

白酒工艺参考资料

无锡轻工业学院

1975年10月

IV. 大曲酒酿造

一、大曲

二、续楂法酿造大曲酒 (以双蒸大曲酒代表)

三、浅蒸法酿造大曲酒 (以汾酒为代表)

四、人工培养老窖

V. 白酒的色、香、味

一、白酒的色香味和感官检验

附录 III 酒精比重与重量、容量百分数和 100 毫升中的克数表

附录 IV 折合成 65 度白酒的重量换算表

附录 V 在大气压下，沸腾的酒精——水液体混合物和沸
点及由此液体所生成的蒸汽组成

注： 本资料係根据 1974 年 5 月“白酒工艺学”一书重新
编辑，因该书内容不全，改为参考资料，仅供参考。
半目。

I 麸曲酒母的白酒工艺

一、蒸麦配糖麸曲酒母白酒工艺流程（无酒精制厂流程）

二、工艺条件讨论

三、发酵过程中主要变化

（一）酵母菌的代谢原理

（二）发酵中酸度和杂菌

（三）杂菌油等主要产物的生成原理

附录I 白酒质量标淮——江苏省轻工业局

附录I 泸州老窖大曲酒的香味成分

II 麸曲制造

一、常用霉菌的生理特性

二、曲种的分离、扩大培养与菌种保藏

三、制麸曲的工艺

四、通风制曲，空气调节

III 酒母

一、白酒酿造中酵母菌的种类、形态和特性

二、酵母的繁殖曲线

三、酵母的酶

四、酵母菌的营养物质

