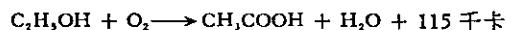


酶法液化回流工艺制米醋

上海 醋 厂

上海市油粮工业公司酿造实验工场

醋酸发酵，是酒精被醋酸菌氧化，生成醋酸的过程，其反应如下：



在理论上 46 克酒精能生成 60 克醋酸，并放出 115 千卡热量，可是实际常常低于理论数值，其原因：(1) 酒精在发酵过程中挥发，(2)一部分醋酸再氧化为 CO_2 ，(3) 一部分酒精被醋酸菌作为碳源合成菌体所消耗。此外，据有关资料报道，醋酸菌不仅使酒精氧化成醋酸，而且能将糖类变为各种有机酸，例如：葡萄糖酸，琥珀酸等。从固体发酵制醋工艺上看，更为错综复杂，醋醅中除酵母、霉菌、醋酸菌外，还有从空气中落人的其它杂菌，醋酸发酵就依靠一些有益的微生物所分泌的酶，将醋醅中的蛋白质、淀粉、糖类、酒精等物质进行分解变成食醋中的有益成份，例如：醋酸，丁酸，氨基酸，糖分，乳酸，葡萄糖酸，琥珀酸等。

但如果管理不慎、有害杂菌就会乘机大量繁殖，造成醋醅腐败变质，产生异味，导致醋酸发酵失败。老法固体醋倒缸的目的就是因为醋酸菌是专性好气性细菌，喜欢在接触空气的醋醅表面生长繁殖，并由于繁殖过程中产生有呼吸热与分解热，一般每经 24 小时后醋面品温达 40℃ 以上，而中层、底层品温与表面品温比较，相差悬殊。为了不使表面品温过高，中、底层醋醅也能接触空气，得到良好发酵，所以每天必须进行倒醋调温，直到发酵成熟为止。现改革自然通风和醋汁回流代替倒醋，在发酵池近底层处设假底，并开设通风洞，让空气自然进入，运用固体醋醅的疏松度，使全部醋醅都能均匀发酵，由于表面品温较高，利用醋汁与醋醅的温度差，调节发酵温度，保证发酵正常进行，经过几年来的实践证明，这种措施是比较行之有效的。

一、原料及其一般成份

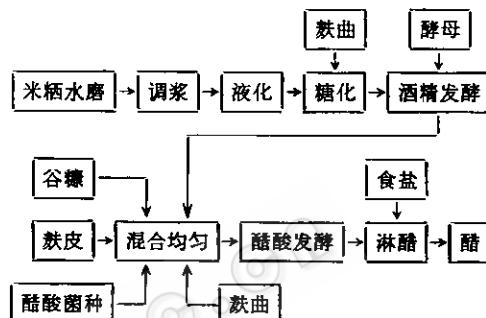
原料名称：米粞（碎米）、麸皮，谷糠（辅助作用）。原料组分见表 1。

表 1 主要原料组分

名 称	淀 粉 (%)	粗蛋白 质 (%)	水 分 (%)
米 砀	62—70	7.48—8.5	13—16
麸 皮	14.5—19	12—14	12—13

原料要求：不得有虫蛀、霉烂变质，尘土砂土含量少。

二、工艺流程



三、麸曲生产工艺

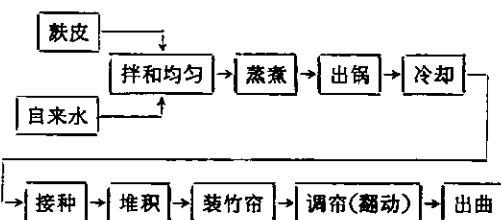
1. 菌种：黑曲霉 3.324。

2. 菌种培养条件：斜面试管 (1.5×16 厘米) 培养基为 7 波美米曲汁，2—2.5% 琼脂，pH 4.2—4.4；三角瓶 (500 毫升容量) 培养基为麸皮和水 (比例为 1:1)。斜面和三角瓶培养温度均为 28—30℃，144 小时。

三角瓶扩大培养时，经培养 18 小时左右，瓶内曲料上有白色菌丝生成时即行摇瓶一次，将块打碎，过 8 小时左右再摇瓶一次，待菌丝较密时即行扣瓶，至遍生黑色孢子时取出备用。

3. 麸曲生产：原料组分为麸皮 100 斤，自来水 60 斤 (根据季节适当增减)。

操作过程



4. 注意问题

- (1) 蒸煮压力为 0.5 公斤/厘米²，蒸煮时间 30 分钟。
- (2) 曲料出锅后冷却至 36℃ 左右接种，接种量为 0.3%，接种完后迅速移入曲室堆积。

