

让温度降至 85°C ，最后一次加满后立即封口，效果较好。

用封口盖密封，要在平坦的地上操作，避免假封，损失空罐。

(3)冷却、入库贮藏：自然冷却，利用余

热蒸发去除罐外表的水份，节省劳力，减少胖罐，但笋肉色较红。

贮藏过程中，须经常打检，发现有胖听随时开罐，罐内笋及空罐都可再利用。若等到罐胖起来，就不可再利用了。

薯干酒精蒸馏废液生产饲料酵母新技术

无锡轻工业学院 金其荣、赵建国、杨志毅、林学亭、

刘元军、卜春文*、张文彦*、许善彪*

一、前 言

我国年产发酵酒精近 $50\sim 60$ 万吨，酒精蒸馏废液近 1000 万吨，其中 80% 以上是薯干酒精蒸馏废液。据统计，每生产 1 吨酒精，酒精蒸馏废液中残留有机物总量达 500 公斤以上， COD_{cr} 和 BOD 极高。目前，废液大部分直接排放江河。造成严重污染。因此，薯干酒精废液的利用与处理，当今已成当务之急。近年来，发展饲料酵母工业在国内已引起重视。

目前，我国饲料酵母严重短缺，年产量只有 2000 吨，远远不能满足市场需要，每年耗用大量外汇进口秘鲁鱼粉。国内薯干酒精蒸馏废液生产饲料酵母未能工业化的原因是饲料酵母成本较高，缺乏高速酵母离心分离机、饲料酵母售价低，工厂生产利润少。因此，薯干酒精蒸馏废液制造饲料酵母的研制与生产长期来处于停顿状态。

针对薯干酒精蒸馏废液含有可供酵母生长的有机物质、无机盐和偏酸性的特点，无锡轻工业学院于 1981 年 $9\sim 11$ 月，从酸性食品中选育出适合薯干酒精蒸馏废液生长的酵母XQ-3号和酵母XQ-4(锡轻-3号和锡轻4号)。这二株新型酵母菌具有耐酸性强、絮凝沉降性好、氨基酸组成均衡齐全、蛋白质含量丰富和安全无毒性的特点，质地优良。混株培养更具有生长繁殖快、酵母产率高、培养周期短、容易分

纯保藏、培养粗放和pH自动回升至近中性的特点。

1983年3月至5月，在南阳酒精厂支持下，摇瓶试验结果：薯干酒精废糟滤液，添加 $0.06\sim 0.10\%$ 尿素和 0.03% 工业磷酸，在 $\text{pH}3.5\sim 3.8$ 、 30°C 下混株摇瓶培养 22 小时，酵母产率 9 克(绝干)/升左右。1983年6月在淮阴县酒厂进行了批量生产前 3.3 吨罐的中试，在 3300 升罐连续培养七罐次，在酒精滤液自然pH、温度 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$ 、接种量 0.5% (酵母泥)、通风量 $1:0.8\sim 1:1.1$ 、添加 0.1% 尿素和 0.03% 工业磷酸的较佳工艺条件下，混株培养 11 小时左右，干酵母平均产率达 13.4 克/升，培养液pH回升到 6 以上，酵母菌体在短时间内能自行凝聚沉降， COD 去除率达 $45\sim 52\%$ ，所得的酵母蛋白经乳牛喂养与肉猪育肥试验效果明显。

本文所介绍的酵母培养技术具有如下特点。(1)工艺、设备简单。(2)酵母收率高，生产稳定。(3)采用酵母泥直接接种，简化种子扩大培养工段，占地面积减小。(4)菌体能自行凝聚沉降，不用酵母离心分离机，节省能源和开支。(5)成本低廉，大规模工业化生产饲料酵母成本估算 700 元以下。展示了薯干酒精废液制造饲料酵母在我国有广阔的前景，有

* 协作单位(淮阴酒厂)参加者。

经济效益、环保效益和社会效益的实用价值，希望能引起有关方面的重视，尽快地普遍推广。

二、材料与方法

(一) 薯干酒精蒸馏废液成分分析

薯干酒精蒸馏废液 pH 一般在 3.8~4.3, 残糖 0.3% 左右, COD 负荷波动较大。淮阴酒厂酒精糟液的 COD 一般在 25000~39000 毫克/升, 南阳酒精厂酒精糟液的 COD 一般在 47000~55000 毫克/升之间变动。两厂酒精糟液代表性成分分析数据如表 1 所示。