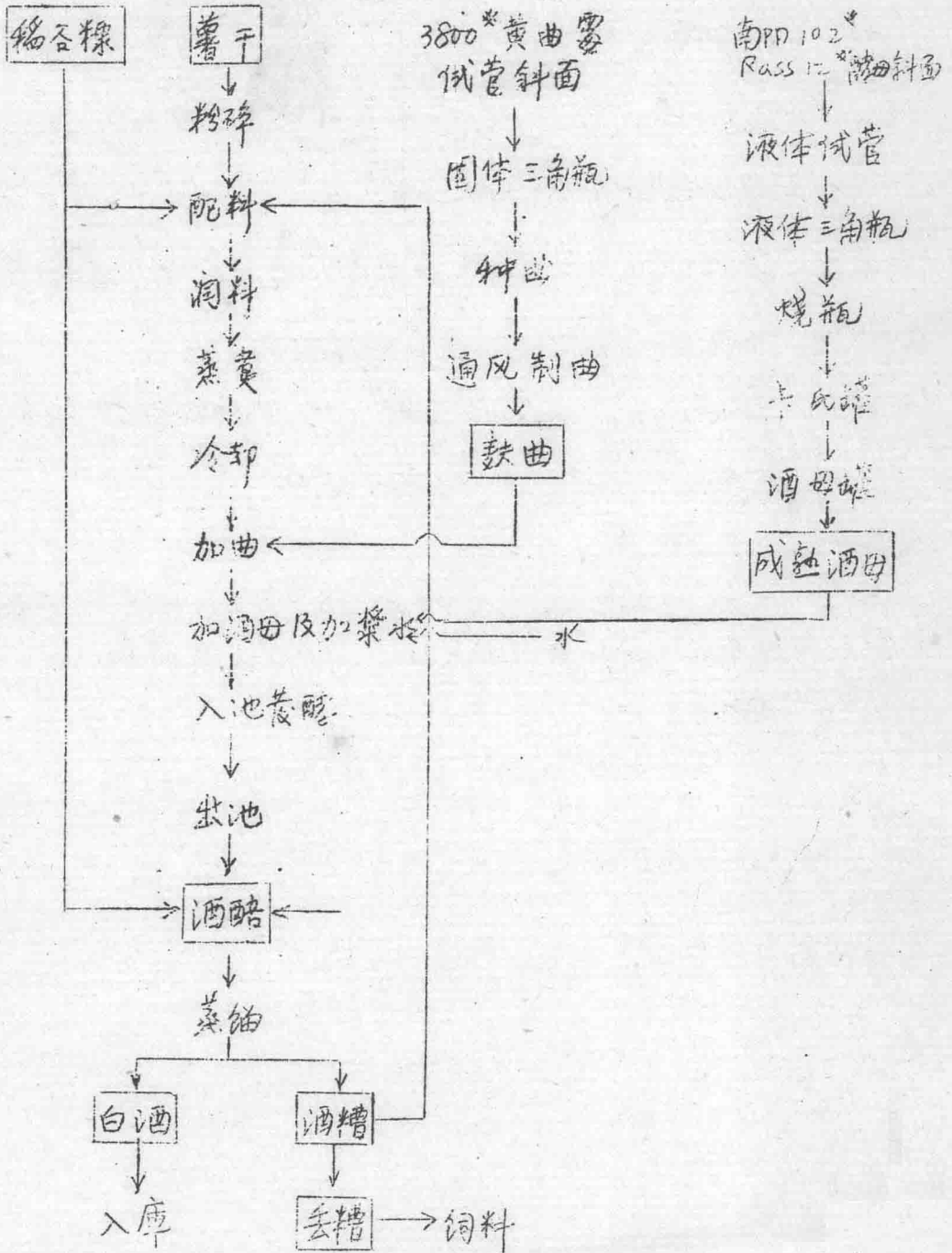
五、影响酿酒酵母繁殖的因素

六、酒母的扩大培养

七、成熟酒母的质量。

I 鼓曲酒母白酒的工艺

一、工艺流程



二 工艺条件讨论

1. 配料:

(1) 配料要求

酿制白酒主要的是利用原料中含有的淀粉，经过曲和酵母中包含的酶，在适宜条件下作用生成酒精，在生产中我们就是要创造一切有利于曲和酵母内的酶作用的条件，尽量使原料中淀粉充分转化成酒精。这是主要的，同时也要顾及到白酒是一种含酒精的饮料，所以要尽量排除原料和辅料中有害物质带入酒中，并使一些香味物质保留，以及在酿制过程中由于微生物的作用和化学作用产生一定的香味物质，使白酒具有独特的风格。

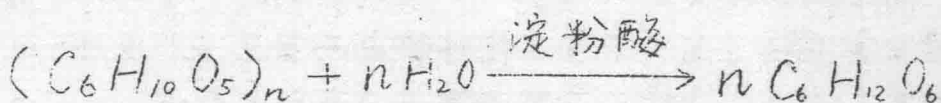
为了达到上述目的，在配料时必须根据原料的品种及其特性（如淀粉含量及其纯度）有无妨碍发酵的物质（如单宁等）采用填充料的性质（如吸水性能，松软程度、用量）；在生产工艺上还需考虑原料的粉碎细度、蒸饭方法，曲和酵母的质量和数量，生产工艺操作（一遍清还是续糟法），以及气温，设备等情况来决定配料。

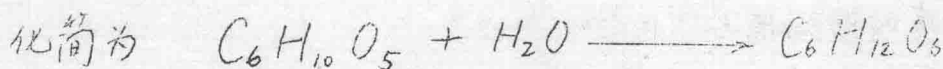
清蒸配糟薯干白酒生产工艺，一般以薯干为原料，以酒糟和各粮为稀释淀粉含量，调节酸度，吸水，疏松的填充料。

