(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117247844 A
(43)申请公布日 2023.12.19

(21)申请号 202311327816.0
(22)申请日 2023.10.13
(83)生物保藏信息
CCTCC NO:M20231649 2023.09.07
(71)申请人 四川省宜宾市叙府酒业股份有限公司
地址 644000 四川省宜宾市西郊苗圃路
(72)发明人 彭礼群 江东材 罗陟 朱和琴 肖宇航
(74)专利代理机构 成都华风专利事务所(普通合伙) 51223
专利代理师 杜朗宇
(51)Int.Cl.
C12N 1/14(2006.01)
C12N 9/34(2006.01)
C12G 3/02(2019.01)
C12R 1/845(2006.01)

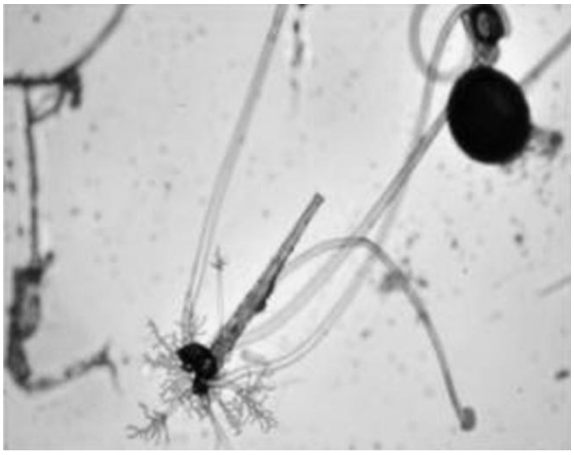
权利要求书1页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种高产糖化酶的菌株及其制备方法和用途

(57)摘要

本发明公开了一种高产糖化酶的菌株及其制备方法和用途,其中,所述高产糖化酶的菌株为根霉菌,分类命名为*Rhizopus* sp.xf-R-2,保藏编号为CCTCC NO:M 20231649,形态为棉花状,菌丝生长丰满,菌丝间布满黑色孢子。本发明提供的高产糖化酶根霉菌能够有效提高大曲糖化力,在接种比例为1‰时,大曲糖化力为1532.6mg;添加比例为20%的强化大曲,在一定程度上能够提高出酒率和淀粉的利用率;另外,强化大曲能够增加窖泥微生物群落的多样性,对窖泥的养护有一定的作用。



CN 117247844 A

1.一种高产糖化酶的菌株,其特征在于,所述菌株为根霉菌,分类命名为*Rhizopus* sp. xf-R-2,保藏编号为CCTCC NO:M 20231649。

2.根据权利要求1所述高产糖化酶的菌株,其特征在于,所述根霉菌菌株的真菌学形态特征是:棉花状,菌丝生长丰满,菌丝间布满黑色孢子。

3.权利要求1或2所述高产糖化酶的菌株的制备方法,其特征在于,包括一级种子培养和二级种子培养,得到高产糖化酶菌株后制备强化大曲。

4.根据权利要求3所述菌株的制备方法,其特征在于,所述一级种子培养液以蒸馏水定容至1L,包括:马铃薯150~250g,葡萄糖15~35g;优选为,马铃薯200克,葡萄糖20g。

5.根据权利要求4所述的菌株的制备方法,其特征在于,一级种子的培养条件为:20~60℃,5~30d,优选为30℃,10d。

6.根据权利要求3所述菌株的制备方法,其特征在于,所述二级种子培养基为水分含量30~50%的小麦粉,进一步地,为水分含量30~35%的小麦粉。

7.根据权利要求3所述菌株的制备方法,其特征在于,所述二级培养的培养条件为:20~60℃,28~32d。

8.根据权利要求3所述菌株的制备方法,其特征在于,所述强化大曲的制备方法包括如下内容:将二级种子培养基与小麦粉拌和,即得;

