料的白曲的酸性蛋白酶活力高得出奇，比米曲霉高出13倍。以麦为原料的白曲的酸性蛋白酶活力，比米曲霉高6倍。酸性蛋白酶

在醪液中，对固形物的溶解也起到重要作用。以米为原料的 羧基多肽酶的活力，远高于米曲霉。然而，以米为原料的白曲与以麦为原料的白曲的羧基多肽酶活力，仅相差约 3 倍之多，其具体原因尚不清楚。转移葡萄糖苷酶活力，以米为原料的白曲略低于米曲霉，这对于出酒率有些不利。白曲糖化生淀粉的能力（生淀粉糖化活力 / 糊化淀粉活力  $\times 100$ ）强 是其一大优点。

## 二、河内白曲霉酶对 pH 的安定性及适宜温度

表 1-2 3 种曲霉酶活力对 pH 的适宜范围

酶 类	白 曲 霉	泡盛曲霉	米 曲 霉
$\alpha$ -淀粉酶	2.5~6.5	3.0~6.0	5.0~8.0
葡萄糖淀粉酶	2.5~8.0	2.5~8.0	3.5~8.0
酸性蛋白酶	3.2~6.0	3.0~5.3	3.0~6.0
羧基多肽酶	2.5~6.0	2.5~5.0	3.0~6.5
转移葡萄糖苷酶	3.3~6.0	3.8~6.0	3.5~5.5
生淀粉分解力	2.8~5.0	2.5~4.5	4.0~6.0

如表 1-2 所示，酸性蛋白酶、羧基多肽酶、转移葡萄糖苷酶三者的适宜 pH 范围大致相同。但  $\alpha$ -淀粉酶、葡萄糖淀粉酶、生淀粉分解力三项，在 3 种曲霉之间有一定的差异。其中  $\alpha$ -淀粉酶尤为特殊 不但耐酸性能强 其适宜范围的幅度也大，因而弥补了  $\alpha$ -淀粉酶含量低的不足。

### 1. 3 种曲霉 $\alpha$ -淀粉酶适宜 pH 比较 见图 1-1)

图 1-1 表明，3 种曲霉的  $\alpha$ -淀粉酶适宜 pH 为 5。3 种曲霉的葡萄糖淀粉酶处于 pH 3~5.5 之间 酶活力也基本相同。黑曲霉  $\alpha$ -淀粉酶当超过 pH 6 后，

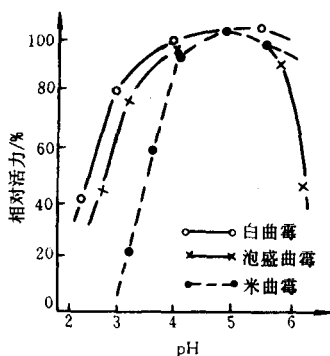


图 1-1 3 种曲霉  $\alpha$ -淀粉酶的适宜 pH

酶活力即开始下降。米曲霉的  $\alpha$  淀粉酶活力也由 pH6 开始降低。令人感兴趣的是，素以耐酸力强而有名的白曲，却直到 pH7.5 时其作用能力仍不减弱，说明它对 pH 的适宜范围是相当大的。

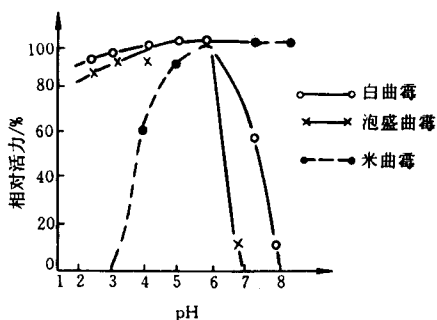


图 1-2 3 种曲霉  $\alpha$ -淀粉酶对 pH 的安定性 (30°C 60min)

从图 1-1 及图 1-2 还可以看出白曲霉的  $\alpha$ -淀粉酶不但 pH 适应范围较宽，而且其安定性也极高。当 pH2.5 时，白曲的  $\alpha$ -淀粉酶残存率在 90% 以上，泡盛曲霉在 85% 以上，而米曲霉在 pH3 温度 30°C 下放置 30min 后即已完全失活，说明米曲霉的  $\alpha$ -