(2) 配料中淀粉浓度

① 酒精浓度问题：

淀粉是产生酒精的源泉，而在发酵中酵母及曲中酶，当酒精浓度达到一定高度时，会对酵母菌的发酵，曲中酶的作用产生抑制作用，所以必须在配料中配成一定的淀粉浓度的醪去发酵

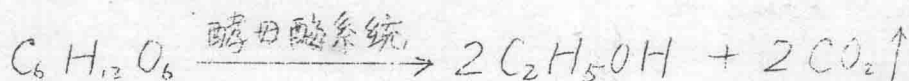




分子量 162 18 180

9 : 1 : 10

即 9 份淀粉在酶催化下，水解可得 10 份葡萄糖。（或 10 份淀粉可得 11.1 份葡萄糖）



分子量 180 92 88

每 1 克葡萄糖发酵时可得酒精为 x 。

$$180 : 92 = 1 : x$$

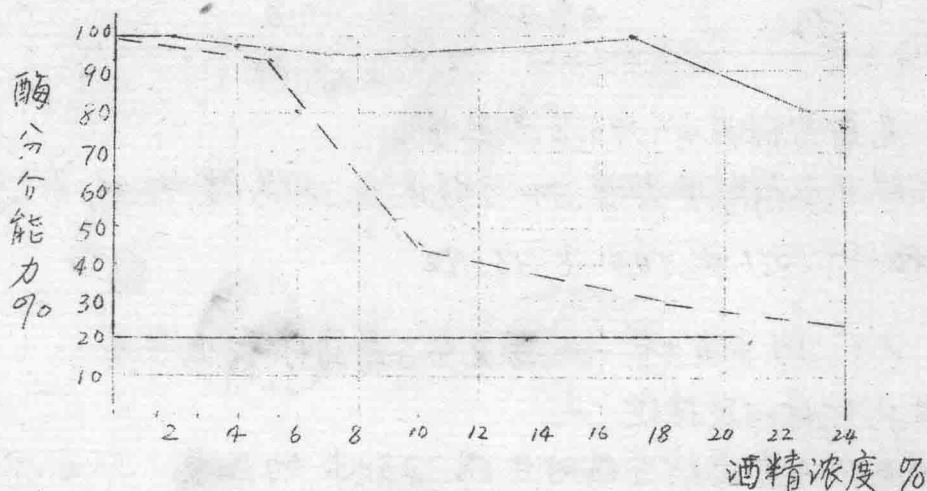
$$x = \frac{92 \times 1}{180} = 0.5111 \text{ 克}$$

$$\text{则淀粉的理论出酒率} \% = \frac{0.5111 \times 100 \%}{0.9} = 56.78 \% \quad (\text{重量} \%)$$

酵母的品种不同，耐酒精浓度亦不一致，一般在 8.5%（容量%）酒精度时，就明显的阻碍酵母发芽能力如达到 10%（容量%）则完全停止繁殖。但对酵母发酵而言，还受到发酵时温度、糖度、酵母占种影响，一般酒精酵母可以发酵到 12~14% 酒精，如低温长时间发酵可达 15~16%（甚至 18~20%）如黄酒和葡萄酒中。

白酒是“固体”发酵（实际上应称做蓄浆发酵），水份很少，相对酒精浓度就大得多，一般成熟酒醪含水约 70%，若酒醪中含酒精 8%（容量）相对酵母而言其浓度就达 11.45%（容量）这样的酒精浓度对发酵还没有多大影响。

酒精浓度对曲酶糖化作用影响，如左



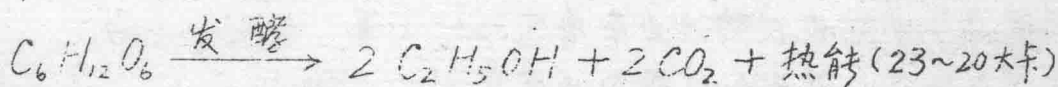
酒精浓度对淀粉酶和蛋白酶的阻碍作用

从上面曲线可以看出，当酒精浓度达 20% 时，才使曲淀粉酶作用减弱，对蛋白酶而言，当酒精度在 4~6%，显著受抑制，当酒精度在 10% 时蛋白酶活性就损失 50%。

在白酒酿造中只需控制一定的酒精浓度（如一般 8%）（总量）对酵母发酵和糖化没有多大影响。

② 热量问题：

固体发酵白酒，一般均用发酵池（水泥）、石窖、泥窖、大缸等，而固体醅的付热系数小，一般均不采用降温措施，而发酵过程是放热反应，发酵又必须保持一定的湿度下进行，如何调节这个温度？