表 1 酒精糟液成分

项 目	分 析 值	
	南 阳 酒 精 厂	淮 阴 酒 厂
比重(25°C)	1.0227	
BX 浓度(20°C)	4.0	
pH 值	4.2	3.87
酸度(毫克当量/升)	20.9	3.5~7
挥发酸(毫克/升)	342.5	
还原糖(毫克/升)	2150	2800
总糖(毫克/升)	6800	
固形物(毫克/升)	51972	27100
灰分(毫克/升)	6604	4800
悬浮物(毫克/升)	21492	
有机物(毫克/升)	45368	22300
水溶性固形物(毫克/升)	32152	
氮(毫克/升)	1246.9	
磷(毫克/升)	244.1	
K ₂ O(毫克/升)	1700	
粗纤维素(毫克/升)	5284	
半纤维素(毫克/升)	6345	
CoD _{sr} (毫克/升)	52606.4	38610
BoD _s (毫克/升)	23300	28500

(二) 菌种:

1. 试验菌株及其特征:

(1) 形态、菌落及其营养特征:

由无锡轻工业学院提供酵母 XQ-3 号和酵母 XQ-4 号作为供试菌株, 对薯干酒精蒸馏废液适应性强, 增殖快。其形态、菌落及营养特征列于表 2。

表 2 酵母 XQ-3 号和酵母 XQ-4 号的主要特征

主 要 特 徽	酵母 XQ-3 号	酵母 XQ-4 号
形态特征	形态大小 (2~3.5)×(5~9) μ	椭圆形 (3~5)×(4~6) μ
菌落特征	麦芽汁琼脂培养基上光滑湿润, 乳白色	酵母膏琼脂干燥边缘呈锯齿状, 呈白色
碳源	对木材的同化能力 葡萄糖、果糖、甘露糖同化能力 强, 木糖、木糖醇、葡萄糖同化能 力较强, 棉子糖、阿拉伯糖、乳 糖同化能力较强, 乳糖 和淀粉不能同化。	葡萄糖、果糖、木糖和蔗 糖同化能力强; 甘露糖、棉子 糖和淀粉不能同化。
利用	对有机酸同化 能力 葡萄糖正磷酸、柠檬 酸和草酸同化能力强, 乳酸 同化能力一般 酒石酸、琥珀酸同化能力一般 丙酮酸同化能力弱, 一般不能同化	葡萄糖同化能力强, 同化流 酸、尿素和氯化镁能强 化, 同化硝酸钾能力一般, 同化硝酸钾能力一般。

(2) pH 特性

酵母 XQ-3 号和酵母 XQ-4 号的生长最适 pH 在 4.0~5.5 范围内, 但在 pH 2~2.5 范围内仍能慢慢生长, 耐酸性强。

(3) 最适生长温度

酵母 XQ-3 号和酵母 XQ-4 号的最适生长温度 30~32°C。

(4) 凝集沉降性:

酵母 XQ-3 号和酵母 XQ-4 号在 pH 6~6.5 条件下, 短时间内能迅速凝集沉降。

(5) 安全无毒性:

南京医学院对酵母粉进行了急性中毒、亚急性中毒和致突变因子试验, 观察小白鼠未见内脏病变及其它中毒症状, 确认安全无毒性。

(三) 培养基

1. 斜面固体培养基: 10°BX 麦芽汁, 加 2% 琼脂, 自然 pH, 1 公斤/厘米², 灭菌 20 分钟。

2. 种子培养基: 取薯干酒精蒸馏废液, 用稻壳及滤布过滤后取上清液, 加 0.1% 尿素, 0.03% 工业磷酸, 调 pH 3.5~3.7%, 不灭菌, 作摇瓶种子培养基用。

3. 300 升罐种子培养基: 取薯干酒精蒸馏

废液，用100~120目双层振动筛（频率110次/分，振幅2.5厘米）过滤后，添加0.1%尿素，0.02%工业磷酸，调pH3.5~3.7，不灭菌，作300升罐种子培养基用。