表 2 酵母扩大培养条件

项 目	斜面试管	小三角瓶	大三角瓶	卡 氏 罐	酒 母
容器容量	1.5×16 厘米试管	250 毫升	1000 毫升	15 升	600 升
培养基量	4—5 毫升	150 毫升	500 毫升	7.5 升	500 升
接 种 量	移 种	1—2 白金耳	20 毫升	1.5 升	10.4 升
培 养 基 组 成	米曲汁 7 波美, 2—2.5% 琼脂, pH 4.1—4.4	糖化醪稀至 7 波美, pH 4.1—4.4	糖化醪稀至 7 波美, pH 4.1—4.4	糖化醪稀至 8—9 波美, pH 4.1—4.4	糖化醪稀至 8—9 波美, pH 4.1—4.4
培养基酸度		0.1—0.2	0.1—0.2	0.2—0.3	0.2—0.3
培养温度(℃)	26—28	26—28	26—28	26—28	26—28
培养时间(小时)	72	24	18—20	18	8—10
酵母细胞数					约 1 亿/毫升

(3) 堆积后品温上升至 38℃ 左右即可装竹帘。

(4) 装帘后每间隔 2 小时调帘(翻动)一次, 基本上需调帘 6—7 次, 经 36 小时的发酵后, 即可出曲。

(5) 糖化曲出曲后, 不宜堆得过高, 以免后期发热。

四、酵母生产

1. 菌种: 酒精酵母 K。

2. 扩大培养条件(见表 2)。

3. 注意问题

(1) 在上述扩大培养酵母的操作前, 都要严格消毒灭菌后方可进行操作。

(2) 三角瓶扩大到卡氏罐和卡氏罐扩大至酒母都要严格掌握好接种时的温度(接种时品温一般控制在培养温度范围内), 如果品温过高, 发酵培养快, 在使用时酵母菌已呈衰老状态。如接种品温过低, 发酵培养

慢, 使用时酵母尚不旺盛, 这都会影响入罐后酒精的生成, 所以一定要掌握好品温。

(3) 为了防止杂菌生长, 在培养基中加入适量的硫酸来调节 pH 值, 但在加硫酸时, 应将硫酸沿容器壁加入水中, 切忌把水加入硫酸中, 以免硫酸飞溅到操作者身上。

五、醋酸菌的扩大培养

1. 菌种: 恶臭醋酸杆菌 AS1.41。

2. 扩大培养条件(见表 3)。

六、液体酒精发酵

1. 工艺流程

原料(碎米) → 水磨 → 调浆 → 液化 → 冷却 → 加曲糖化 → 冷却 → 接酵母 → 酒精发酵 → 酒液。

表 3 醋酸菌扩大培养条件

项 目	斜 面 试 管	三 角 瓶(第一代)	三 角 瓶(第二代)	固 体 扩 大 培 养
容器容量	1.5×16 厘米试管	1,000 毫升	1,000 毫升	200 升
培养基数量	4—5 毫升	200 毫升	200 毫升	
培养基组成	酒 液 100 毫升 葡萄糖 0.3% 酵母膏 1% 碳酸钙 2% 琼 脂 2—2.5% 酒 精 2%	酒 液 100 毫升 葡萄糖 0.3% 酵母膏 1% 75% 酒精 5 毫升	同三角瓶第一代	酒 液 270 斤 麸 皮 56 斤 谷 糜 74 斤 (拌和均匀)
接 种 量	移 种	斜面试管一支	20 毫升	4 升
培 养 温 度	26—28℃	26—28℃	26—28℃	自然通风回流
培 养 时 间	2—3 天	2 天	2 天	7 天

注: 1. 三角瓶扩大培养采用摇瓶进行震荡培养。

2. 培养基中的酒液即大生产中经酒精发酵后的醪液。

3. 醋酸菌液接入固体醋醅后, 开始在表面逐步松醅使之扩大, 待温度达到 38℃ 时, 开始将醋汁回流, 经一星期后即可使用。

2. 操作条件

(1) 水磨与调浆：先将碎米用水浸泡，然后将米与水按 1:2.5 比例均匀送入磨粉机（水磨）磨成 70 目以上细度的粉浆（约 16—18 波美度）后，用水泵送入粉浆桶调浆，用碳酸钠调 pH 6.4—6.2（国产精密试纸测定），加入 0.2% 氯化钙（按原料量计算）和每克碎米加 6 单位的细菌 α -淀粉酶（无锡酶制剂厂产品，其活性为 2,000 单位/克）充分搅拌，使加入的酶很快地均匀分布在浆液中，打开粉浆桶的出料阀，缓缓放入液化桶内连续液化。

(2) 液化与糖化：先在液化桶内加入适量的水，然后将水升温至 80℃，并将粉浆液缓缓连续放入，液化品温掌握在 85℃—88℃，待粉浆全部进入后，保持 90℃ 10 分钟（以粉浆液遇碘液反应呈棕黄色表示液化完全），然后逐步升温煮沸，以破坏酶，液化完毕后将液化醪用泵送入糖化桶内，冷却至 63±2℃ 时加入糖化曲，加入量为投料米的 7%（包括培养酵母所用麸曲），糖化三小时，待糖化液冷却到 27℃ 后，用泵送入酒精发酵罐。