根据实验测定，每 100 克葡萄糖发酵时生成：

发酵产物	数量(克)	热能(卡)
酒精	51.1	358.36
甘油	3.1	14.38
琥珀酸	0.56	1.99

酵母残渣	1.3	5.15
CO ₂	49.2	0
		319.88

每 100 克葡萄糖具有 396.8 卡热量

在发酵过程中应释放出热量 = $396.8 - 379.88 = 16.92$ (卡)

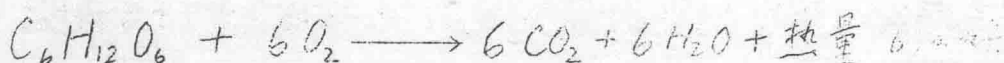
$$180 : x = 100 : 16.92$$

$x = 20.456$ 大卡 — 每克分子葡萄糖放出热量

和上述理论计算比较接近。

每一克分子葡萄糖发酵时生成 23 大卡的热量, 即每 1 公斤淀粉在酒精发酵时可以生成 145 大卡的热量, 可以这样认为: 每公斤醪中淀粉含量经发酵下降 1% 时, 此酒醪温度应升高 1.45°C

当葡萄糖完全氧化时:



酵母在繁殖过程中, 就是按照这个代谢供得能量, 这也使培养基温度升高, 相当于 1 公斤淀粉生成 4156 大卡的热量, 这称呼吸热, 而在白酒发酵时, 酵母因为氧气比较少, 酵母呼吸实际上进行比较少, 故热量主要是酒精发酵分介热为主。按照实际测定, 一般是酒醪中淀粉每下降 1% 温度约升高 2°C

发酵温度与酵母发酵活力有着密切的关系, 当温度升高, 又有酒精存在下, 酵母的发酵能力会受到大大抑制。

如在液体发酵中测定

发酵温度, $^{\circ}\text{C}$	发酵终止时酒精浓度(容量%)
36°C	4.7
27°C	9.3
18°C	10.9

9

11.7

低温发酵，能使酵母利用糖比较彻底，出酒率高，而高温（如 36°C ）经常使酵母发酵到一定程度就停止，（虽然还有糖，酒精度也不高），白酒在发酵过程中，基本上是无法调节温度的，唯一的是调节入池温度，和入池淀粉浓度，而入池温度又往往受气温等条件影响，入池温度太低，也影响酵母的繁殖和总的发酵时间会拉长，（影响产量和设备利用率），所以白酒生产利用控制入池淀粉浓度来支配池内发酵温度高低。

例如，冬天我们可以控制在 18°C 入池，发酵最高温度如果是 36°C 以下，可以允许升温是 $36^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C} = 18^{\circ}\text{C}$ 而每下降 1% 淀粉含量时，温升为 2°C 则可计算在发酵过程中可以下降淀粉浓度为 9% 。

如果出池时残余淀粉是 5% ，则我们入池淀粉浓度就可计算出来，醅厂配料是：

山茅粉（淀粉含量 65% ）重量 : 酒糟重量（ 5% 淀粉）
: 谷糠 = 1 : 5 : 0.3

$$\text{计算配料淀粉浓度} = \frac{65\% \times 1 + 5\% \times 5}{1 + 5 + 0.3} = \frac{0.9}{6.3} = 14.3\%$$

在发酵过程中消耗淀粉为 $14.3\% - 5\% = 9.3\%$

这里没有计算加曲、加酵母、加浆情况所以基本上是符合生产实际情况。如果夏天，因气温高，醅冷却温度最低在 $20^{\circ}\text{C} \sim 22^{\circ}\text{C}$ 则配料时可以通过计算，淀粉浓度应是多少？工厂配糟比是 $1:6$ 是否合理？