4. 3300升罐酵母生产培养基：同3。

（四）、主要设备：

1. 摆瓶机：回转式摇瓶机，转速230RPM，偏心距2.5厘米。

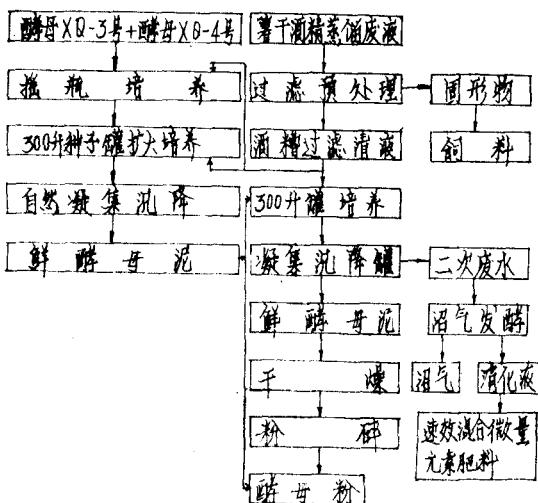
2. 300升种子罐：0.3米³非标准锥底圆柱罐。内有夹套冷却加热装置。罐径640毫米，罐高700毫米，无搅拌，无挡板。

3. 3300升培养罐：3.3米³非标准锥底圆柱罐，材质碳钢。罐径1500毫米，柱高1650毫米，锥高650毫米，锥底角45°。搅拌转速450RPM，浆叶直径400毫米，二折叶，一挡，倾斜度45°，附有盘管冷却加热装置，无挡板，环形空气分布管直径800毫米，空气喷孔直径2.5毫米。

4. 空气压缩机：0.4米³/分移动式空压机一台；0.6米³/分移动式空压机一台，0.9米³/分移动式空压机一台。

5. 双层振动筛：选用筛网长4000毫米，宽100毫米的筛框，振动频率110次/分，振幅2.5厘米，筛倾角4.3°，上层筛网100目，下层筛网120目。

（五）、工艺流程：



（六）、测定方法：

1. pH：用pHS-29A型酸度计测pH。

2. 酸度：用NaOH滴定法测定。

3. COD_{cr}：用重铬酸钾法测定。

4. 还原糖：用斐林氏快速法测定。

5. 蛋白质：用凯氏定氮法测定。

6. 灰分：灼烧称重。

7. 酵母绝干产率：以100毫升酒精蒸馏过滤液所含酵母菌体绝干克数表示：取发酵液100毫升于3000转/分离心机离心20分钟。沉淀于105°C烘4小时后称重，但过滤酒糟原液仍含有一定量沉淀物。因此，10毫升发酵液中干酵母量应等于烘干后沉淀物重量减去10毫升空白发酵废液中沉淀物干重，然后再折算成100毫升发酵废液中酵母绝干克数。

8. 有机酸纸上层析：

新华滤纸；展开剂：正丁醇：85%溴甲酸：水=5:5:5，上行5~7小时；显色剂：0.2%溴甲酚绿无水乙醇溶液：0.5NNaOH=12:1。

三、试验内容与结果

（一）酒糟原液悬浮物多，含量达4~5%，而且粘度大，影响氧传递，并使溶氧、基质与菌体三者之间接触不均匀，酵母产率下降，灰分增加。为此，酒糟废液必须进行预处理。

采用板框压滤或粉碎稻谷介质层静止过滤难于工业化，本试验采用振动筛进行过滤。

（1）南阳酒精厂选用长364厘米，宽70厘米的筛框，筛网150目，确定频率130次/分，振幅10厘米，筛倾角9°50'进行过滤，每小时过滤4米³酒糟废液，处理效果如表3所示。

表3 150目振动筛处理酒糟原液结果

样品	项目	固形物(毫克/升)	COD _{cr} (毫克/升)	出料率(%)
酒糟原液		47196	55280	
过滤液		35268	40637	66%左右
滤糟	(含水92.7%)			34%左右

（2）选用长400厘米、宽100厘米筛框，上层株网100目，下层筛网120目振动筛，频率110次/分，振幅2.5厘米，筛倾角4.3°，每小时过滤

糟原液 2 米³, 处理效果如表 4 所示。

表 4 振动筛处理糟原液结果

试样	项目	固形物(毫克/升)	CODcr(毫克/升)	原液比例
糟原液		27100	38610	
糟滤液			24403	
筛上糟				

由表 3、表 4 可知, 振动筛结构简单, 造价低廉, 过滤速度较快。过滤速度快慢与振动筛振动频率、振幅、筛倾角、筛网目数和筛网层数有关。各厂可根据糟原液处理量、原液浓度自行选择最佳过滤条件。糟滤液作为酵母生产培养液, 筛上糟收集起来作为饲料出售, 这在饲料缺乏的地区尤为适用, 为广大农户所欢迎。

