

江阴红星酿造厂谷氨酸 发酵条件的调查报告



江苏省味精协作组调查组
江苏省江阴县红星酿造厂

江苏省江阴县红星酿造厂自 1973 年开始试制味精。该厂党支部高举“工业学大庆”的红旗，放手发动群众，领导全厂职工自力更生，大破因循守旧，在设备较差，技术力量薄弱的条件下，因陋就简，土法上马。经过二年多的努力，通过边干边学，大搞科学试验，使谷氨酸发酵的主要技术指标创造了国内先进水平，谷氨酸产率基本稳定在 5% 以上，转化率稳定在 45% 以上，多数情况达 50%。

为了总结该厂的生产经验，1976 年江苏省味精协作组派出调查小组到红星酿造厂蹲点 10 天进行调查，通过验证分析方法、核对物料平衡，在确认其可

靠无误之后，总结了该厂的生产经验。为了广泛交流这一经验，进一步提高谷氨酸发酵的产率，降低粮食消耗，促进味精工业的发展，现将红星酿造厂谷氨酸发酵工艺条件及其特点报告如下。

发酵设备及特点

一、设备流程(图 1)

二、设备参数

(一) 种子罐

罐容：58.6 升，径高比=1:2.5(300 毫米，830 毫米)；搅拌 320 转/分；搅拌叶：盘径 72 毫米，叶径 96 毫米，叶高 19.2 毫米，弧长 36 毫米，弦长 33.6 毫米；挡板：宽 40 毫米，长 800 毫米，3 块。

(二) 发酵罐

5,300 升(封头、封底部分除外)；径高比=1:2.5(1,400 毫米，3,500 毫米)；转速 170 转/分；搅拌叶：盘径 336 毫米，叶径 440 毫米，叶高 89.6 毫米，弧长 16 毫米，弦长 153 毫米，位置：下挡搅拌离罐底 560 毫米，两挡间距 1,620 毫米，上挡离液面