淀粉酶含量虽然高，但不耐酸，容易遭到破坏。而白曲霉虽然  $\alpha$ -淀粉酶含量较低，但因其耐酸性强，故被破坏率较低，难怪它能将颗粒物质顺利地进行溶解。

## 2. 3 种曲霉淀粉酶适宜温度比较

3 种曲霉淀粉酶的反应适宜温度如图 1-3 及图 1-4 所示。说明三者之间的淀粉酶适宜温度存在着极大的差异。米曲霉的适宜温度为 50°C，泡盛曲霉为 60°C，而白曲霉却是 70°C，特别是白曲霉： $\alpha$ -淀粉酶在 70°C 仍呈最大活力，直到 75°C 时，其相对活力仍存有 65%。

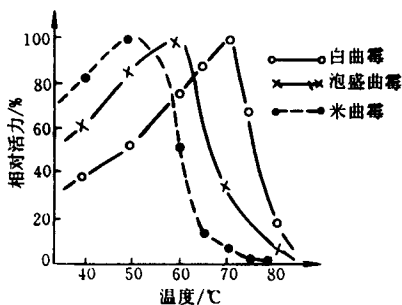


图 1-3 3 种曲霉  $\alpha$ -淀粉酶活力的适宜温度

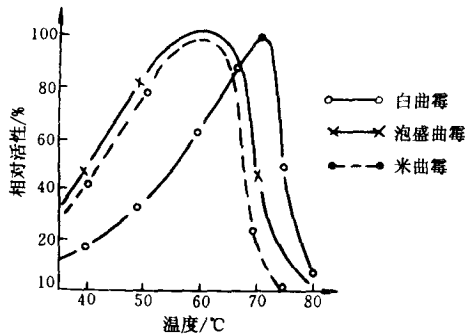


图 1-4 3种曲霉葡萄糖淀粉酶活力的适宜温度

3种曲霉的葡萄糖淀粉酶活力适宜温度，米曲霉与泡盛曲霉都是60℃ 而白曲霉却是70℃。白曲霉的酸性蛋白酶及酸性羧基多肽酶同为55℃，泡盛曲霉及米曲霉皆为50℃ 白曲霉的转移葡萄糖苷酶最适温度为65℃ 泡盛曲霉为60℃ 黄曲霉为55℃，各相差5℃。白曲霉的生淀粉分解力适宜温度为65℃。从以上温度对比可以判断白曲霉的淀粉酶活力是偏向于耐高温的。

### 三、河内白曲的优越性

#### 1. 产酸量大

白曲与黑曲有着几乎相同的生酸能力，所产的酸一般以柠檬酸为主，并含有少量草酸。制曲时，若曲料中添加中和剂，则可生成较多量的葡萄糖酸。白曲的产酸能力与制曲温度有关，品温高时产酸能力弱，品温低时产酸能力强。制曲水分亦与产酸相关，水分大时产酸量高。例如，在采用固态法制柠檬酸时，原料加水量都大，一般在55%~70% 故谓半固态发酵法。制曲时若淀粉浓度较高 则产酸量亦大 而淀粉浓度低时 所产的酸被曲霉自我消耗 使酸量大为降低。产酸是呼吸燃烧不完全的结果，所以在制曲时产酸量与淀粉及糖的消耗量之间是不平衡的。曲子含酸量较高，主

要有以下几方面的作用。

曲中生酸能有效地抑制曲中杂菌生长，并能有效地促进酸性蛋白酶的增长。

曲中有机酸是酒醅中酵母菌最好利用的碳源。

曲中有机酸能抑制酒醅中杂菌的生长。

## 2. 酸性蛋白酶含量高

酸性蛋白酶不但能促进微生物生育及酶的生成，而且也是白酒香味生成的先锋。例如它是生成高级醇、酯类 $\beta$ -苯乙醇、吡嗪等化合物的驱动器。

各名酒厂大曲测定结果表明，酱香型大曲中的酸性蛋白酶含量大于浓香型大曲近1倍，高于清香型大曲近3倍。这说明在各香型的形成与酸性蛋白酶之间，存在着一定的渊源关系。白曲酸性蛋白酶与米曲霉曲相比，以米为原料的白曲高约13倍。这对白酒风味形成势必扮演着重要角色。白曲中的酸性蛋白酶含量，随着培养时间的延长而增长，所以“老曲”中的酸性蛋白酶含量高。