(二) 摆瓶培养试验:

1. 摆瓶培养条件: 酵母生长需要一定的温度、pH、溶解氧水平与酵母菌接种量, 经实验室摇瓶小试, 据根酵母菌种特性和酵母产率、培养液最终 pH 与培养时间等确定回转式摇瓶(振幅 2.5 厘米, 转速 230 转/分)的最佳培养条件:

- (1) 温度: 30~32°C。
- (2) 培养液起始 pH: 3.5~3.7。
- (3) 装液量: 500 毫升三角瓶装培养液 100 毫升, 不灭菌, 敞口培养。
- (4) 接种量: 酵母 XQ-3 号与酵母 XQ-4 号菌液各接入 0.5 毫升混株培养。
- (5) 培养时间: 20~22 小时。

2. 添加氮源:

糟滤液中缺乏氮源与磷源, 本试验采用尿素和工业磷酸分别作为氮源与磷源。最佳添加量是在其它工艺参数不变情况下, 固定一个参数(例如工业磷酸添加量), 单独改变另一个参数(例如尿素添加量), 然后根据酵母菌体产量及培养液最终 pH 来决定。

(1) 尿素添加量确定:

取糟滤液, 加 0.08% 工业磷酸, 调节 pH3.5, 进行摇瓶培养。不同尿素添加量对酵母产量的影响如表 5 所示, 从表 5 的结果看

来, 添加氮源、磷源后干酵母产率比对照(例如不添加尿素)要高些。为了降低成本, 尿素添加量控制在 0.06~0.1% 之间为宜。

表 5 尿素添加量对酵母产量的影响

批号	尿素添加量(%)	工业磷酸添加量(%)	干酵母产率(克/100毫升)	培养液最终 pH
1	0(对照)	0.08	0.79	6.9
2	0.01	"	0.92	7.0
3	0.02	"	0.89	6.8
4	0.04	"	0.92	6.7
5	0.05	"	0.99	6.9
6	0.06	"	0.94	6.6
7	0.08	"	0.94	6.9
8	0.10	"	0.97	7.0
9	0.30	"	1.03	7.0
10	0.50	"	1.07	7.0

(2) 工业磷酸添加量确定:

取糟滤液, 加 0.08% 尿素, 调节 pH3.5 摆瓶培养。不同工业磷酸添加量对酵母产量的影响如表 6 所示。从表 6 的结果来看, 工业磷酸添加量控制在 0.03% 左右为宜。

表 6 不同工业磷酸添加量对酵母产量的影响

批号	磷酸添加量(%)	干酵母产率(克/100毫升)	培养液最终 pH
1	对照(0)	0.82	6.4
2	0.03	0.98	6.9
3	0.05	1.00	6.6
4	0.08	1.04	6.5

3. 摆瓶培养结果与讨论:

(1) 酒糟滤液添加 0.06~0.1% 尿素和 0.03% 左右工业磷酸, 用 HCl 调节 pH3.5~3.7 配制成摇瓶培养液, 500 毫升三角瓶装液 100 毫升, 接入酵母 XQ-3 号和酵母 XQ-4 号菌液各 0.5 毫升, 然后放置于偏心距为 2.5 厘米, 转速 230 转/分的回转式摇床上, 30~32°C 敞口混株培养 20~22 小时, 酵母产量(绝干)达 9 克/升以上, 培养液的 pH 由原来的 3.5~3.7 上升到 6.5~7°, COD 去除率达 34% 以上。

(2) 酵母 XQ-3 号与酵母 XQ-4 号在 pH 6.0~6.5 条件下(4°C), 静止沉降半小时, 酵母絮凝沉降收率达 90% 以上。

(3) 南阳酒精厂酒糟滤液酵母成分分析:

酵母培养液于4°C、pH6.0~6.5条件下，自然沉降3小时后，弃去上清液，取酵母泥测定其成分，结果如表7所示。

表7 酵母泥成分分析

项目	分析值	项目	分析值
水份(%)	79.64	固形物(%)	89.2
固形物(%)	20.36	粗蛋白(%)	45.15
比重	1.0857	灰分(%)	10.8