(3) 薯干压料粉碎。

在本工艺流程中，一部分淀粉是只经过一次发酵就作为丢糟的，为了保证淀粉充分利用，瓜干粉碎度大一些是十分必要

的，过去粉碎高粱以每粒 4~6 瓣为好，在这里是完全不恰当的。

粉碎细度大也有利于润料时吸水均匀，淀粉充分吸水膨胀，易蒸熟能减少蒸煮时间，降低煤耗。也有利于在蒸煮冷却时排除原料中带入的不良气味。

(4) 应用何种辅助原料

辅助原料主要是作为填充料，其目的是为了调整淀粉浓度，调节酸度，吸收和保持浆水及酒精，并疏松酒醅，给发酵和蒸馏创造条件。填充料种类很多，有谷糠，花生壳，谷皮，玉米芯，甘薯蔓，高粱壳，稻草等，这些材料都有它不同特点，松软程度，吸水量等。

常用填充料的性质

	密度克/100毫升	吸水克/100克	水份%	多缩戊糖%	果胶物质%
谷皮	14.8	230	10.3	12.3	0.7
花生皮	24.5	250	11.9	17.0	2.1
谷糠	12.9	120	12.7	16.9	1.46
玉米芯	16.9	360	12.4	23.5	1.68
甘薯蔓	25.7	335	12.7	11.9	5.81
鲜粉糟	—	—	0.63	6.0	1.83

以吸水量来说，玉米芯为最大，甘薯蔓，谷皮都很好，对出酒率是有好处的，谷皮密度虽小，但组织坚硬吸水能力并不大，高粱壳含有较多的单宁用量大时会影响发酵，至于稻草麦秆等不易保存，还容易带来大量杂菌。

对于酒的质量来说，玉米芯含有多缩戊糖多，在发酵过程中产生糠醛多，甘薯蔓含果胶物质多，发酵时生成甲醇多，而且

有一股青草气，常入酒中影响酒质量，谷糠糠草含有大量硅酸盐，用量过多也会影响酒糟的饲料价值。

总之，选用辅助材料，应就地取材，选用对酿酒适合的农村产品废料。

在酶制剂厂採用大量酒糟作为填充料，这是工人群众在生产实践中创造出来的薯干白酒新工艺——清蒸配糟操作法。其优点是虽然一次投料，一次发酵，对淀粉而言，不能充分利用，一部份酒糟作为填充料，配入原料中，可以重复发酵，提高淀粉利用率。

同时，过去续糟发酵中，原料经过多次发酵能形成较多香味物质的前驱物质，在多次发酵时会形成酒的芳香物质，在我们回糟发酵时也可产生相似的效果。

酒糟中还含有一定量的酸度，对调节发酵酸度也有利，酒糟中还含有不少酵母分解产物，能促进发酵过程中酵母的繁殖和发酵。

在水稻地区谷糠米泥还是比较多，用谷糠作为辅助填充料，对发酵蒸油时疏松性均有很大好处。但谷糠中含有糠气味，最好是清蒸以后配入，可以减少酒中糠味，如果谷糠用量太多，不但影响酒的质量，（糠气味及谷糠中多缩戊糖，发酵时形成糠醛）而且会降低酒糟的饲料价值，这是应该注意的。

2 关于润料作用

(1) 操作

原料山芋粉粉碎后要求通过 60 目/吋² 的细粉不低于 60%，薯干粉碎越细，则润料吸水越均匀，可缩短蒸费时间并有利于清蒸除去异味。

① 山芋粉 + 谷糠 + 熟酒糟；计量配合，混合均匀，防止细粉飞扬损失，并要求打碎疙瘩。

② 堆积温度应在 50°C 以上，含水份在 $50\sim 54\%$

润料时间：室温在 18°C 以上时为 $8\sim 12$ 小时，在 18°C 以下时为 $18\sim 22$ 小时。

(2) 润料的优点

在润料过程中，由于保持较高温度（在 50°C 以上），热酒糟中並有一定的酸度。有利于淀粉吸水膨胀，因而促进了原料的糊化彻底，並且有利于排除薯干的一些怪味。

（据有关资料，瓜干粉经过 $50^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 热风吹烘，可排除大部分瓜干的怪杂味）