进一步地,拌和时,将培养菌株后的二级种子培养基与拌合水的体积比为1:500;所述培养菌株后的二级种子培养基与水拌和后与麦粉的质量比为0.1~2‰,优选为1‰。

9.权利要求1或2所述高产糖化酶的菌株在酒生产中的用途。

10.根据权利要求9所述的用途,其特征在于,所述酒为丢糟酒。

一种高产糖化酶的菌株及其制备方法和用途

技术领域

[0001] 本发明涉及生物技术领域,具体涉及一种高产糖化酶的菌株及其制备方法和用途。

背景技术

[0002] 糖化酶是我国产量最大、应用范围最广的酶制剂之一。糖化酶(GlucoamylaseEC3.2.1.3)是葡萄糖淀粉酶的简称(缩写为GA或G),是由微生物分泌产生的,水解淀粉的主要酶类,具有外切酶活性的胞外酶,催化淀粉从非还原端水解α-1,4糖苷键逐个释放出单个β-D-葡萄糖。现已被广泛的应用于淀粉加工、酿造发酵工业、纺织品工业、面包工业、医药工业、饲料工业等行业。

[0003] 糖化力是衡量大曲糖化作用强弱的一个重要指标,它指的是大曲中具有糖化作用的微生物将淀粉分解为糖分的能力,大曲糖化力的高低不仅受原料结构、上霉情况及大火期温度等诸多因素的影响,还深受糖化酶的影响。

[0004] 丢糟是面糟发酵经固态蒸馏取酒后的糟醅,其残存着丰富的酒体香味物质和大量的淀粉、脂肪、蛋白质等有机营养物质。长期以来,大多数酒厂一般都没有有效利用丢糟而直接丢弃,既浪费了资源,又造成环境污染。

[0005] 因此,若能够生产出一种能够提高糖化酶的产率,从而提高大曲糖化力的菌株,对于丢糟酒的风味及其经济价值具有重要意义。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种高产糖化酶的菌株及其制备方法和用途,该菌株有效提高糖化酶的活性以及大曲的糖化力,可应用于丢糟酒的生产,提高经济价值。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

本发明的第一目的是提供一种高产糖化酶的菌株,所述菌株为根霉菌,分类命名为*Rhizopus* sp. xf-R-2,保藏于中国典型培养物保藏中心,保藏编号为CCTCC NO:M 20231649,保藏地址为湖北省武汉市武昌区八一路299号,保藏日期为2023年9月7日。

[0008] 进一步地,所述根霉菌菌株的真菌学形态特征是:菌落表面初期呈现白色,老熟后变成灰褐色,棉花状,菌丝生长丰满,菌丝间布满黑色孢子。

[0009] 所述根霉菌能够有效提高糖化酶的活性以及大曲的糖化力,可应用于丢糟酒的生产,提高经济价值。

[0010] 本发明的第二目的是提供一种上述高产糖化酶的菌株的制备方法,包括一级种子培养和二级种子培养,得到高产糖化酶菌株后制备强化大曲。

[0011] 本发明中,在一级种子培养前进行活化处理,活化使用的培养基包括:马铃薯150~250g,葡萄糖15~35g,琼脂 15~20g,蒸馏水1L。

[0012] 进一步地,所述一级种子培养液以蒸馏水定容至1L,包括:马铃薯150~250g,葡萄糖15~35g;优选为,马铃薯200克,葡萄糖20g。

[0013] 进一步地,一级种子的培养条件为:20~60℃,5~30d,优选为30℃,10d。

[0014] 本发明中,所述二级种子培养基为水分含量30~50%的小麦粉,进一步地,为水分含量30~35%的小麦粉。

[0015] 进一步地,所述二级培养的培养条件为:20~60℃,28~32d。

[0016] 本发明中,强化大曲的制备方法包括如下内容:将二级种子培养基与小麦粉拌和,即得;

进一步地,拌和时,将培养菌株后的二级种子培养基与水的体积比为1:500;所述培养菌株后的二级种子培养基与水拌和后与麦粉的质量比为0.1~2‰,优选为1‰。

[0017] 本发明还提供一种上述高产糖化酶的菌株在酒生产中的用途;进一步地,所述酒为丢糟酒。

[0018] 本发明所述高产糖化酶的菌株除了可应用于酒生产中外,还能用于食品、食品添加剂、药物中。

[0019] 本发明具有的有益效果是:

(1)本发明提供的高产糖化酶根霉菌能够有效提高大曲糖化力,在接种比例为1‰时,大曲糖化力为856.9mg/g.h,较对照组提高了335.4 mg/g.h;

(2)在制备丢糟酒的过程中,添加比例为20%的强化大曲,在一定程度上能够提高出酒率和淀粉的利用率;