(4) 摆瓶培养液主要成分消长变化

表8 摆瓶培养液主要成分消长变化

项目 批号	还原糖 (克/100毫升)	酸度		pH	总氮		COD (毫克/升)	酵母 菌体
		培养前	培养后		培养前	培养后		
1	0.226	0.197	3.5	1.4	3.8	6.4	641.2	306.1
2	0.226	0.188	3.5	1.4	3.8	7.0	734.5	452.2

注：1号培养液配方：酒糟滤液；尿素：工业磷酸=1:0.06%:0.03%。

2号培养液配方：酒糟滤液；尿素：工业磷酸=1:0.08%:0.03%。

由表8结果可知，酒糟滤液生产饲料酵母于最佳摇瓶培养条件下，随着酵母大量繁殖，迅速消耗酒糟滤液中各种营养物质，培养液中酸度从3.5毫克当量/升下降至1.4毫克当量/升，酸利用率达60%，这是酵母XQ-3号、酵母XQ-4号的主要碳源；还原糖从0.226克/100毫升下降到0.188~0.197克/100毫升，糖利用率只有13~17%。应该指出：这里所谓还原糖，其中相当大的一部分是不能发酵的寡糖类以及其它还原性物质；而氮的利用率达60%左右，COD去除率为29~33%。同时上述两种酵母对有机酸的利用比较好，使得培养液pH从3.5~3.7回升到6.4~7.0。

(三) 淮阴酒厂300升种子罐种母扩大试验：

受条件限制，利用酒厂原有的0.3米³酒母罐（非标准罐，无搅拌装置）作为饲料酵母种子罐，装液量为200升，培养液配比为：酒糟滤

液：尿素：工业磷酸=1:0.1%:0.02%，接入酵母泥0.5%，于30~32°C，通气量0.6米³/分（采用0.6米³/分空压机，乃是酒厂原有设备）条件下通风培养15小时，湿酵母菌体量1.8克/100毫升，经显微镜检查酵母细胞健壮，出芽率高，可作为种母使用。

(四) 3300升罐培养试验：

因陋就简，利用一只长期闲置的旧罐加以改装，罗茨鼓风机未按装之前，以酒厂空压机进行通风。

装液量1500升，培养液配比为：酒糟滤液：尿素：工业磷酸=1:0.1%:0.02%，接入湿酵母泥0.5%，30~32°C，通氧量1.3米³/分由0.4米³/分、0.9米³/分二台空压机的供气条件下，培养11小时左右，干酵母产率为12~14.7克/升，平均达13.3克/升（干基）。表9系较佳培养条件下连续七罐重复培养试验的结

表9 3300升罐酵母培养结果

项目 批次	培养时间 (小时)	酸度变化		还原糖变化(%)		PH变化	干酵母菌体量 (克/升)	COD 去除率 (%)
		培养前	培养后	培养前	培养后			
1	13.5	5.05	1.0	0.27	0.18	3.4	5.9	13.3
2	10	5.05	0.7	0.29	0.04	3.4	6.3	15.2
3	12	5.0	0.7	0.34	0.10	3.7	5.84	12.2
4	11	5.0	1.0	0.35	0.13	3.4	5.6	14.7
5	11	5.0	1.0	0.39	0.19	3.55	5.25	13.1
6	12	5.5	1.2	0.25	0.11	3.58	4.8	12.8
7	10	6	0.4	0.21	0.14	3.5	6.35	12.0
平均值	11.4	5.14	0.85	0.30	0.14	3.5	5.7	13.3
								48.4

注：3300升罐装液量可装2000升，考虑到空气压缩机容量不能满足，故只装1500升。

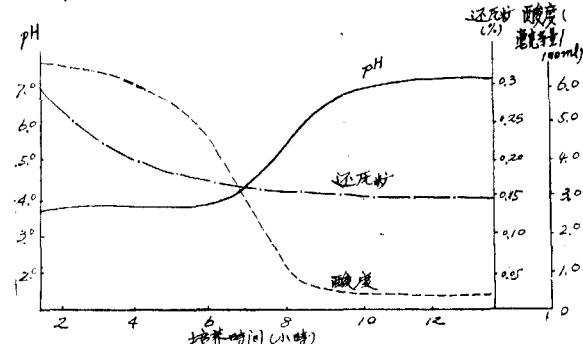
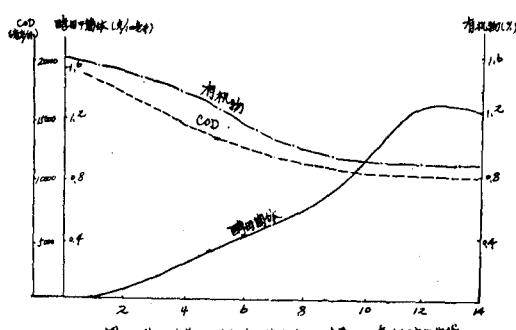


