

# 利用酒精废水生产蛋白饲料的研究

蔡泽民

(襄樊市生物化学研究所)

刘辉修 苗占枝 郝金贵

(襄樊市酒精厂)

酒精废水是酒精生产中的废水，一般每生产1吨酒精约排放10—15吨废槽水。废水排入河中造成污染，因此酒精废水的处理已成为酒精工业中急待解决的问题。

酒精废水含有丰富的有机物，可用于沼气发酵、单细胞蛋白以及肥料的生产。用来生产蛋白质饲料，既能减轻污染，保护环境，又可以促进饲料工业和畜牧业的发展。本文报告利用酒精废水生产蛋白饲料的试验结果。

## 材料和方法

### (一) 菌种及其来源

筛选利用的菌种均引自中国科学院微生物研究所：热带假丝酵母 (*Candida tropicalis*) 2株(编号1、2)；白地霉 (*Geotrichum candidum*) 2

---

襄樊市生物化学研究所的王民生、郭光荣等参加部分工作。

株(编号3,4);产阮假丝酵母 (*Candida utilis*) 2株(编号5,6)和囊拟内孢霉 (*Endomycopsis fibuligera*) (编号7)等7株菌种。

## (二) 培养基

斜面用麦芽汁培养基。

酒精废水培养液:酒精废水经过滤,取滤液,调 pH 4.0—4.5,还原糖 0.45—0.5%,加 0.1%  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0.25%  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , 0.04%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 混匀,灭菌后备用。除特别说明的条件外,实验均用此培养基。

## (三) 振荡培养方法

500ml 三角瓶,装量 100ml,旋转式摇床培养,频率:120r/min,偏心距 25mm,培养温度 30℃。

## (四) 测定方法

菌体量测定:培养液经减压抽滤,干燥,称重。

蛋白质测定:凯氏定氮法。

还原糖测定:裴林氏定糖法。

pH:精密 pH 试纸测定。

# 实验结果

## (一) 菌种筛选

对七株菌在酒精废液中的生长量及其粗蛋白质含量进行了测定,结果指出,2、3号菌在酒精废液中生长较好,菌体产量较高。

表 1 对七株菌培养筛选结果\*

| 编号 | 种名     | 菌体量 (g/100ml) | 粗蛋白含量 (%) |
|----|--------|---------------|-----------|
| 1  | 热带假丝酵母 | 0.71          | 58.33     |
| 2  | 热带假丝酵母 | 0.80          | 58.33     |
| 3  | 白地霉    | 0.79          | 38.48     |
| 4  | 白地霉    | 0.69          | 38.33     |
| 5  | 产阮假丝酵母 | 0.63          | 51.04     |
| 6  | 产阮假丝酵母 | 0.66          | 46.46     |
| 7  | 囊拟内孢霉  | 0.84          | 29.17     |

\* 三次实验平均结果

## (二) 单菌与双菌混合发酵

将酒精废水培养液 pH 调至 5.1—5.4 对 2、3号菌进行了单菌与双菌混合发酵实验,结果证明:双菌混合发酵产量较高(表 2),这可能是

由于这两株菌营养特性不同,能充分利用酒精废水的营养物质所致。

表 2 单菌与双菌发酵的菌体产量

| 菌号  | 结果 (g/100ml) |      |      |      |
|-----|--------------|------|------|------|
|     | 1            | 2    | 3    | 平均   |
| 2   | 0.80         | 0.90 | 0.90 | 0.86 |
| 3   | 0.90         | 1.00 | 0.96 | 0.96 |
| 2+3 | 1.25         | 1.40 | 1.40 | 1.35 |

以下均采用双菌混合发酵。

## (三) 酒精废水处理对菌体量的影响

酒精废水处理对菌体量影响较大,由表 3 可以看出酒精废水不经处理,直接加糖化酶水解,用于发酵,菌体产量较高。

表 3 酒精废水处理对菌体量的影响

| 处理方法     | 结果 (g/100ml) |      |      | 平均   |
|----------|--------------|------|------|------|
|          | 1            | 2    | 3    |      |
| 酒精废水滤液加糖 | 0.75         | 0.85 | 0.80 | 0.80 |
| 酒精废水滤液酶解 | 0.80         | 0.80 | 0.75 | 0.78 |
| 酒精废水酶解液  | 1.00         | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

## (四) 氮含量对菌体量的影响

酒精废液中分别添加不同量的氮,调 pH 5.0 进行发酵,结果(表 4)指出,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  添加量在 0.1% 至 0.15% 较为合适。