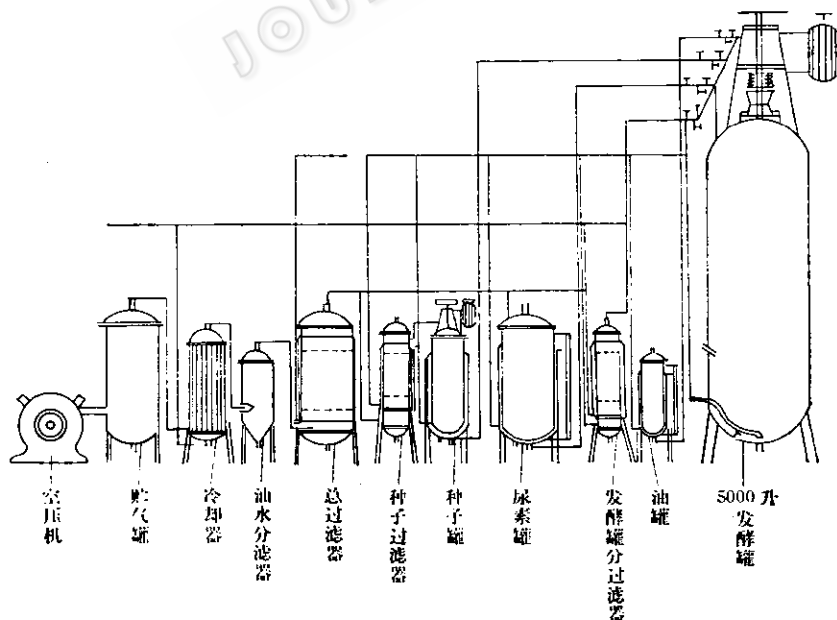


图 1 设备流程图

200至300毫米；进风管直径33.5毫米，风口距罐底35毫米；罐内无挡板，设有6组列管，均匀分布，列管长度、管间距离及其组合方式如图2所示。

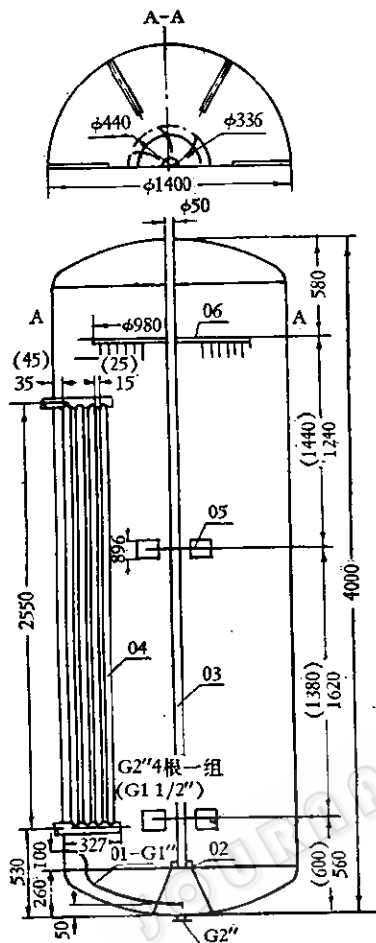


图2 5000升发酵罐结构示意图

01 进风管 02 轴套 03 轴
04 排管 05 搅拌叶 06 刮沫管

三、设备特点

该厂所用种子罐和发酵罐同一般味精厂相比有以下三点不同。

(一) 径高比大

一般通用发酵罐径高比为1:2,而该厂发酵罐的径高比为1:2.5,罐型瘦高。

(二) 列管传热并代替挡板

一般发酵罐用夹套传热或用盘管传热,也有用折曲式列管传热者。而该厂所用的列管为“III”形,这样既能很好传热,又能起到挡板作用,由于“III”形列管排列紧密,管间距离较小,阻力较大,使培养基的翻动

较为剧烈。

(三) 容量较小

该厂原有主发酵罐为3,500升,最近又安装一只7,000升发酵罐。同一般生产厂相比,该厂的发酵罐容量较小。罐小、装液量少,进行培养基灭菌时,升温降温的时间短,培养基破坏少。

发酵工艺条件及特点

一、工艺流程

斜面菌种(棒状杆菌B₂) $\xrightarrow[37^{\circ}\text{C}]{24\text{小时}}$ 一级种子(摇瓶)
 $\xrightarrow[32^{\circ}\text{C}]{12\text{小时}}$ 二级种子(50升罐) $\xrightarrow[通风搅拌]{32^{\circ}\text{C}, 8\text{小时}}$ 谷氨酸发酵
 $\xrightarrow[通风搅拌]{32-36^{\circ}\text{C}, 30\text{小时}}$ 提取谷氨酸。

二、发酵条件

(一) 菌种(棒状杆菌 B₂)

用牛肉汁蛋白胨培养基在32℃温箱中培养24小时即可使用。

(二) 一级种子培养

一级种子用摇瓶培养。培养基成份为(%)：口服葡萄糖2.8,玉米浆1.8,尿素0.5,磷酸氢二钾0.1,硫酸镁0.04,硫酸亚铁、硫酸锰各2ppm,蒸馏水配制,pH7.0,装入1,000毫升三角瓶,每瓶200毫升,1公斤/厘米²蒸汽灭菌30分钟。接种后,置往复摇床(7.6厘米振幅,96次/分)振荡培养,在32℃培养13小时。

(三) 二级种子培养

二级种子用50升罐培养。培养基成份为(%)：麸皮水解液2(以干麸皮计),尿素0.4,磷酸氢二钾0.2,硫酸镁0.05,自来水配制,以氢氧化钠调pH7.0。50升罐装液40升,1.5公斤/厘米²蒸汽灭菌20分钟,冷却至32℃,接入一级种子1%,于32℃,通风搅拌(320转/分),培养8小时备用。