酸性蛋白酶对原料颗粒淀粉的溶解有重要作用。酸性蛋白酶与 $\alpha$ -淀粉酶都对原料颗粒淀粉有溶解作用。但 $\alpha$ -淀粉酶很容易被淀粉颗粒所吸附，以致失去了对固形物的分解能力。酸性蛋白酶不但自身对固形物能分解，并能使附着于淀粉颗粒上的 $\alpha$ -淀粉酶解脱出来，重新恢复其对淀粉颗粒的溶解作用。

## 3. 耐酒精性强

从图1-5可以观察到在不同酒精浓度中，白曲淀粉酶活力的残存率很高。这对制酒来说，是白曲的一大优越性。

## 4. 糖化生淀粉能力强

白曲有较强的糖化生淀粉的能力，它是泡盛黑曲生淀粉分解力的4倍。而黄曲根本没有糖化生淀粉的能力。日本于20世纪60年代最初研究生淀粉糖化发酵酒精时，也是从白曲开始的。我们在做生料制白酒试验时，筛选出的21种生料糖化曲霉中，河内白曲占第4位。在生料淀粉糖化时，35℃下糖化率为50%。生淀粉糖化

能力强对提高白酒出酒率是会有很大好处的。

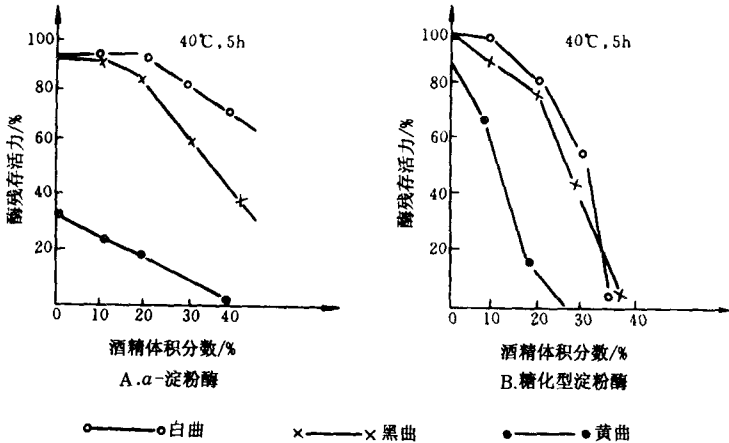


图 1-5 酒精浓度对 3 种曲淀粉酶活力的影响

白曲生淀粉分解力最适 pH 为 3.5 热安定性最高达 60°C 生淀粉分解力高达 20%，这在生料糖化菌种选育中算是相当优秀的了。分解淀粉时最适者为大米可分解到 100% 其次为玉米达 84% 小麦为 79% 红薯为 69%。马铃薯有阻碍物质无能为力分解率只有 15%。

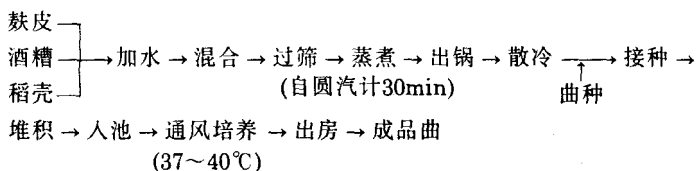
### 5. 制曲容易

制曲工人深有体会，认为河内白曲霉制曲条件容易掌握，事故少。按制曲工人对河内白曲霉的评价认为它“皮实”。由于河内白曲霉较其他曲霉生长速度快，适宜 pH 及温度范围的跨度大所以比较容易操作。特别是河内白曲霉生成孢子速度快，孢子囊大，孢子密而壮。更由于生酸，起到对杂菌的抑制作用，所以在制曲种或制曲时，很少失败。各厂家之所以用河内白曲制麸曲优质酒，主要是由于酒的质量较用其他曲霉好，但至今对河内白曲与酒的质量关系，知道的还很少。