图1 酵母培养过程中酸度、还原糖变化曲线

果。图 1 是 3300 升罐内酵母培养过程中 PH、酸度和还原糖等主要参数随时间变化的曲线，图 2 是 3300 升罐内酵母培养过程中酵母菌体和有机物含量、COD 随时间变化的曲线。

表 10. 第六罐培养过程中酵母菌体、COD 有机物随时变化结果

培养时间	干酵母菌体(克/10毫升干基)	COD(毫克/升)	有机物(%)
0	0	20748	1.61
2	0.101		
4	0.272		
6	0.437	15018	1.16
8	0.589	12646	0.95
10	0.865	11658	0.86
12	1.280	11658	0.85
14	1.200	11441	0.85



我们对酒糟滤液培养酵母前后进行了纸上层析，获得了图 3 的纸层折图谱。

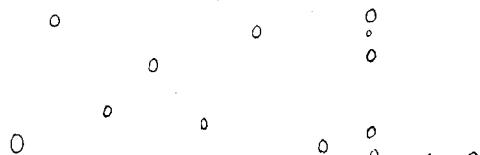


图 3 酒糟滤液培养酵母前后有机酸消长情况

从图 3 可知，酒糟滤液中有机酸含有延胡索酸、琥珀酸、乳酸、酒石酸以及某一种有机酸，限于实验室条件，尚缺乏齐全的各种纯有机酸标准品，图谱中出现的这种有机酸未能确认是何种酸。但是，经培养后绝大部分有机酸被酵母所利用作为碳源，增殖酵母菌体，抑制

酒精酵母的延胡索酸等几乎全消失了。所以培养后的二次废水可以用于蒸煮山芋干经糖化后进行酒精发酵。当然工业生产上实际应用，还有待进一步研究。

酵母培养完毕自流入沉降池静置 1~3 小时絮凝沉降，用虹吸或溢流法排去上清液，沉降酵母泥浓稠可直接送酵母滚筒干燥机干燥或以 1:1 添加麸皮、草粉等拌匀，晴天日晒，阴雨天送简易烘房烘干。由于麸皮、草粉（如花生杆、豆杆、山芋干蔓粉经粉碎机打成细粉）添加，大大增大比表面积，使酵母泥水分很容易蒸发，显著降低干燥成本。除此之外，也可将酵母泥送到颗粒混合饲料加工厂作为粘性蛋白添加剂，制造颗粒饲料。

四、酵母蛋白的氨基酸组成

采用薯干酒精蒸馏废液生产的酵母，经江苏省农科院综合实验室检测，蛋白质含量达 40% 左右，含有十七种氨基酸，结果如表 11 所示。

表 11 氨基酸分析结果

氨基酸	样品中含量(%)	氨基酸	样品中含量(%)
天冬氨酸	4.23	异亮氨酸	2.13
苏氨酸	2.10	亮氨酸	3.02
缬氨酸	2.01	酪氨酸	1.49
谷氨酸	5.76	苯丙氨酸	1.87
甘氨酸	1.99	赖氨酸	2.56
丙氨酸	2.57	组氨酸	0.757
半胱氨酸	0.317	精氨酸	1.84
缬氨酸	2.42	脯氨酸	1.04
蛋氨酸	0.588		

五、酒糟酵母蛋白喂养试验

(一) 喂猪试验结果：

为了探讨酒糟废水生产的饲料酵母喂养育肥猪的效果，查明该酵母蛋白品质，在淮阴县种猪场进行了喂养对比试验。试验于 83 年 8 月 30 日开始，到 11 月 3 日结束，试验期 66 天。
 1. 方法：选择日令、体重相近、健康的新淮仔猪 35 头（全部是公仔猪）去势后随机分成 7 个组，每组 5 头。酵母组根据饲料酵母与基础饲

料配合比例不同，分高水平与低水平二个组，另外五个组分为三个类型对照组。其中基本日粮对照组1个，植物性蛋白组(豆饼组)和动物性蛋白组(蚕蛹组)又各相当于酵母组的蛋白质水平分成高、低水平二组。

