

曲酒丢糟生产单细胞蛋白的菌种初选 *

陆步诗, 李新社

(邵阳学院生物与化学工程系, 湖南 邵阳 422000)

摘 要: 以白地霉、假丝酵母和根霉为菌种, 以大曲丢糟为主要原料, 通过添加适当辅料为培养基, 经固态发酵方法生产单细胞蛋白。试验结果表明, 白地霉对丢糟的转化较为理想, 发酵后可使蛋白质含量高达 18.6 %。

关键词: 微生物; 白地霉; 假丝酵母; 根霉; 丢糟; 单细胞蛋白

中图分类号: TQ920 ; TS261.1 ; TQ93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 9286(2006) 07- 0025- 02

Selection of the Microbe Species Producing Single Cell Protein from Daqu Distiller's Grains

LU Bu-shi and LI Xin-she

(Department of Biology and Chemical Engineering of Shaoyang College, Shaoyang, Hu'nan 422000, China)

Abstract: *Geotrichum candidum*, *Candida mycoderma* and *rhizopus* were used as seed speices respectively and Daqu distiller's grains used as main raw materials (addition of adequate auxiliary materials as culture medium) to produce single cell protein by solid fermentation. The experimental results indicated that *geotrichum candidum* was an ideal microbe species which could produce 18.6 % protein content after fermentation.

Key words: microbe; *geotrichum candidum*; *Candida mycoderma*; *rhizopus*; distiller's grain; single cell protein

丢糟, 又称扔糟。在续糟发酵法酿造白酒时, 入窖回糟蒸酒后的酒醅, 是酿酒后的副产物, 数量约为产酒量的 4 倍^[1]。由于其含水量高达 60 %~65 %, 难于干燥、贮存, 加上它的干物质中稻壳含量高达 60 %~65 %, 导致利用价值较低^[2]。因此, 数百年来曲酒丢糟一直未得到合理有效的利用。据不完全统计, 我国每年白酒丢糟约 2500 万吨以上, 仅五粮液集团就高达 30 万吨^[3]。

据分析, 干燥白酒丢糟中除淀粉含量低于玉米外, 其他成分如粗蛋白、粗脂肪、粗纤维均高于玉米, 从能量来讲, 丢糟几乎与玉米相等, 其中粗淀粉 10 %~13 %, 粗蛋白为 7 %~9 %, 粗纤维为 0.28 %~0.35 %, 粗脂肪为 16.8 %~21.2 %, 且丢糟中含有微量的氨基酸, 丰富的有机酸、磷脂、维生素、无机盐类以及一定量的酸、酯、醇等发酵产物, 潜在营养价值丰富。

单细胞蛋白又称微生物蛋白、菌体蛋白, 由于它具有营养成分全、生产效率高、原料来源广、便于工业化生产等优点, 作为新型蛋白源而在全世界受到广泛关注。

本研究试图对丢糟的再利用进行探讨, 利用白地霉、假丝酵母、根霉固态发酵技术来改善丢糟的营养性、适口性和消化吸收性。这样, 既可弥补国内蛋白资源的

不足, 为养殖业提供优质的饲料, 为人们提供更多的高蛋白食品, 又可变废为宝, 使丢糟增值。

1 材料与方法

1.1 主要仪器设备

电热鼓风干燥箱, 电热恒温培养箱, 高压蒸汽灭菌锅, 水浴锅, 凯氏定氮仪。

1.2 实验材料

曲酒丢糟: 邵阳市酒厂提供; 麦芽汁、麸皮及化学试剂均为市售。

1.3 菌种

白地霉 (*Geotrichum candidum* link): 广东微生物研究所菌种保藏中心提供; 假丝酵母 (*Candida mycoderma*): 华南理工大学微生物实验室提供; 根霉 (*Rhizyae*): 从小曲中分离得。

1.4 培养基

麦芽汁培养基: 用于菌种活化及扩大培养; 驯化培养基: 丢糟 5 g, 麸皮 5 g, 加水 10 mL, 0.1 MPa 灭菌 1 h; 丢糟培养基: 以丢糟为主要原料, 适量添加氮源和无机盐^[4]。