## 第二节 麸曲制作工艺

麸曲的制作方法，通过几十年的生产实践，业已十分成熟。故此节只简述之。

制麸曲时，应注意五个重要环节：即严格配料、控制蒸煮、掌握温度（室温、品温）、保潮放潮、调剂通风、防止杂菌。除此以外对曲霉特性要有所了解，并注意整个工艺过程中淀粉酶的消长情况。麸曲制作的工艺流程如下。



### 一、蒸料与接种

麸皮80%~85% 鲜酒糟10%~15%（折成干糟计为5%~7.5%）。如果原料过细，则为了利于通风，可添加5%~10%稻壳，以调剂曲料的疏松度。麸皮要求干燥不长霉。酒糟要用当日鲜糟，并在蒸完酒出甑时，趁热扬几遍充分氧化后使用。切记不能用隔夜糟、雨淋糟、压排糟，否则将后患无穷。并注意霉烂稻壳坚决莫用。

加水量要根据地区气候与季节、原料水分、曲室情况等灵活掌握。接种时，曲料水分保持在42%~48%之间。

蒸煮的目的在于使原料细胞膨胀和淀粉糊化，以利于曲霉生长和产酶，同时杀死原料附着的野生菌。装锅后从圆汽算起蒸30~40min，并可利用余汽将工具一并加以杀菌。出锅时要注意熟料不能与生料接触，防止感染生料上的杂菌。

蒸毕出锅后应立即扬冷，散冷时间要短，以防止杂菌入侵。先取少量熟料，在温度38~40℃时将曲种与少量熟料搓匀，曲种用量为0.3%~0.5%。然后再撒到熟料上，翻拌均匀，在曲室内堆积

4~6h 即为孢子萌发阶段。也有不少厂是在接种后立即入池的 使孢子  
在池内萌发。堆积也称育芽 例如 UV<sub>11</sub> 因曲孢子萌发阶段较长 生  
长缓慢 不能很快进入旺盛期 故堆积育芽就显得更为重要了。

## 二、通风培养

1960年,沈阳烧酒厂创造了通风制曲法,代替了原来的曲盘  
制曲法。本法在当时具有改善制曲劳动条件、节省厂房面积、设备  
简单、节约劳动力、操作简便等优点,故迅速在全国得到了推广。

通风制曲时,由于曲霉在呼吸过程中散发出大量热,呼吸能  
在 20~25h 达到最高峰,是品温的高值阶段。然后,呼吸能逐渐降  
低。其降低速度受品温及含水量的影响。水分大时下降速度稍许  
慢些。糖化酶的生成速度与呼吸能成正比关系。当呼吸能上升到  
最高值时,代谢最为旺盛,淀粉酶生成量呈直线上升趋势。当品温  
下降时,酶生成缓慢或停止。

通风制曲时 必须具备适宜的温度、水分、空气、营养、酸度5项重  
要条件 才能使曲霉很好生长。其中前3项都是围绕通风来完成的。以  
通风来调节品温 使品温保持适度。散发水分 通过水分蒸发才能促  
进曲霉生长。供应新鲜空气促进曲霉呼吸作用,同时有效地排出  
CO<sub>2</sub> 防止曲霉窒息 并防止嫌氧菌的生长。营养及酸度问题靠配料  
解决。掌握了这五条原则 通风曲的质量可以得到充分保证。