(3)本发明使用高产糖化酶菌株制备的得到的强化大曲能够增加窖泥微生物群落的多样性,对窖泥的养护有一定的作用。

附图说明

[0020] 图1为菌落形态图;

图2为假根图;

图3为菌丝体图;

图4为孢子囊图;

图5温度变化趋势图;

图6空间窖泥取样方式图。

具体实施方式

[0021] 下面对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 菌株:从大曲中分离得到并经16SrDNA鉴定后保藏菌株*Rhizopus* sp. xf-R-2。

[0023] PDA斜面培养基:去皮马铃薯200克,切成小块,加水1L煮沸30min,滤去马铃薯块,加葡萄糖20g,琼脂15g,将滤液补足至1L,121℃高压蒸汽灭菌20min。

[0024] 一级种子培养液:去皮马铃薯200克,切成小块,加水1L煮沸30min,滤去马铃薯块,加葡萄糖20g,将滤液补足至1L,121℃高压蒸汽灭菌20min。

[0025] 二级种子培养基:小麦粉拌合到一定水分(30-35%)后,0.1MPa灭菌20min。

[0026] (1)取样:随机选取多间库房,从贮曲库的四个角自下而上在底部、中部和上部各

取三块曲坯,粉碎混合均匀后,取500g样品置于无菌自封袋中,-20℃冷冻保藏。

[0027] (2)对每个样品,取25g曲粉于225ml无菌水中,放入摇床150r/min,30℃恒温培养30min制成菌悬液。对菌悬液进行梯度稀释,用无菌移液枪吸取稀释液0.1ml稀释涂布于淀粉琼脂培养基上,30℃恒温培养3天。将平皿取出,用卢戈氏碘液喷洒染色至碘液将平皿覆盖均匀,静置1min,选取每块平皿上透明圈最大的菌株,纯化培养用PDA斜面培养基保藏备用。

[0028] (3)通过上述试验步骤,筛选到了9株透明圈较大的菌株,分别纯化培养(PDA培养基)后点接于淀粉琼脂培养基上,30℃培养2天,用卢戈氏碘液染色法染色后测量透明圈直径D与菌落直径d。

[0029] (4)将筛选到的9株菌株分别在PDA培养基上30℃活化培养2天,以菌落生长点为圆心挖取直径为1cm的带菌培养基,加入麦粉固体培养基摇匀培养3-7天至开始产生孢子,参照QB/T 4257-2011中测定大曲糖化力的方法分别测定其糖化力。

[0030] 酶活定义:在30℃、pH 4.6条件下,1 g绝干曲1 h内分解可溶性淀粉产生1 mg葡萄糖,为1个酶活力单位,用U/g表示。结果如表1所示:

表 1 菌株筛选结果

菌株编号	D/d 值	酶活(U/g)
xf-R-1	3.53	1595.64
xf-R-2	3.98	1932.72
xf-R-3	3.04	1175.33
xf-R-4	3.19	1356.25
xf-R-5	3.77	1738.19
xf-R-6	3.42	1421.24
xf-R-7	3.36	1398.66
xf-R-8	3.87	1846.71
xf-R-9	3.61	1647.49

[0031] 由表1可得,xf-R-2菌株的D/d值为3.98最大,且糖化酶活力为1932.72U/g,其酶活力也最高,选取xf-R-2菌株为目标菌株。

[0032] 采用传统丝状真菌形态学特征对xf-R-2菌株鉴定,以菌落特征、颜色和显微形态为依据。筛选纯化后的菌株在PDA培养基上生长快,菌落表面初期呈现白色,老熟后变成灰褐色,棉花状,菌丝生长丰满,菌丝间布满黑色孢子。显微镜下观察菌丝无隔,有假根,孢子囊梗直接从假根处生出、黑色的孢子囊,依据形态分类鉴定为根霉;菌落形态如图1,假根、菌丝体、孢子囊分别见图2、图3、图4。

[0033] 将根霉菌xf-R-2菌株于2023年9月2日保藏于中国典型培养物保藏中心,分类命名为*Rhizopus* sp. xf-R-2,保藏编号为CCTCC NO:M 20231649,保藏地址为湖北省武汉市武昌区八一路299号。