(3) 在润料过程中变化

时间	温度 $^{\circ}\text{C}$	水份%	酸度	还原糖%	淀粉%
0	59	50	0.5	0.81	15.9
10	57	49	0.6	1.12	15
20	56	48	0.6	1.165	14.5
升降数	-3	-2	+0.1	+0.355	-1.4

从上表看出，由于原料中本身常有 β -淀粉酶，在润料中使部份淀粉转化成还原糖，所以使淀粉下降，还原糖增加，同时也由于部分杂菌繁殖使酸度增加，而且也损耗了一部分淀粉。

3. 蒸 煮

淀粉是植物的贮藏物质，以颗粒状态贮存于植物的细胞中。淀粉颗粒的大小和形态是随植物的品种不同而不同，甘薯淀粉为团粒结构其中心呈星状，大小为 $15\sim 20\mu$ （大米淀粉颗粒最小为 2μ ）。淀粉颗粒外面有抵抗外力作用的外膜，甘薯和谷类淀粉的外膜不甚坚固，易受糖化酶的作用。

(1) 蒸煮目的

① 淀粉质原料在蒸煮过程中，藉助于水分及温度的作用，使植物组织和细胞膜膨胀或破裂，并使淀粉得到糊化或从细胞中释放出来，使淀粉易受淀粉酶作用而转变成可发酵性糖。

② 原料中都带有各种微生物，在蒸煮时藉助温度作用对原料进行灭菌。

(2) 工艺条件

无夕酶厂的白酒原料蒸煮操作，是经过润料的醅子（山芋粉酒糟，大糠）连续进入转盘式蒸料塔中，在塔不同高度通入水蒸汽，进行蒸煮，蒸料机进蒸汽分压为 ① 0.4 ~ 0.5

② 0.6 ~ 0.7 ③ 0.8 ~ 0.9 ④ 0.9 ~ 1.1 ⑤ 0.6 ~ 0.7

（均係 kg/cm^2 ）

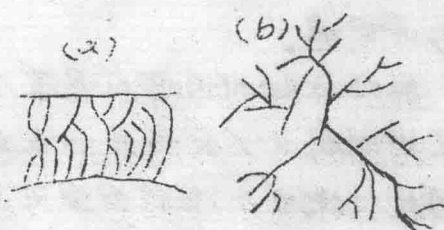
蒸熟醅子在塔底转盘下，连续排出，醅子在塔中总行由时间不少於 8 分钟

(3) 蒸煮基本原理

淀粉是一种亲水胶体，吸收水分后能发生膨化现象，这是由于水分渗入淀粉颗粒内，使淀粉的巨大分子链扩张，因而体积膨大重量增加，并随温度升高而继续膨化。在一定温度下，当淀粉颗粒的体积增加到 50 ~ 100 倍时，各巨大分子间的联系削弱，从而予致淀粉颗粒的介体释放，此现象称做淀粉糊化。在糊化时，淀粉结晶体的构造破坏，本来排列整齐的淀粉层变成错综复杂的网状结构。这种网状结构是由巨大分子的支链淀粉的支链相互联系的（随温度升高此网状可继续断裂。）

淀粉的强度与淀粉颗粒大小有关。

薯类淀粉糊化温度约为 55-65°C，
玉米淀粉 65-75°C，大小号为 60-80°C



(a) 淀粉粒的薄片

(b) 膨化了的淀粉薄片

大米为 $75-85^{\circ}\text{C}$ ，但需说明在淀粉糊网状中还是存在淀粉的小颗粒欲使组织内部的淀粉全部糊化则所需温度更高。
据资料报导，当以粮食为原料粉碎细度如果全部通过 1mm 筛孔时在 100°C 下蒸煮 15 分钟已能使淀粉中淀粉达到糊化程度。因此可见原料粉碎细度越大时植物细胞破裂在蒸煮时糊化也越容易。
4. 冷却