通风制曲设备的示意,如图 1-6 所示。

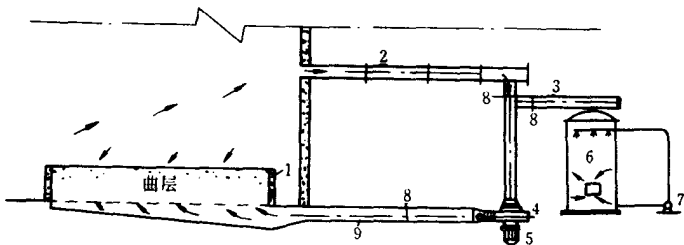


图 1-6 通风制曲设备示意图

- 1 曲箱 2 循环风管 3 调湿风管 4 鼓风机
- 5 电动机 6 调湿器 7 水泵 8 闸门 9 地下通道

制曲温度对河南白曲各种酶产生的影响，如表 1-3 所示。

表 1-3 制曲温度对河内白曲各种酶产生的影响

项 目	温度/℃	制曲时间/h				
		20.5	30.0	34.0	44.5	48.0
酸 度	30	0.2	2.2	3.7	7.3	8.7
	35	0.7	4.5	6.5	7.6	7.6
	40	0.5	2.6	2.7	2.3	2.8
$\alpha$ -淀粉酶活力	30	10	16	28	74	88
	35	17	49	79	132	141
	40	32	80	153	199	253
糖化酶活力	30	9	40	77	179	197
	35	23	116	188	291	294
	40	21	120	245	303	441
酸性蛋白酶活力 ( $\times 10^3$ )	30	0.7	9.0	12.9	16.0	16.6
	35	1.8	13.6	15.1	15.4	18.3
	40	1.9	13.6	16.2	16.4	16.7
羟基多肽酶活力 ( $\times 10^3$ )	30	0	0.8	1.6	4.1	4.8
	35	0.2	2.5	4.1	6.2	6.9
	40	0.2	2.5	4.6	4.6	6.2
转移葡萄糖 苷酶活力( $\times 10^3$ )	30	0.1	0.1	0.3	1.3	1.3
	35	0.1	0.7	1.2	1.6	1.6
	40	0.2	0.9	1.7	2.3	3.6
生淀粉分解酶活力	30	0.4	2.4	3.5	5.4	6.1
	35	1.0	3.5	5.8	7.4	7.3
	40	1.5	6.8	8.7	9.4	10.5

注 酶活力单位为IU/g。

入池装箱后品温保持32~34℃。装料要松要匀以利于曲霉生长并为通风创造条件。料层要根据通风能力而定。

静止培养期(0~8h)为孢子发芽阶段到5~6h时品温逐渐上升，其间不通风。为了提高曲箱设备利用率，也可在地面上堆积培养5~6h然后再在箱内培养20~24h。

前期培养(8~16h)：其间进行间歇通风，曲霉生长逐步进入旺盛期，待品温上升至38℃时，即可开始通风，品温降至35℃时停止通风。第1次通风要注意调节风量，不应过猛，以防止曲料因风振动而下沉，并使空隙缩小而给通风带来困难。约12h左右料层开始结块收缩，此时容易发生边缘漏风，造成“短路”现象。要防止漏风，沿池边曲料要压紧。此时，风压要保持在784~980Pa。采用室内循环风，要将风温保持在26~28℃。

中期培养(16~24h)：连续通风培养期。曲霉生长旺盛，结块逐渐坚实，增加了通风阻力。品温迅猛上升，随曲品温上升而采取长时间连续通风。并尽量提高风压，风温调低为24~26℃，控制曲层上面品温不超过40℃。如果品温超过40℃保持时间长，糖化力将明显下降。通风混入室外新鲜空气并降低风温，品温降到35~36℃时即可停止通风。

后期培养(24~34h)：为连续通风的后期阶段。此时，曲内水分不断减少，菌丝生长缓慢，但仍有烧曲的危险。26~28h曲霉已停止旺盛生长，可采取间歇通风，注意通干风，直到出曲为止。