[0034] 1、一级种子的培养

将一级种子活化、接种于一级种子培养液，用不同温度，培养不同时间后，摇匀取样测定其酶活力。

表 2 不同温度、培养时间对酶活力的影响（U/ml）

	5d	10d	15d	20d	25d	30d	35d	40d	45d	50d
20℃	580.8	1523.5	1371.15	1212.2	1120.5	963.5	801.5	623.5	498.6	382.7
25℃	798.6	1849.3	1664.37	1492.3	1180.3	1025.8	923.6	795.8	625.3	527.5
30℃	848.8	2467.4	1918.6	1602.9	1228.1	1188.5	1102.2	980.3	900.6	790.2
35℃	965.8	1718.2	1614.8	1440.1	1190.2	1066.3	995.8	902.6	854.6	702.1
40℃	908.6	1681.6	1493.8	1320.6	1051.3	991.2	901.2	812.3	712.9	653.2
45℃	893.2	1590.5	1395.9	1226.5	995.8	910.4	813.6	712.8	649.8	592.8
50℃	831.6	1485.8	1340.9	1175.3	901.9	882.5	743.9	653.8	577.1	501.8
55℃	754.6	1325.3	1280.4	1020.8	823.5	753.2	682.6	598.7	502.9	426.7
60℃	706.2	1106.6	995.94	905.3	756.9	664.8	599.1	502.7	412.8	368.5

[0035]

表 3 一级种子液生长情况

	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96h
20℃	-	-	-	+	+	+	+	+
25℃	-	-	+	+	++	++	++	++
30℃	-	+	+	++	++	+++	++	++
35℃	-	+	+	++	++	++	++	++
40℃	+	+	+	++	++	++	+	+
45℃	+	+	++	++	++	++	+	+
50℃	+	+	++	++	++	+	+	-
55℃	+	+	++	++	+	+	+	-
60℃	+	+	++	++	+	+	-	-

[0036] 表2、3中结果显示，在PDA液体培养基中，生长温度在20-60℃，培养5-30天糖化酶活力较高，在30℃培养10天时，菌株刚好达到最佳生长状态，且菌株生长未老化，糖化酶活力达到最高值，之后下降；表2中，温度升高，可使菌株的萌芽生长期和旺盛期提前，但菌株也衰老更快，在30℃培养72h生长最好；故本发明将30℃培养10天作为一级种子培养的最佳培养条件。

[0037] 2、二级种子不同培养条件对菌株生长的影响

将筛选出的高产糖化酶的xf-R-2菌株逐级扩大到二级种子培养基，在不同温度条件下培养不同时间后，稀释500倍后按照1‰比例接种到麦粉培养基，拌和均匀后制成曲醅，探究不同培养条件对菌株生长的影响，结果如表4。

表 4 二级种子不同培养条件对菌株生长的影响

[0038]

	12h	24h	36h	48h	60h	72h	84h	96h
20	-	+	+	+	+	+	+	+
25	-	+	+	++	++	++	++	++
30	+	+	++	++	++	+++	++	++
35	+	+	++	++	++	++	++	++
40	+	+	++	++	++	+	+	+
45	+	++	++	++	++	+	+	+
50	+	++	++	++	+	+	+	-
55	+	++	++	+	+	+	+	-
60	+	++	++	+	+	+	+	-

[0039] 表4中,菌株在30℃培养72h生长最好。

[0040] 3、不同接种比例对大曲糖化力的影响

将筛选出的高产糖化酶的xf-R-2菌株逐级扩大到二级种子培养基,30℃培养3d后,稀释500倍后按照不同比例接种麦粉培养基,拌和均匀后制成曲醅,在曲房生产过程同期在30℃培养30d,测定糖化力,观察曲醅升温情况、外观、断面、皮张、香味,找到最佳接种比例。结果如表5和表6。

表 5 不同接种比例对目标产物的影响

[0041]

添加比例（‰）	糖化力（g/g）
0.1	1232.6
0.5	1359.8
1.0	1532.6
1.5	1465.9
2.0	1423.8

表 6 不同接种比例对曲醅发酵影响

添加比例（1‰）	曲醅升温	外观	皮张	断面	香味
0.1	正常	正常	薄	整起	正常
0.5	正常	正常	薄	整起	正常
1	正常	正常	薄	整起	正常
1.5	较快	极少开裂	较薄	较整起	略带焦香味
2	较快	极少开裂	较薄	较整起	略带焦香味