饲料配合是以基本日粮对照组的饲料为基础，酵母组以及豆饼组、蚕蛹组饲料，则分别加入不同比例的酵母、豆饼和蚕蛹，使相应各组的可消化蛋白质基本相同。青料基本按精、青饲料比例，前期1:0.5，后期1:1定额喂给，湿拌精料，自由采食，另加饮水。

基本日粮对照组饲料配合是：玉米65%，大麦20%，麸皮10%，四、六糠18.5%，骨粉1%，食盐0.5%，该配合料每公斤含可消化能2695大卡，可消化蛋白56.3克。其它各组的饲料配合略去。

2. 试验结果：酵母组日增重，不仅比基本日粮对照组提高14.86~21.27%，还比豆饼组高2.97~5.96%，仅低蚕蛹组3.45~8.62%。饲料消耗比基本日粮组节省15.45~17.36%，比豆饼组节省2.17~2.48%。另外对提高屠体品质(瘦肉率、熟肉率)有良好的效果，特别是熟肉率高达67.07~72.65%，比基本日粮组提高16.65%，酵母组的肉品质指标(如肉质、肉色、pH值)和品尝印象良好，没有异常。

表12 增重耗料及其比较表

类别	组别	日增重 (克)	日耗饲料 (公斤)	每公斤饲料从酵母组为100作比较		
				精料青料	粗料青料	日增重 耗精料
高 蛋 白	酵母组	772.75	2.025	3.63	2.62	100
	对豆饼组	728.79	2.71	2.025	3.72	2.78
	照蚕蛹组	839.39	2.77	2.025	3.3	2.4
	组基本日粮组	608.23	2.59	2.025	4.26	3.73
低 蛋 白	酵母组	714.39	2.635	2.025	3.69	2.83
	对豆饼组	693.18	2.615	2.025	3.77	2.92
	照蚕蛹组	739.02	2.615	2.025	3.54	2.74
	组基本日粮组	608.23	2.59	2.025	4.26	3.33

(二) 喂养泌乳奶牛的试验结果：

用酒糟废液培养的酵母喂养泌乳奶牛的试验于淮阴县徐溜乡奶牛场进行。试验分两期进行，第一期从1983年7月1日~8月22日，

表13 屠宰测定几项主要指标

类别	组别	屠宰率		熟肉率		W酵母组为100作比较	
		宰率 (%)	净肉率 (%)	宰率 (%)	熟肉率 (%)	宰率 (%)	净肉率 (%)
高	酵母组	72.8	29.95	45.56	72.65	100	100
蛋	对豆饼组	73.3	29.9	45.32	67.44	100.54	99.83
白	照蚕蛹组	72.31	30.72	45	70.59	99.31	102.57
组	组基本日粮组	74.12	27.92	40.84	60.56	102.44	91.88
低	酵母组	72.43	29.78	44.23	67.07	100	100
蛋	对豆饼组	73.6	29.26	45.98	62.5	101.69	98.25
白	照蚕蛹组	71.35	30.01	44.2	66.85	100.87	99.93
组	组基本日粮组	74.12	27.52	40.84	60.56	102.95	92.41

试验期52天；第二期从1983年9月15日~11月7日，试验期为53天。结果表明，用这种饲料酵母作添加剂饲喂乳牛，能提高产乳量，改善乳品质。与对照组(不添加酵母)相比较，产奶量提高3.99~15%，乳蛋白质含量增加7.95~15.61%，并有增膘、促发情的效果，未发现任何副作用。

六、经济效益的估算

经济效益问题是生产部门最为关心注目的。国外饲料酵母生产大多由政府补贴，目的也是促进畜牧业的发展。国内长期以来，酒精水培养饲料酵母未能大规模工业化生产的主要原因也是因为经济上过不了关。过去常用的饲料酵母需要添加糖或糖蜜为碳源，加了糖后一定要巴氏灭菌，消耗能源，同时喷雾干燥耗能也比较大，所以生产成本高了。如果酒精厂采用本文介绍的酵母XQ-3号、XQ-4号及其培养技术，生产成本将会大大下降。现将淮阴酒厂的1号罐、2号罐和3号罐生产成本作一个初步估算，列于表14。

从以上分析可见，工业化生产宜用50米³或100米³大罐培养，如果再结合太阳能带式烘干机，生产成本便进一步下降。

七、小结与讨论

1. 我们通过一系列试验，酵母XQ-3号、酵母XQ-4号(混株培养)是适用于薯干酒精蒸馏废液生产饲料酵母的优良菌种。

2. 以薯干酒精蒸馏废液为主原料添加

表14 酒糟废液酵母经济核算(每罐两吨酵母,每天生产一批估算)