(四) 谷氨酸发酵

1. 原料的处理与制备

(1) 淀粉水解糖的制备：取山芋淀粉,加水配成12波美浓度的粉浆,加工业盐酸调至pH1.5,边装罐边通蒸汽,至装罐完毕,把蒸汽压力提高到2.5公斤/厘米²,水解15分钟,用无水酒精检查,以不发生混浊为终点,放罐后用纯碱调pH4.5,加活性炭脱色后进行自然过滤。

(2) 麸皮水解液的制备：取麸皮加入20倍水,用工业盐酸调pH1.0,在2.5公斤/厘米²蒸汽压力下,水

解 10 分钟。自然过滤,除去滤渣即可使用。

2. 发酵培养基组份(%): 淀粉水解糖 10, 初尿素 0.7 (单独灭菌), 磷酸氢二钠 0.17, 硫酸镁 0.06, 氢氧化钾 0.063, 麸皮水解液 1 (以干麸皮计), 自来水配制, pH7.2。

3. 培养基灭菌: 实罐灭菌时, 锅炉蒸汽压力为 3.5—4.0 公斤/厘米², 由列管通蒸汽加热至 95℃, 开始直接向罐内通蒸汽, 罐温升至 100 至 105℃, 即可停止升温立即进行冷却。

4. 发酵条件

搅拌: 170 转/分; 通风量: 最初 6 小时为 1:0.185 (体积/体积/分), 6 小时以后 1:0.21 (体积/体积/分); 发酵温度: 最初 8 小时为 32℃, 8 至 24 小时为 33℃, 24 小时至放罐 34 至 36℃。pH 降至 7.0 时流加尿素, 第一次流加量为 0.6 至 0.7%, 第二次流加量为 0.5 至 0.6%, 第三次流加量为 0.3 至 0.4%。必要时还可增加流加次数, 采取“少食多餐”的办法, 使 pH 稳定在 7.0 至 7.5。

三、发酵工艺条件的特点

该厂所采用的发酵条件, 同一般厂相比有以下几个特点:

(一) 淀粉水解糖制备方面

由于该厂生产规模小, 淀粉水解时每批量只有 800 多升粉浆, 而且粉浆浓度较低, 只有 12 波美左右。由于批量小、浓度低、水解时间相对要短, 水解糖液中形成的焦糖比大规模生产要小些。

(二) 培养基灭菌方面

由于该厂生产规模小, 培养基灭菌过程相对有些缩短。并且该厂灭菌温度最高只达 105℃, 而又根本不保压, 到点即行降温, 这样灭菌时间就更为短暂。

(三) 尿素的流加方面

初尿素加量及尿素的流加同一般厂的不同点, 一是初尿素量低, 通常只有 0.7%, 而且是分开灭菌, 二是尿素流加次数多, 每次流加数量少, 因此, 发酵过程中 pH 值能稳定在 7.0 至 7.5 之间。

分析与讨论产酸率和
转化率高的原因

红星酿造厂用 10—11% 的初糖进行谷氨酸发酵时, 产酸率可达 5% 以上, 转化率平均高于 45%, 无论从分析方面, 还是从物料平衡方面都确认这是一个客观存在的事实。而与此同时存在的现象是设备和工艺上的特殊性, 那么哪些是主要的, 哪些是次要的, 尚需

通过科学实验作切实的考察。为了推动这方面研究工作的深入进行, 我们在此提出一些粗浅的看法, 以供讨论。

一、罐型及结构的特殊性是产酸高的主要原因

该厂所用发酵罐径高比大, 罐型瘦高, 有利于延长空气在发酵液中的停滞时间, 加大氧的溶解。特别是采用 6 组“III”形列管传热, 管间距较密, 阻力较大, 起到了挡板作用, 引起发酵液激烈翻动, 更加速了氧的溶解。

从上海化工学院对该厂发酵罐溶解氧的测定结果看, 溶解氧较一般厂偏高, 氧在发酵液中的饱和度较大。

不少文献报道, 好氧发酵中, 增大搅拌转数或增加搅拌挡数, 可有效地提高氧的溶解, 从氧传递系数 K_d 值的增加来看, 这两方面的增大往往可以使 K_d 值成倍上升, 此是单靠增加通风量所力不能及的。红星酿造厂既采取了较高的搅拌转数, 又利用径高比大的罐型, 尤其是引用了 6 个 III 形列管传热, 起到了挡板作用, 更有效地提高了氧的溶解, 为谷氨酸发酵创造了良好条件。