[0042] 表5中,添加比例在1‰时,糖化力最高,为1532.6mg。

[0043] 由表6可以看出,菌株添加量控制在1‰以内时,对曲醅发酵过程和成品大曲最终的外观无影响。通过对微生物区系的初步分析,表明在1‰添加量时对大曲微生物区系没有实质性的影响。综上,1‰为最佳接种比例。

[0044] 4、强化大曲的制备

将筛选出的高产糖化酶的xf-R-2菌株逐级扩大到二级种子培养基,稀释500倍后

按照1‰比例接种、拌和均匀后制成曲醅,生产强化大曲。

表 7 大曲感官评定表

样品	外观	1/2 断面	香味	皮张
对照组	呈灰褐色，菌丝均匀，生长良好，光滑一直	断面整起，呈深褐色	曲香纯正浓郁，无异杂味	薄
试验组	呈灰褐色，菌丝均匀，生长良好，光滑一直	断面整起，呈深褐色	曲香纯正浓郁，有淡淡的豆豉味	薄

表 8 强化大曲理化指标分析

[0045]

样品	水分 (%)	酸度 (mmol/10g)	糖化力 (mg/g.h)	液化力 (g/g.h)	酯化力 (mg/25g)	发酵力 (ml/g.72h)
对照组	10.95	0.95	521.5	0.92	637.28	358
试验组	10.85	0.86	856.9	1.98	646.90	362

表 9 储存 90d 后强化大曲理化指标分析

样品	酸度 (mmol/10g)	糖化力 (mg/g.h)	液化力 (g/g.h)	发酵力 (ml/g.72h)
对照组	0.93	329.8	0.38	158
试验组	0.89	630.2	1.38	162

[0046] 从表7、8、9可以看出,新曲以及储存90天以后,试验组糖化力、液化力比对照组更高,其他理化指标基本相当。

[0047] 将强化大曲和普通大曲按一定比例混合,应用于多粮浓香型白酒酿造的丢糟发酵。

[0048] 1、不同强化大曲添加比例对于丢糟酒的影响

不同强化大曲添加比例对糟醅的影响

将强化大曲按照不同的比例和普通大曲混合,控制入窖糟醅参数相同:曲药使用量(普通大曲+强化大曲)为粮食使用量的25%,入窖水分控制在55-56%,入窖酸度控制在1.8,通过对发酵过程和发酵结束、对糟醅发酵温度、理化指标进行对比分析,找到最佳的强化大曲添加比例,结果如表10和图5所示。

表 10 糟醅理化指标分析

添加比例/%	水分/%	酸度/度	还原糖/%	淀粉/%	糟醅酒度/度
5%	61.38	2.98	1.22	10.87	2.0
10%	61.89	2.86	1.16	10.68	2.1
15%	60.95	3.05	1.05	9.98	2.2
20%	61.25	2.99	1.09	9.23	2.1
25%	61.36	2.95	1.20	10.56	1.9
30%	60.88	3.03	1.12	10.66	2.0

[0049]

[0050] 从表10中出窖糟醅检测结果显示,不同强化大曲添加比例的出窖糟醅各项指标均表明发酵结果正常,结果差异性不明显;上述结果表明,添加强化大曲对丢糟糟醅发酵过程及最终理化指标影响不明显。图5中,入窖温度控制在21℃左右,入窖后20天达到顶温,发酵周期75天,符合“前缓、中挺、后缓落”变化趋势,两者温度变化趋势基本相同,发酵过程正常。