(1) 目的要求：

① 蒸熟的熟醅子温度在 100°C 左右，必须经过场冷至适当的温度才能加曲加糠田及入池发酵。

② 在场冷过程中由于熟醅内部水分大量蒸发不但使醅子结构疏松有利于以后加入糖化剂(曲中酶)酶田及浆水而渗透到内部有利于发酵糖化同时由于水分的大量蒸发也带走了醅中的酸什怪气有利于提高酒的质量。

③ 在场冷过程中强烈通风使醅子吸收了大量氧气而这些氧气又是醅入池后供酵母菌繁殖所需。

(2) 冷却操作注意

过去手工操作是把熟醅堆在地上，而木锨不时地翻拌有时甚至第一锨一锨地把醅场到空中藉助于自然空气(或排风机)对醅接触从而达到冷却。夏天空气温度较高一般要掀场 3-4 遍工人在堆场上劳动条件极差劳动强度极大有时因在场上冷却时间太长不但影响生产率更严重的是还会大量沾染什怪而影响发酵。

现在冷却时既要求迅速冷却又要求不破坏醅的物料性质即不将熟醅又不起壳皮过去用脚踏在连续冷却时往往把颗粒性破坏了(打烂了)有的用强风直吹冷却时则产生相反结果由于醅颗粒表面水分迅速蒸发导致颗粒外表产生干皮颗粒内部水分排不出来不流打烂或起干皮都会影响以后操作时加浆(酶田及热水)使浆水吃不进醅而淋浆结果影响发酵。

(3) 操作:

蒸熟酒醪藉助于蒸料塔底部的压料搅拌机反应纹处送至扬粮机扬粮机呈按装在风道中前正有一台鼓风机不断吹入冷风热醪由扬粮机打击及吹入冷风输送至旋风分离器热水蒸汽从旋风分离器升气管排至室外醪落入凉粮机筛孔钢带由凉粮机筛孔钢带缓慢通过凉粮机在筛孔钢带下部有一斜坡形风道由鼓风机不断送入冷风冷风和醪是顺流方向冷风穿过筛孔钢带穿过醪带走醪的热质及水分由排风管送至室外。

冷风夏天用喷射制冷室空气调节室调节风温在 10°C 左右冬天用蒸料塔顶回收二次蒸汽调节通风的温湿度。

醪在凉粮机停留时间约25分钟(可以调节)通过充分通风冷却不但使温度达到加曲温度同时也由于醪中水分蒸发带走醪中酸气怪气。

5. 双边发酵和粉化剂

(1) 在固体酿造白酒中我们保留了我国传统的独特的工艺——“双边发酵”。淀粉变酒必须经过粉化与发酵过程。一般淀粉粉化酶作用的最适温度在 50°C — 60°C ，即在此温度下粉化速度最快但温度愈高淀粉酶的破坏愈大，低温(如 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$)，粉化酶也粉化，但时间要长一些，粉化酶钝化也慢一些。酒精酵母发酵的最适温度为 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ 左右，所谓“双边发酵”就是采用比较低温度，让粉化和发酵同时进行，此温度须不影响酵母菌发酵。

根据试验在 $\text{pH } 4.5$ 时，对2%可溶性淀粉液中加入0.5%麴菌浸液，在 $53\sim 55^{\circ}\text{C}$ 下粉化2小时，所产生还原糖量与 $9\sim 10^{\circ}\text{C}$ 粉化10小时与 30°C 粉化4小时所生成的糖量是相等的(约 $21\text{mg}/10\text{ml}$ ，还原糖)。由此可见粉化温度虽低，只要保证一定粉化时间，仍可达到粉化目的。

在固体白酒酿造中采用双边发酵，虽然入池粉化发酵温度比较低($18\sim 22^{\circ}\text{C}$)，粉化进行缓慢，这样不但可以控制开始发酵进行缓慢些，发酵池升温较慢，酵母不易衰老，发酵比较深入(发酵度高)，同时可以减少由于粉份过多积累，温度又高而给酵母创造了繁殖的有利条件。还由于发酵在低温下进行，对香味生成有利。也有相反说法，但可以认为至少减小了香味物质的挥发损失。