制曲过程中品温变化的曲线实例，如图1-7所示。

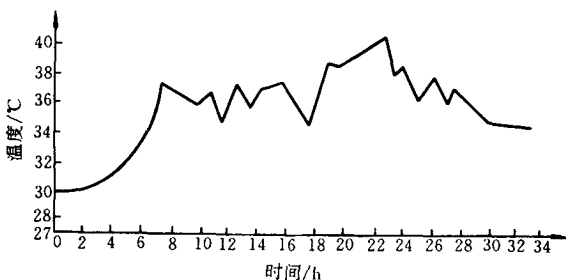


图 1-7 制曲过程中品温变化的曲线实例

通风制曲的综合工艺条件，如表1-4所示。

表 1-4

通风制曲的综合工艺条件

项 目		培养时间/h	堆积培养期 (不通风) 0~8	前期8~16 (间歇通风)	中期16~24 (连续通风)	后 期 (连续通风)
		通风前	上 层	30~36	37~38	38
品温/°C	中 层	30~38	36~37	35左右	35左右	
	下 层	30~36	32左右	30左右	30左右	
	通风	风温/°C	不通风	25~28	25~26	25
工艺	风压/Pa	196~980		980~1960	1764~2352	
条件	风相对湿度/%	室温保持在		90以上	95以上	90~95
	风 别	30°C左右		循环风	混合风或 新鲜风	混合风或 循环风
通风后	上 层			35		
	中 层			33左右		
	下 层			30左右		

注：因外界相对湿度95%以上故未使用调湿器调湿。

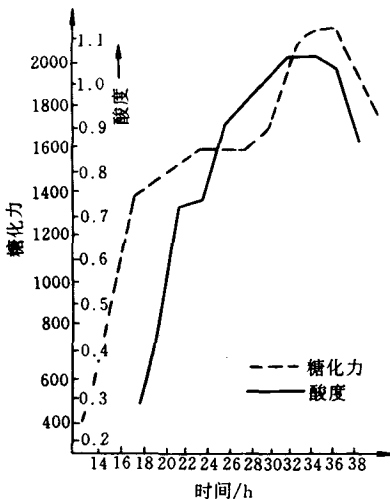


图 1-8 制曲过程中糖化力及酸度的变化状况

注：糖化力单位为 mg葡萄糖/(g·h)

UV<sub>11</sub>制曲过程中糖化力及酸度的变化状况如图 1-8所示。

因麸曲不宜贮存，故要有计划地制作，出曲后应立即使用。麸曲在贮存过程中容易“反火”造成淀粉酶活力下降和滋生大量杂菌，并需有相当大的面积和占用通风设备，很不经济。经测定，黄曲贮存3天，糖化力下降20%；黑曲贮存3天糖化力下降30%。

出曲水分越大，酶活力下降越大，杂菌感染越多，在贮存过程中酸度不断增加，并有烧曲的危险。

### 第三节 河内白曲测定

#### 一、各厂对河内白曲霉麸曲质量的测定结果

表 1-5 各厂对河内白曲霉麸曲质量的测定结果  
(取3次平均值 除水分外 以绝干计)

编 号	香 型	水分/%	酸 度	液化力	糖化力	蛋白酶 活力(pH3)	酯化酶 活力	酯分解 率/%
1	芝麻香型	30	1.6	7.81	1800	53.1	39.16	48.3
2	浓香型	24	1.17	10.32	1080	51.5	27.53	41.63
3	浓香型	16.5	1.66	22.75	600	30.91	13.98	56.14
4	浓香型	35	0.98	4.94	780	65.42	36.16	47.06
5	浓香型	30	2.08	9.55	1200	53.59	35.22	54.34
6	浓香型	23	1.76	5.63	1080	40.37	35.71	47.31
7	酱香型	25	1.76	7.29	900	25.75	41.67	39.76

注: 各酶活力单位为 u/g

收集7个厂白曲测定结果表明(见表1-5)由于各厂的培菌方法及制曲工艺不同故曲子各项指标相差很大。例如3号的酸度约是4号的1倍。1号的糖化力竟是3号的3倍。2号的液化力是4号的2倍。浓香型白酒4号的酸性蛋白酶活力是酱香型白酒7号的2.5倍。酯化酶与酯分解酶在厂际间也有较大出入。河内白曲霉要注意菌种保存,因为升酸幅度较大,长期传代培养容易退化,所以要经常变换培养基和按时分离复壮,以确保菌种健壮。