* 基金项目: 湖南省教育厅资助科研项目 编号 04C606)。

收稿日期 2006- 04- 17

作者简介 陆步诗 (1963-), 男, 副教授, 学士, 主要从事工业微生物发酵研究。

1.5 测定方法

干物质的测定: 恒重法; 总酸的测定: 酸碱滴定法; 总氮的测定: 凯氏定氮法; 总糖的测定: 斐林试剂法; 还原糖的测定: 直接滴定法; 氨态氮的测定: 酸碱滴定法。

1.6 操作要点

菌种活化: 麦芽汁固体培养基→倒入斜面试管→灭菌→接种→培养(30℃, 72 h)。

菌种的扩大培养: 麦芽汁液体培养基→分装三角瓶→灭菌→接种(活化菌)→培养(30℃, 72 h)。

种子的驯化: 丢糟与麸皮培养基→分装三角瓶(500 mL)→灭菌→接种(二次活化种)→培养(30℃, 72 h)。

丢糟预处理及发酵试验: 称取定量丢糟(每种菌做 3 个平行试验)→置于三角瓶中→加水→补充营养(少量蔗糖, KCl, MgSO₄, NaNO₃, K₂HPO₄, FeSO₄)→调节 pH 值(用石灰水)→灭菌→接种(接种量 10%)→发酵(30℃培养)→成分检测(每 2 d 采样检测各项指标)。

2 结果与分析

2.1 发酵前丢糟中各成分的含量(见表 1)

表 1 丢糟中各成分的含量	
项 目	成 分
总糖	还原糖 蛋白质 氨态氮 总酸 干物质
含量(%)	8.76 1.33 8.32 0.56 3.69 38.58

2.2 发酵后主要成分的检测结果

2.2.1 总糖含量(见表 2)

表 2 发酵后总糖含量					(%)
发酵时间	菌种	1 组	2 组	3 组	平均
2d	白地霉	7.89	7.86	7.85	7.87
	假丝酵母	7.96	7.89	7.9	7.93
	根霉	8.81	8.78	8.77	8.79
4d	白地霉	7.76	7.63	7.65	7.65
	假丝酵母	7.88	7.86	7.83	7.86
	根霉	8.99	8.94	8.91	8.93
6d	白地霉	7.66	7.61	7.62	7.63
	假丝酵母	7.85	7.84	7.81	7.83
	根霉	9.26	9.24	9.21	9.24

由表 2 可知, 丢糟经根霉发酵后总糖含量有所升高, 经白地霉、假丝酵母发酵后总糖含量下降, 其中经白地霉发酵后总糖含量下降幅度较大, 表明该菌种对丢糟中的糖类物质有较强的转化能力。

2.2.2 还原糖含量(见表 3)

由表 3 可知, 经菌种发酵后丢糟的还原糖的含量均有所提高, 其中经白地霉发酵后还原糖含量上升幅度较大, 表明该菌种活力较强。

2.2.3 蛋白质含量(见表 4)

由表 4 可知, 经菌种发酵后, 丢糟中的蛋白质含量较大幅度提高, 且经白地霉发酵后蛋白质的含量提高得最多, 表明白地霉对丢糟中的蛋白质有较强的转化能力。

表 3 发酵后还原糖含量(以葡萄糖计, %)

发酵时间	菌种	1 组	2 组	3 组	平均
2d	白地霉	1.48	1.42	1.47	1.46
	假丝酵母	1.42	1.39	1.40	1.45
	根霉	1.38	1.35	1.39	1.37
4d	白地霉	1.52	1.51	1.53	1.52
	假丝酵母	1.48	1.46	1.47	1.47
	根霉	1.41	1.38	1.41	1.40
6d	白地霉	1.53	1.51	1.54	1.53
	假丝酵母	1.49	1.48	1.48	1.48
	根霉	1.42	1.39	1.43	1.43

表 4 发酵后蛋白质含量 (%)