表 4  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  含量对菌体量的影响

| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (%) | 结果 (g/100ml) |      |      |      |
|----------------------------------|--------------|------|------|------|
|                                  | 1            | 2    | 3    | 平均   |
| 0.05                             | 1.20         | 1.20 | 1.10 | 1.17 |
| 0.10                             | 1.30         | 1.10 | 1.40 | 1.27 |
| 0.15                             | 1.40         | 1.40 | 1.30 | 1.35 |
| 0.20                             | 1.30         | 1.20 | 1.10 | 1.20 |

## (五) pH 对菌体量影响

在单菌与双菌混合发酵和  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  量对菌体量影响的实验中,培养液 pH 调至 5.0—5.4 产量较高(表 2,4)。由此得到启示并进行了 pH 对菌体量影响的试验,结果表明:双菌混合发酵,培养液 pH 5.0—5.5,菌体产量较高(表 5)。

表5 pH对菌体量的影响

| pH  | 结果 (g/100ml) |      |      |      |
|-----|--------------|------|------|------|
|     | 1            | 2    | 3    | 平均   |
| 4.0 | 0.70         | 0.50 | 0.50 | 0.57 |
| 4.5 | 0.90         | 0.80 | 0.70 | 0.80 |
| 5.0 | 1.00         | 1.00 | 1.30 | 1.10 |
| 5.5 | 1.10         | 1.15 | 1.25 | 1.17 |

### (六) 摇瓶的装液量对菌体产量的影响

按上述适宜的条件配制培养液,对摇瓶的不同装量进行了试验,从结果看出,500ml三角瓶装量50ml菌体产量高,说明该菌生长繁殖需要较大的通风量(表6)。

表6 摇瓶装液量对菌体产量的影响

| 装量 (ml) | 结果 (g/100ml) |      |      |      |
|---------|--------------|------|------|------|
|         | 1            | 2    | 3    | 平均   |
| 50      | 1.30         | 1.30 | 1.20 | 1.25 |
| 100     | 1.10         | 1.05 | 1.10 | 1.09 |
| 150     | 0.87         | 0.73 | 0.67 | 0.76 |

采用上述单因子试验的最佳条件(培养液处理除外),摇瓶进行了三次综合发酵实验,结果菌体产量均在1.30g/100ml(表7)。但是发酵期增长,这可能与摇瓶供气不足和培养温度偏低有关。

用300L发酵罐装量143L,对摇瓶试验结果进行了复试,温度控制在 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ,发酵6小时菌体产量就达到1.36g/100ml(图1)。由此看出,如果条件适宜,发酵周期可以缩短。

据报道,北京营养源研究所、无锡轻工学

表7 发酵中菌体量与残糖的变化

| 时间 (h) | 菌体量(g/100ml) |      |      |      | 残糖(%) |      |      |      |
|--------|--------------|------|------|------|-------|------|------|------|
|        | 1            | 2    | 3    | 平均   | 1     | 2    | 3    | 平均   |
| 4      | 0.50         | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 0.34  | 0.34 | 0.34 | 0.34 |
| 8      | 0.70         | 0.65 | 0.70 | 0.68 | 0.26  | 0.26 | 0.26 | 0.26 |
| 12     | 1.05         | 1.05 | 1.05 | 1.05 | 0.17  | 0.17 | 0.17 | 0.17 |
| 16     | 1.30         | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 0     | 0    | 0    | 0    |

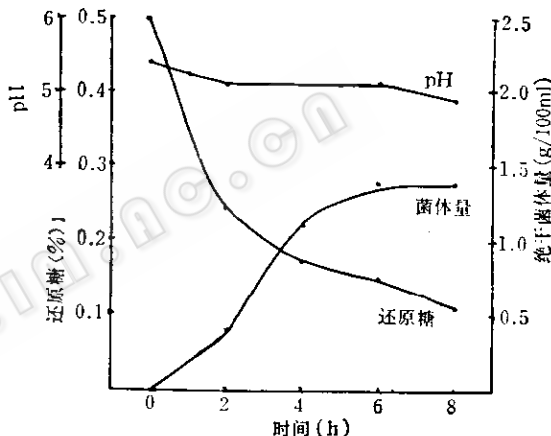


图1 发酵过程中糖、pH和菌体量的变化

院、南阳酒精厂等利用酒精废水生产单细胞蛋白均已试验成功,其产量一般为0.8—1.3g/100ml。由此可见,已具备转入中试的条件。

白地霉和酵母菌共同发酵是本试验工艺的特点,但对其共同发酵的规律,如双菌同步发酵等,有待深入研究。

### 参 考 文 献

- [1] Smith, J. E.: *Biotechnology*, p. 29—38, 1981.
- [2] 任玉岭: *应用微生物*, 2: 1, 1983.
- [3] 王定昌: *食品与发酵工业*, 3: 60, 1983.
- [4] © 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>