[0051] (2)不同强化大曲添加比例对出酒率以及酒质的影响

表 11 酒体主要风味组分分析

项目	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
乙酸乙酯（mg/L）	905.6	966.5	1145.2	1256.89	1925.63	1838.62	1625.9
丁酸乙酯（mg/L）	80.25	80.52	90.23	150.66	280.22	260.23	245.68
己酸乙酯（mg/L）	2055.68	3048.2	3311.4	3563.2	4023.95	3985.21	3210.89
乳酸乙酯（mg/L）	1653.88	1939.2	1578.7	1325.98	905.88	956.5	996.32
乙酸（mg/L）	56.8	69.8	77.3	85.6	98.2	95.3	94.6
丁酸（mg/L）	25.8	26.4	27.5	25.6	24.9	25.2	25.5
己酸（mg/L）	198.6	244.2	239.6	263.5	299.8	305.8	284.7
粮食出酒率（%）	34.98	34.54	34.56	35.02	35.26	35.14	34.89
感官评价	窖香纯正、尾味较净，无明显异杂味 评级：一级	窖香纯正、尾味较净，无明显异杂味 评级：一级	窖香纯正、尾味较净，无明显异杂味 评级：一级杂	窖香纯正、尾味较净，无明显异杂味 评级：一级	窖香较浓郁、甜、浓、净，风格特征明显 评级：优级	窖香纯正、尾味较净，无明显异杂味 评级：一级	窖香纯正、尾味较净，无明显异杂味 评级：一级

[0052] 表11中,不同强化大曲添加比例中,比例为20%的乙酸乙酯、丁酸乙酯及己酸乙酯略高于其他比例,乳酸酸乙酯则相反。同时,添加比例为20%的基础酒感官评价也略优于其他添加比例,酒质提升了一个等级,同时出酒率也是最高的,有较小的提升,说明添加20%的强化大曲,提高了淀粉的利用率。

[0053] 从上述结果中可以看出,添加20%的强化大曲,最大的影响是能够提高丢糟酒的风味品质,同时对出酒率也有较小的提升。

[0054] 2、强化大曲对窖池窖泥的影响

强化大曲的引入很可能会影响整个窖池的微生物区系,因此该试验以窖泥为研究对象,通过常规的感官鉴定、理化检测以及PCR-DGGE微生物群落剖析方法,对丢糟发酵过程中添加了强化大曲的窖池1-3年的窖泥取样,与未添加强化大曲的普通窖池窖泥对比分析,研究窖泥的变化。

[0055] (1)窖泥取样方法:如图6所示,从窖池池壁中线位置从上至下,分为三层,第一层位于距池顶20 cm处,第二点位于该壁垂直方向的中点附近,第三层位于距池底20 cm处,每处取2个点,各50 g,混合,分装于聚乙烯袋中密封。预处理在取样的24 h以内完成,-20℃低温冷冻保存。

[0056] (2)窖泥微生物总菌数及感官、理化指标、微生物群落多样性的比较。

[0057] 结果如表12~14所示。

[0058]

表 12 窖泥微生物构成及感官的比较 单位:×10⁹cfu/g(dw)

项目	活总菌数	感官性质
对照窖池窖泥	16	灰黄,泥质较硬,明显气味。
试验窖池 1 年窖泥	23	灰色,泥质较柔,有明显酒味。
试验窖池 2 年窖泥	28	灰黑,较柔熟细腻,有老窖泥和酯香的气味、酒香突出。
试验窖池 3 年窖泥	32	乌黑,柔熟细腻,有窖泥的特殊香味,酯、酒香突出。

表 13 窖泥理化指标 单位:g/100g(DW)

项目	总酸	总酯	腐殖质	粗蛋白	有效磷	水分%
对照窖池窖泥	0.41	0.33	5.27	3.58	109.4	24.39
试验窖池 1 年窖泥	0.85	0.86	11.99	5.43	126.7	26.18
试验窖池 2 年窖泥	0.98	1.05	13.58	6.86	136.6	29.51
试验窖池 3 年窖泥	1.02	1.38	17.11	9.85	193.6	32.45

表 14 窖泥微生物群落多样性指数

编号	样品	丰富度 (*S*)			香奈-维纳指数 (*H*)		
		真细菌	古菌	真菌	真细菌	古菌	真菌
1	对照窖池窖泥	11	8	10	1.686	3.041	2.790
2	试验窖池 3 年窖泥	20	12	12	2.225	1.651	1.875

表12和13说明,随着时间的增长,富集在窖泥中的有机质逐渐增多,腐植化提高,使得窖泥的保湿能力增加,所以窖泥中水分增高。窖泥中水分是有益微生物的代谢和物质传递。而且腐植质化程度越高,其缓冲能力越强,能保持窖泥的pH的相对稳定,为窖泥微生物的繁殖和代谢营造了良好的环境。持续使用强化大曲3年,作为评价窖泥质量的总酸、总酯等指标均逐渐增加,通常,窖泥的颜色、质地及气味是判断其质量的重要感官性质,尤其是窖泥的黑色的深浅与腐植质含量相关,越黑其窖香愈浓郁。