发酵时间	菌种	1 组	2 组	3 组	平均
2d	白地霉	18.87	17.95	18.32	18.38
	假丝酵母	16.65	16.71	15.98	16.45
	根霉	15.62	15.89	15.77	15.76
4d	白地霉	18.98	18.12	18.88	18.65
	假丝酵母	16.88	16.92	16.41	16.74
	根霉	15.87	16.02	15.96	15.95
6d	白地霉	19.06	18.27	18.95	18.76
	假丝酵母	16.92	16.97	16.44	16.78
	根霉	15.91	16.05	16.00	15.99

2.2.4 氨态氮含量(见表 5)

表 5 发酵后氨态氮含量					(%)
发酵时间	菌种	1 组	2 组	3 组	平均
2d	白地霉	0.86	0.79	0.82	0.82
	假丝酵母	0.77	0.71	0.75	0.74
	根霉	0.72	0.69	0.62	0.68
4d	白地霉	0.89	0.81	0.92	0.87
	假丝酵母	0.78	0.73	0.77	0.76
	根霉	0.73	0.70	0.65	0.69
6d	白地霉	0.91	0.92	0.94	0.92
	假丝酵母	0.79	0.74	0.78	0.77
	根霉	0.74	0.71	0.67	0.71

由表 5 可知, 经菌种发酵后, 丢糟中氨态氮含量均有所提高, 其中以白地霉发酵后的氨态氮含量提高幅度较大。

3 结论与讨论

3.1 菌体蛋白质含量的高低是由菌体自身遗传特性所决定的, 由于不同菌种其蛋白质含量存在差异性。通过 3 种试验菌固态发酵丢糟结果可知, 发酵后产物中蛋白含量均有较大提高, 主要由菌体利用粗纤维和淀粉及无机氮转化而来, 其中以白地霉最明显。

3.2 根据发酵后对丢糟中的主要成分含量的检测结果还显示, 还原糖和氨态氮的含量均有所提高, 表明其营养性和吸收性有较大改善。从发酵时间来看, 发酵 4 d 白地霉蛋白质含量可达到 18.76%, 虽然第 6 天比第 4 天有所提高, 但不明显, 表明发酵 4 d 即可达到要求。

(下转第 30 页)

增加,导致树脂对高级醇的吸附能力下降。因此,对于不同酒精度的酒精饮料,由于其高级醇的去除率不同,在应用时应控制树脂用量和交换时间。

2.4 树脂再生

盐碱水溶液浸泡是再生大孔树脂最常用的方法之一,缺点是会产生大量碱性废水。本文尝试采用常压水煮和水蒸汽熏蒸再生树脂。树脂经盐碱水溶液浸泡、常压水煮和水蒸汽熏蒸 3 种方法再生后,再次做吸附试验,在对样品中高级醇含量的色谱分析时发现,用常压水煮和水蒸汽熏蒸再生的树脂,其处理的酒样分别在 4.565 min 和 4.548 min 时出峰(见图 7,图 8),和图 6 比较,表明有新的物质被带入酒中。该树脂的耐受温度虽然可以超过 100℃,但高温对树脂的结构还是有影响。此杂峰所代表的为何种物质,笔者正在研究中。在鉴别出该物质之前,暂不使用后两种方法来再生树脂,以免对酒体产生影响。

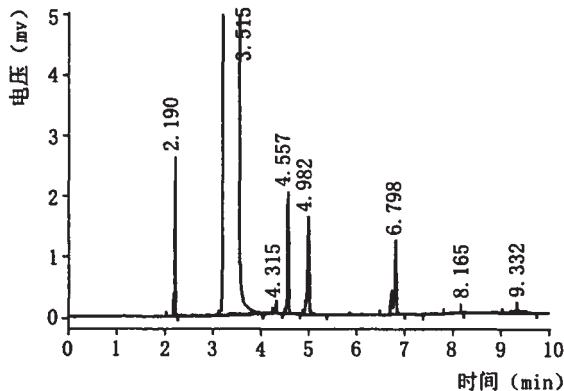


图 6 盐碱水溶液浸泡再生后高级醇含量色谱图

3 结论

3.1 通过对不同致孔剂与单体质量比的树脂进行筛选,兼顾高级醇去除率和酒中酯类物质的损失,选择 D206 号树脂,其致孔剂与单体质量比为 24%。对酒中高级醇的去除率可达 62.8%。