	1号罐 13.3吨/罐(2吨)	2号罐 6吨/罐(4吨)	3号罐 30吨/罐(18吨)
原料费 工业磷酸 0.02%, 1.8元/公斤 尿 素 0.1%, 0.45元/公斤	0.72 0.90	1.62 1.80	1.44 3.24 6.48 8.10
耗电费 0.1元/度			
送料泵 3KW 70米 ³ /小时 搅拌机 3KW 70米 ³ /小时 通风机 3KW 70米 ³ /小时 13#空压机 10KW 10小时/班 鼓风机 10KW 10小时/班 1号搅拌器 3KW 10小时 2 " 7KW 10小时 3号罗茨鼓风机 22KW	0.3 0.3 0.05 10 5 7 22	0.61 0.6 0.05 13.25元 5 7 22	2.70 2.70 0.1 27.5元 27.5元
人员工资 144元/吨酵母	288元	576元	26元
设备折旧企业管理人员工资等 110元/吨酵母	220元	440元	19.80元
干燥费 55元/吨酵母	110元	220元	990元
累计成本	18.07元	22.09元	97.78元
实收干酵母13克/100毫升×80% = 10克/升计 干酵母售价 1200元/吨	20公斤 24元	40公斤 48元	180公斤 216元
干酵母成本	1072.5元/吨	721.25元/吨	543.20元/吨
按每罐酒糟固形物每吨优可回收	160元	320元	1440元

0.1%尿素、0.002%工业磷酸,夏天控制pH 3~3.2,秋冬自然pH,不灭菌,不加糖或糖蜜,30~30°C通风培养生产饲料酵母,原料费用低。在实验室小试成功基础上进行了3300升连续7罐次重复试验培养10~12小时,酵母产量平均可达13.3克(干基)/升,最高可达15克

资料信息

《冷饮制品生产技术》和《豆制品生产技术》成套技术资料

为满足广大中小食品厂、新队企业及农民、个体户、专业户的迫切需要,三宝食品技术开发公司咨询部特编写了《冷饮制品生产技术》和《豆制品生产技术》两套技术资料。资料内均详尽介绍了冷饮品、豆制品生产的基本知识,详细配方、工艺流程、检验标准及常见问题的解决措施等。《冷饮制品生产技术》约8万字,备有60余种汽水、果汁、冰糕、雪糕、冰棍等配方,每套所费50元;《豆制品生产技术》约4万

(干基)/升,为大工业生产提供了有力的依据。

3. 利用酵母XQ-3号、XQ-4号高度絮凝性,在适宜pH之下可迅速絮凝沉淀,可不使用高速酵母离心机,大大简化工艺,节省动力。

4. 利用麸皮、苇粉等吸着,把沉降下来的酵母泥以1:1比例混合,增大比表面积加速干燥效率,晴天日晒,阴天烘房烘干,可节省干燥能源消耗,降低成本。

5. 培养酵母后二次废水pH近中性,但COD仍有9000~10000,尚未达到国家排放标准。但经纸层析表明:抑制酒精酵母生长、发酵的有机酸如延胡索酸几乎消失,可作为生产用水循环用于蒸煮山芋干,达到一水多用,循环使用,或者进一步进行沼气发酵生产甲烷能源,消化液可作肥料。

6. 在上述试验基础上所制定的培养、分离、干燥等工艺比较简单,能源消耗较低,生产出饲料酵母成本较低,酒糟原液经过筛培养酵母后COD以30000下降至10000左右,pH由原来的3.8~4.0上升至6.2~6.5,具有显著的环保效益。通过初步经济估算,有关工厂采用之后,确有相当大的经济效益。酵母对猪乳牛喂养效果显著,建议有关领导部门加以考虑推广。

7. 对于二次废水的利用与处理、工艺设备的合理配置、酵母滚筒干燥机的设计与研制将有待于下一步与有关单位共同合作。

字,备有10余种配方,每套收费20元(包括邮费)。凡需要者,请迅速通过邮局或银行汇款我部,(汇款时请详细注明所购资料及邮寄地址。)

地址:北京东单东总布胡同弘通巷3号

三宝公司咨询部

开户银行:北京市东四分理处

帐号:6601—535