#### 二、各种制曲条件对成曲质量的影响

##### 1. 制曲温度对酶生成的影响

将接种的曲料分别在30℃、35℃、40℃、45℃下培养72h后取出进行酶活力测定。其结果如表1-6所示。

表 1-6 不同培养温度制曲测定结果(取3次平均值)

培养温度/℃	水分/%	酸度	糖化力	液化力	蛋白酶活力(pH3)	酯化酶活力	酯分解率/%
30	51	1.36	1 230	43.64	46.63	未检出	33.6
35	47	1.30	1 740	27.91	56.38	未检出	40.7
40	43	0.90	1 200	15.97	54.9	未检出	70.9
45	37.5	0.80	120	2.04	48.8	未检出	72.3

注：各酶的活力单位为 u/g。

河内白曲霉制曲培养，以30~35℃为其最佳温度，40℃以上淀粉酶活力下降幅度甚大。特别是在45℃培养时淀粉酶活力下降10~13倍左右，而且酯分解率也高。只有酸性蛋白酶波动性不大。因此，可认为在培养白曲时，制曲品温以控制在35℃左右为宜。追求高温麸曲的做法是错误的。

## 2. 制曲时间对酶生成的影响

曲料入房培养16h后，每4h取样1次跟踪测定结果如图1-9所示。

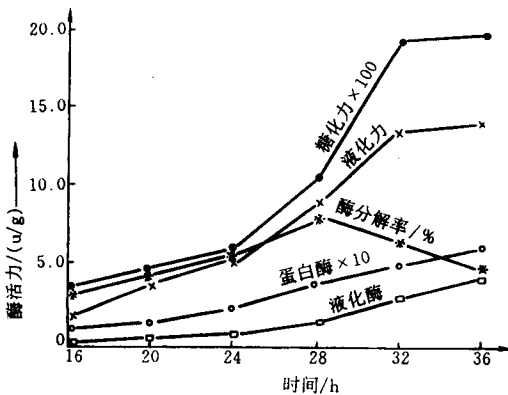


图 1-9 不同培养时间各酶活力状况

河内白曲霉制曲跟踪测定结果表明，白曲的培养时间以32~36h为好。此时酶活力处于高峰，而酯分解率正在下降。有的厂家认为，“老白曲”就应该培养时间长，因而无限度地延长制曲时间，但结果却适得其反。

### 3. 添加不同量鲜酒糟制曲测定结果

添加酒糟制曲，主要为了调剂酸度，增加营养，起疏松作用。并为酒糟再利用开辟新的途径，借以降低制曲成本。

取麸皮与新鲜酒糟按不同配比，加水调至原料水分为50%，拌匀后装入三角瓶内常压蒸汽灭菌60min后，冷却至30℃接入河内白曲霉孢子并摇匀于30~32℃培养72h。同时做不添加酒糟的空白对照试验。成曲各酶活力测定结果如表1-7所示。

表 1-7 添加不同量酒糟制曲测定结果（取3次平均值）

加糟量/%	水分/%	酸度	糖化力	液化力	蛋白酶活力(pH3)	酯化酶活力	酯分解率/%
0	56	1.36	980	19.64	54.1	未检出	31.54
10	52.6	1.4	1140	22.07		未检出	35.16
20	56	1.36	9.00	17.65	72.38	未检出	38.39
30	50	1.21	7.20	15.89	65.51	未检出	39.84
40	51.6	1.00	600	15	46.03	未检出	44.48

注：各酶活力单位为u/g。

本试验与多次加糟制曲的测定结果是一致的。添加鲜糟量10%~20%（可节约麸皮5%~10%）不但不降低曲子质量反而比纯麸皮原料曲还有提高。但必须使用刚出甑的新鲜酒糟，一般习惯以2kg鲜糟顶1kg麸皮计算。1年计算下来节省麸皮量是相当可观的了。

### 4. 白曲贮存酶活力变化检测结果 见表1-8)

表 1-8 白曲贮存酶活力变化检测结果 (取 2 房平均值)