3.2 单因素吸附试验表明,温度对高级醇去除率有影响,但为了避免酒精挥发和酒质变差,建议在室温下工作;pH 值对高级醇去除率影响不显著,可在酒液处于自然 pH 值条件下进行吸附;树脂添加量和操作时间对高

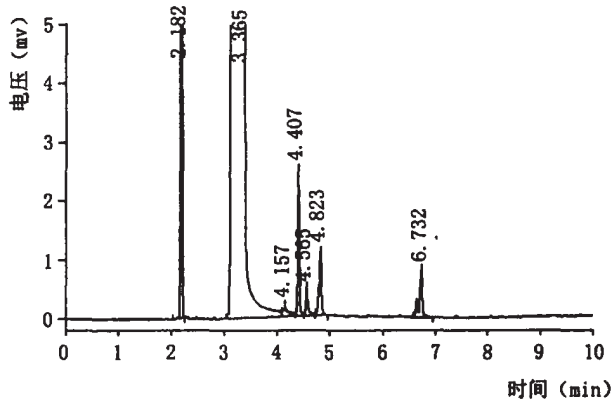


图 7 水煮再生后高级醇含量色谱图

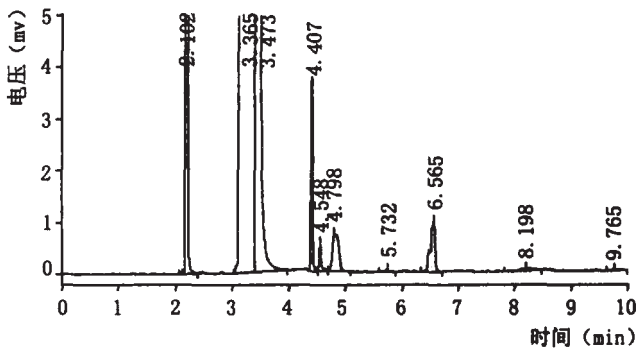


图 8 熏蒸再生后高级醇含量色谱图

级醇去除率有显著影响,且树脂添加量和操作时间是相互关联的,在工业应用中,可结合对酒体中高级醇含量的不同要求,确定树脂添加量和操作时间。

3.3 初步探讨了 3 种树脂再生方法,常压水煮和水蒸汽熏蒸会使树脂向酒液释放出一种未知物质,在该未知物质没有定性前,不宜使用。

综上所述,用大孔树脂吸附可有效降低酒中高级醇含量,从而消除或减轻酒后口干、头痛等不良症状;树脂可再生循环使用,处理费用低廉。

参考文献:

- [1] 杨国棋.浅谈啤酒酿造过程中的高级醇的形成与控制[J].酿酒,2003,30(4):49-50.
- [2] 刘凯,王霖.黄酒饮后上头原因初探[J].酿酒,2002,29(5):54-55.
- [3] 顾国贤.酿造酒工艺学(第 2 版)[M].北京:中国轻工业出版社,1996.
- [4] 马晓建,陈俊英,张如意,韩秀丽.酒糟综合利用的发展前景[J].酿酒科技,2006,(4):96-98.
- [5] 天津轻工业学院,大连轻工业学院,等.工业发酵分析[M].北京:轻工业出版社,1986.
- [6] 无锡轻工大学,天津轻工业学院.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社出版,2002.
- [7] 酿酒,1989,(6):28-33.

(上接第 26 页)

应用微生物的转化作用,将丢糟变废为宝,为提高丢糟类蛋白饲料的营养价值奠定了基础,又避免了丢糟对环境的污染,不失为一条一举多得的好思路。

参考文献:

- [1] 陈陶声.发酵工业辞典[M].北京:轻工业出版社,1991.
- [2] 四川省水稻高粱研究所,泸州曲酒厂.曲酒丢糟的利用研究