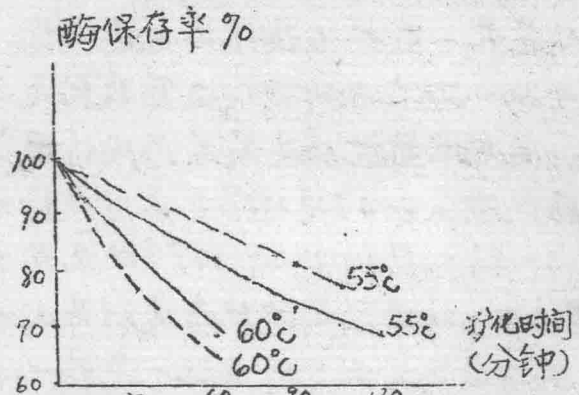
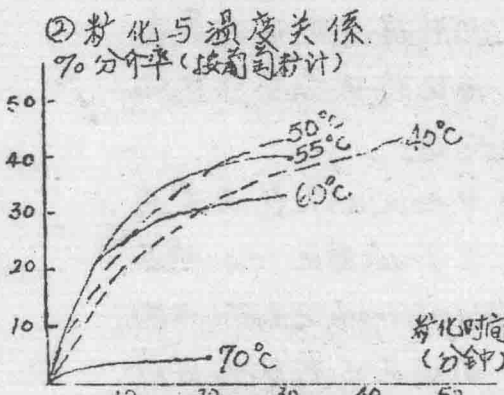
(2) 应用何种曲霉作粉化剂。

① 几种霉菌所含主要酶系统

酶种	淀粉1-4糊精酶(α-淀粉酶)	淀粉1-4糊精酶(β-淀粉酶)	α-淀粉酶	麦芽糖-葡萄糖苷酶	蛋白酶	果胶酶	脂肪酶	淀粉1-6葡萄糖苷酶(界限糊精酶)
黄曲霉	87	24	2.6	有	多	少	少	无
黑曲霉	少	40	8.5	有	少	多	多	多
白曲霉	100	28	16.3	有	少	多	多	多
根霉	5	49	5.9	无	少	多	少	无

黄曲霉淀粉化力强，粉化力差，且不耐酸，所以粉化时没有后劲剂。

用黄曲霉作粉化剂制酒淀粉利用率约80-85%。黑曲霉耐酸粉化力强还有界限糊精酶可以分解淀粉1-6键。界限糊精酶所以原料淀粉利用率比黄曲霉高可达90~93%（酒糟工业）但蛋白酶少（比黄曲霉少20倍）而且果胶酶多。用黑曲霉制酒目前质量还不如黄曲霉。过去有些厂做白酒用30%黄曲霉、70%黑曲霉混用各取其优点。但生产两种曲较麻烦。



各1、在不同温度下粉化酶的得分率。

各2、黄曲——在PH5.6
黑曲——在PH5.8
粉化时淀粉酶保存率 %

从图各1可知，淀粉粉化酶作用最适温度为40~50°C，60°C粉化速度就下降得快，70°C粉化能力极差。从各2可知，粉化温度愈高，时间愈长，淀粉酶受温度影响钝化破坏愈大，也即酶保存率愈小。白酒应用双边发酵粉化在18~35°C下进行，虽然粉化速度慢（与40~50°C比较），但是酶保存率大，只要有相当时间，粉得率并不减少。

③ 粉化与PH的关系
一般粉化型淀粉酶都比较耐酸，而液化型淀粉酶（ α -淀粉酶）比较不耐酸。据测定在30°C下粉化最适PH情况如下：

品种	黄曲	黑曲	根霉	麦芽淀粉酶
PH	5.6	4.2	4.3	4.6

④ 讨论
黄曲霉液化能力强，但粉化能力差而且不耐酸在琼脂中，无法发酵时生淀粉化就没有后劲用它作粉化剂淀粉利用率一般只有80~85%。黑曲霉耐酸而且粉化能力强，它还有界限糊精酶可以分解