项目 时间/d	水分/%	酸 度	糖化力	液化力	蛋白酶 活力(pH3)	酯化酶 活力	酯分解 率/%
0	28.9	1.83	1980	13.19	71.5	4.18	51.3
2	20.1	2.01	1280	9.37	70.1	2.93	50.1
4	16.4	2.48	720	6.18	56.6	1.05	48.3
6	15.1	2.51	360	3.07	31.5	0.03	45.9

注：各酶活力单位为 u/g。

随着存曲时间的增加，酶活力呈直线下降趋势。贮存 6d 时 糖化力下降 4.5 倍 液化力下降 3.3 倍 蛋白酶下降 1.3 倍，酯化酶下降 138 倍。惟有酯分解率下降较小。麸曲应该计划生产 按时使用 才能保证曲子质量、提高出酒率。

### 三、 pH、温度对白曲酶活力的影响

pH、温度对白曲酶活力的影响见图 1-10、图 1-11。

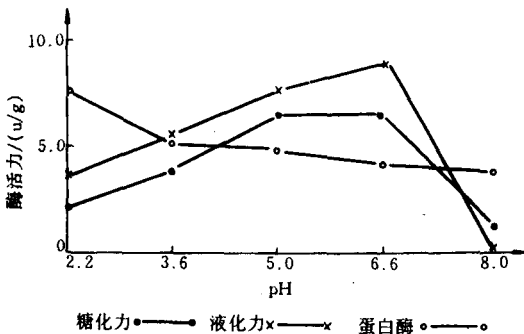


图 1-10 河内白曲霉各酶系在不同 pH 值的酶活力

从图 1-10 不同 pH 对白曲淀粉酶作用来看，淀粉酶活力最佳作用条件在 pH 5.0~6.6 之间，pH 5 以下时酶活力随之下落。这是大生产时酒醋酸度大，造成酒醋发粘，残余淀粉高，出酒率下降的根

源所在。在碱性条件下，淀粉酶迅速失活，蛋白酶也随之下降。但实际发酵是在酸性条件下进行的，往往不是酸不足，而多因酸过剩而造成产酒率下降。

取刚出房曲按测定糖化力方法提取酶液，测定在不同 pH 与不同温度下的酶活力。在 30℃、40℃、50℃、60℃、70℃ 下保持 5h, 1h 测定 1 次 其结果见图 1-11。

从图 1-11 图可知，白曲的酶活力受作用温度的影响较大。随着温度的升高 酶活力的持久性 保有率) 迅速下降。而在 30~40℃ 下，酶活力持久性较强，这说明了在白酒生产中低温入池的重要意义。对底物作用时，蛋白酶在 30~50℃ 下变化不大，在 50℃ 以上则呈下降趋势。液化力在 50℃ 以下直线上升，在 50~70℃ 下基本持平。糖化力在 30~60℃ 下呈上升趋势 在 60℃ 以上开始下降。

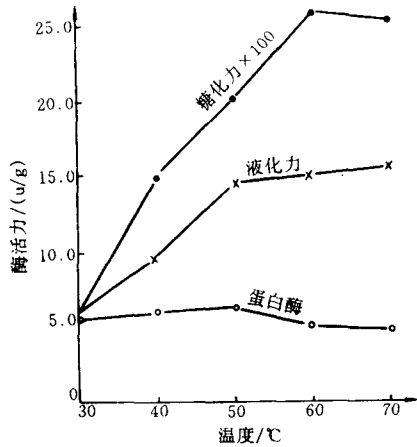


图 1-11 河内白曲霉各酶系在不同温度的酶活力

### 参 考 文 献

- [1] 周恒刚, 大曲麸曲产酯酵母, 郑州: 河南科学技术出版社, 1992
- [2] 岩野 君夫, 烧酒白曲の各种酵素に及ぶす制造条件の影響 日本酿造协会誌, 1987
- [3] 椎 木 敏, 烧酒白曲与用いら 白苯の无蒸煮发酵, 日本酿造协会誌, 1987
- [4] 小笠原 博信, 麦烧酒醪の发酵特性改善 对 于 白曲の寄与, 日本酿造协会誌, 1991
- [5] 田中 利雄, 无蒸煮 穀类上の系状菌の増殖, 日本发酵工学誌, 1982