该厂曾经于 1975 年更换列管时, 无意中缩小了每组列管的管间距, 结果使谷氨酸产率有了显著提高(表 1)。

表 1 列管管间距对谷氨酸产率的影响

列管间距	月平均产酸率 (%)	月平均转化率 (%)
25 毫米 (管外径 50 毫米)	4.97	41.82
15 毫米 (管外径 58 毫米)	5.71	49.77

最近江苏省武进县化工厂味精车间, 仿照红星酿造厂的罐型结构制作了径高比为 1:3 的 5,000 升和 7,000 升发酵罐, 结果产酸率也稳定在 5% 以上, 转化率平均高于 50%。

二、初尿低及“少食多餐”的流加方式是产酸高的又一原因

该厂在做谷氨酸发酵时, 将初尿素降低到 0.6—0.7%, 发酵过程中采取“少食多餐”的流加方式, 使发酵过程的 pH 波动较小, 基本稳定在 7.5 左右。关于初尿素用量降低的效果, 可从表 2 结果中看出, 该厂 1975 年 3 月用于发酵的初尿素量为 1.1%, 月平均谷氨酸产

表 2 初尿素用量对谷氨酸产率的影响

时 间	初尿素 (%)	总尿素量 (%)	周期 (小时)	产酸率 (%)
1975 年 3 月	1.1	2.75	35.4	4.86
1976 年 3 月	0.75	2.64	29.7	5.02
1977 年 3 月	0.65	2.62	34.7	5.03

率为4.86%，而将初尿素降低为0.7%左右之后，1976年3月，月平均谷氨酸产率为5.02%，1977年3月平均谷氨酸产率为5.03%。由此看出降低初尿素量和以“少食多餐”方式进行流加对保证谷氨酸产率起到了积极作用。

三、水解糖制备时批量小、淀粉浓度低、培养基灭菌时间短是产酸高的第三个原因

在早期的谷氨酸发酵试验中，曾多次发现淀粉水解糖水解时间延长会形成焦糖，对谷氨酸发酵有很不好的影响。红星酿造厂在作淀粉水解糖时，由于规模小，每批投料800升，淀粉浓度低（12波美），这样同一般大型生产厂相比水解时间短，焦糖形成少，利于谷氨酸的产生。

培养基灭菌时间短对谷氨酸的发酵也创造了有利条件。先前的谷氨酸中间试验报告曾经指出，发酵培养基灭菌时间延长后，有使谷氨酸产率降低的倾向。相反，则获得较高的产酸结果。

红星酿造厂灭菌时的温度最高为100—105℃，而

且到点就降温，据统计，在80℃以上的受热时间一般不超过半小时，这样作既减少了焦糖的生成，又使培养基成份的破坏降到最低限度。所以该厂谷氨酸发酵产率高，这也是一个很重要的原因。

在走访江苏省武进化工厂时，发现他们制备水解糖的规模、淀粉浓度以及发酵培养基的灭菌等工艺条件都和红星酿造厂相同。而两个厂都达到同样的高产酸率，这与他们在设备上和工艺条件上的一致性是分不开的。

综上所述，红星酿造厂谷氨酸产率和转化率高的原因，主要在于发酵罐型及其结构的特殊性。但是，初尿素低、pH值稳定，制备水解糖的规模小、淀粉浓度低以及培养基灭菌温度低、灭菌时间短也都是谷氨酸产率高的原因所在。但是，是否抓住了主要矛盾，还需通过实践进行验证。尤其是该厂在1976年，曾于5,300升发酵罐上，用11.8%的初糖，发酵31小时，获得38.4%的产酸水平，转化率高达73%，这便揭示了谷氨酸发酵的更大潜力，很值得作进一步的深入探讨和研究。