(3) 酒精发酵：将糖化液送入发酵罐后，同时加入自来水，使米与发酵醪比例为 1:5.2（即每批料 2,400 斤米，配成 12,500 斤发酵醪），然后再用硫酸调节至 pH 4.4—4.1，接入酵母液 1,000 斤（酵母液是发酵醪总数量的 7.3%）。酒精发酵以冷却水控制品温，一般不高于 37℃，不低于 30℃，发酵周期为 64 小时左右，酒精发酵后酒液的酒度为 8 度以上，酸度 0.3—0.4 左右，然后将酒液送入醋酸发酵池，与生麸皮、谷糠和固体醋酸菌种拌匀进行醋酸发酵。

七、醋酸发酵

1. 原料及其用量(以每池计算，单位为斤)

酒液 13,500，麸皮 2,600，谷糠 3,600 左右，固体醋酸菌种 400，麸曲 200。

2. 工艺流程

酒液 → 加生麸皮、谷糠、麸曲和固体醋酸菌种 → 拌匀醋醅 → 回流 → 成熟 → 淋醋 → 成品
食盐 → ↑

3. 操作条件

(1) 进池：将酒液、生麸皮、谷糠、麸曲和固体醋酸菌种充分拌和入池（见图 1）（在加入醋酸菌种时，上面要加大接种量）然后耙平，盖上塑料布发酵。

(2) 松醅：发酵池上面醋酸菌生长繁殖快，升温快，24 小时左右即可升到 40℃，但中间品温低，所以要进行松醅，将上面和中间的料疏松，待发酵一星期后还需松醅一次，以免产生积水现象。

(3) 回流：松醅后每逢品温达到 40℃ 即可回流，使品温降至 36—38℃，一般回流 120—130 次，醋醅就成熟，时间约需 30 天左右。发酵温度前期为 40℃，后

期为 36℃。

(4) 成熟：经测定，醋汁酸度达 5% 以上，醋醅中酒精含量已降至微量，酸度不再上升即可结束发酵，醋醅成熟后醋汁的酸度可达 6.5—7%，为了避免醋酸氧化分解成二氧化碳和水，结束发酵后立即加入食盐（每批加入食盐 200 斤），抑制醋酸菌氧化作用。

(5) 淋醋：浸出法：用淡醋水泡醋醅 12 小时，放淋，这种方法淋出的醋透明度差。萃取法：在原来的通风回流池内进行，打开醋汁管把二醋水分次浇在上面（不能冲乱醋醅层次，否则影响产品质量），从醋汁管收集成品醋，下面收集多少、上面放入多少，当成品酸度降至 5% 时停止收集，每池产量为 20,000 斤，平均每斤粮出醋 8.3 斤左右。上面加三醋时，下面收集叫二醋，上面加水时，下面收集的叫三醋。二醋、三醋供淋醋使用。

(6) 成品：淋出的醋经热交换器灭菌，醋酸菌 60℃ 10 分钟就能杀死，我厂采用 80℃ 灭菌，最后装瓶即为成品。

成品醋总酸度为 5%，总糖 1.32%，全氮 0.52%，可溶性蛋白质 2.7%，氨基酸占 0.12%，波美度 5.5 度。成品醋的风味评定：色泽红褐，口味酸甜，刺激性小。

八、经济效果

1. 原料主粮产醋率比较：旧工艺（蒸饭倒醋法）每斤主粮可产醋（以 5% 醋酸度计）7.34 斤，新工艺（液化回流法）可提高到每斤主粮产醋 8.3 斤。

2. 原来常压蒸饭的老工艺耗煤量大，实现酶法液化新工艺后，用煤量显著下降。

3. 实现管道化，机械化生产，大大降低了工人的劳动强度，还节约了劳动力。

4. 实践证明，酒液拌入生麸皮，不影响产品质量和产量，工艺简化。

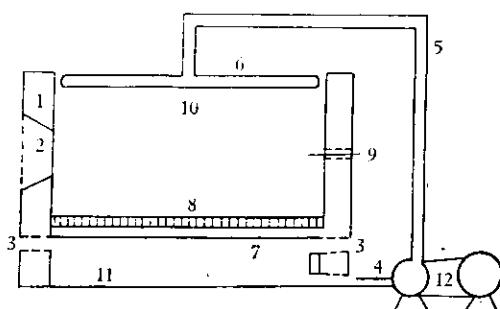


图 1 水泥发酵池构造(纵切面)示意图

1. 水泥池壁 2. 出糟门 3. 通风洞 4. 醋汁管 5. 喷淋管 6. 旋转喷嘴 7. 木架 8. 竹垫 9. 温度计 10. 发酵池 11. 醋汁存留处 12. 泵

外观：圆形。直径 4 米，高 2.45 米，通风洞直径 10 厘米，共 6 个，对称排列于池周。