[0059] 表12中检出的总活菌数增多,同时窖泥微生物群落多样性指数的研究表明,窖泥的真细菌、古菌、真菌的多样性知识群落多样性指数发生了显著变化,随着强化大曲使用时间的增长越来越高。说明窖泥微生物群落也变得丰富多样。说明强化大曲在丢糟酿造中的

使用对窖泥的养护有一定的作用。

[0060] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

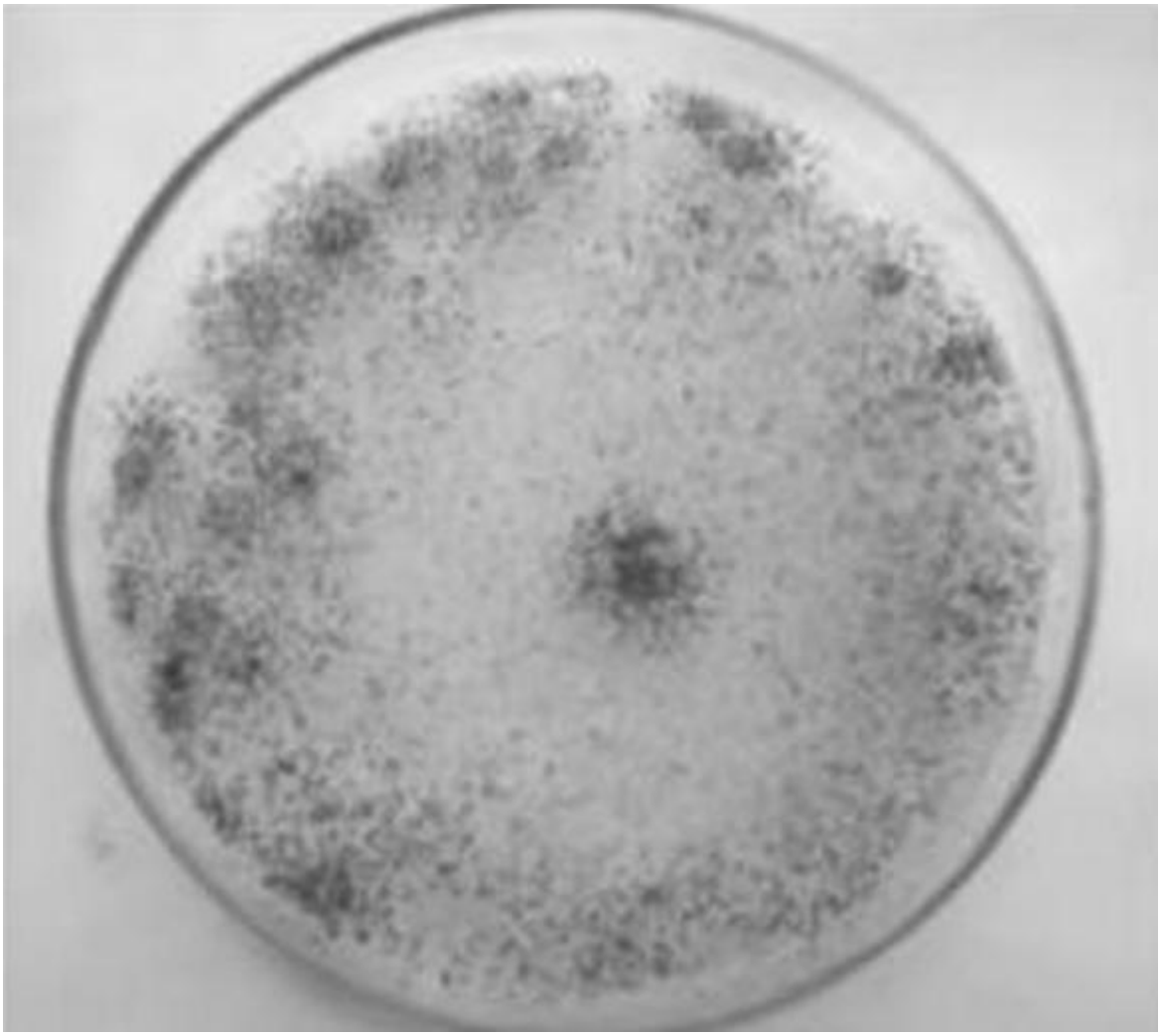


图 1

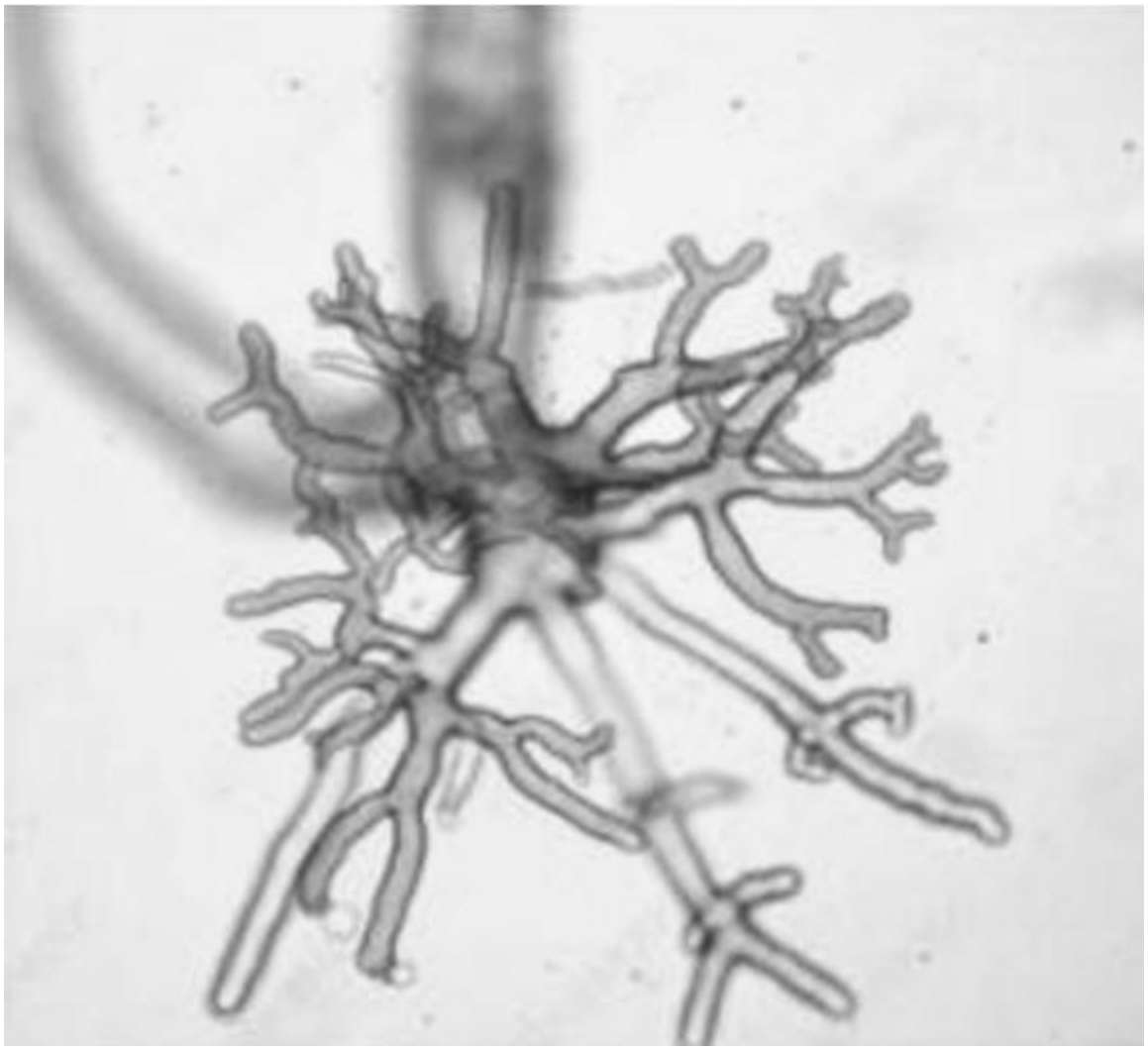


图 2

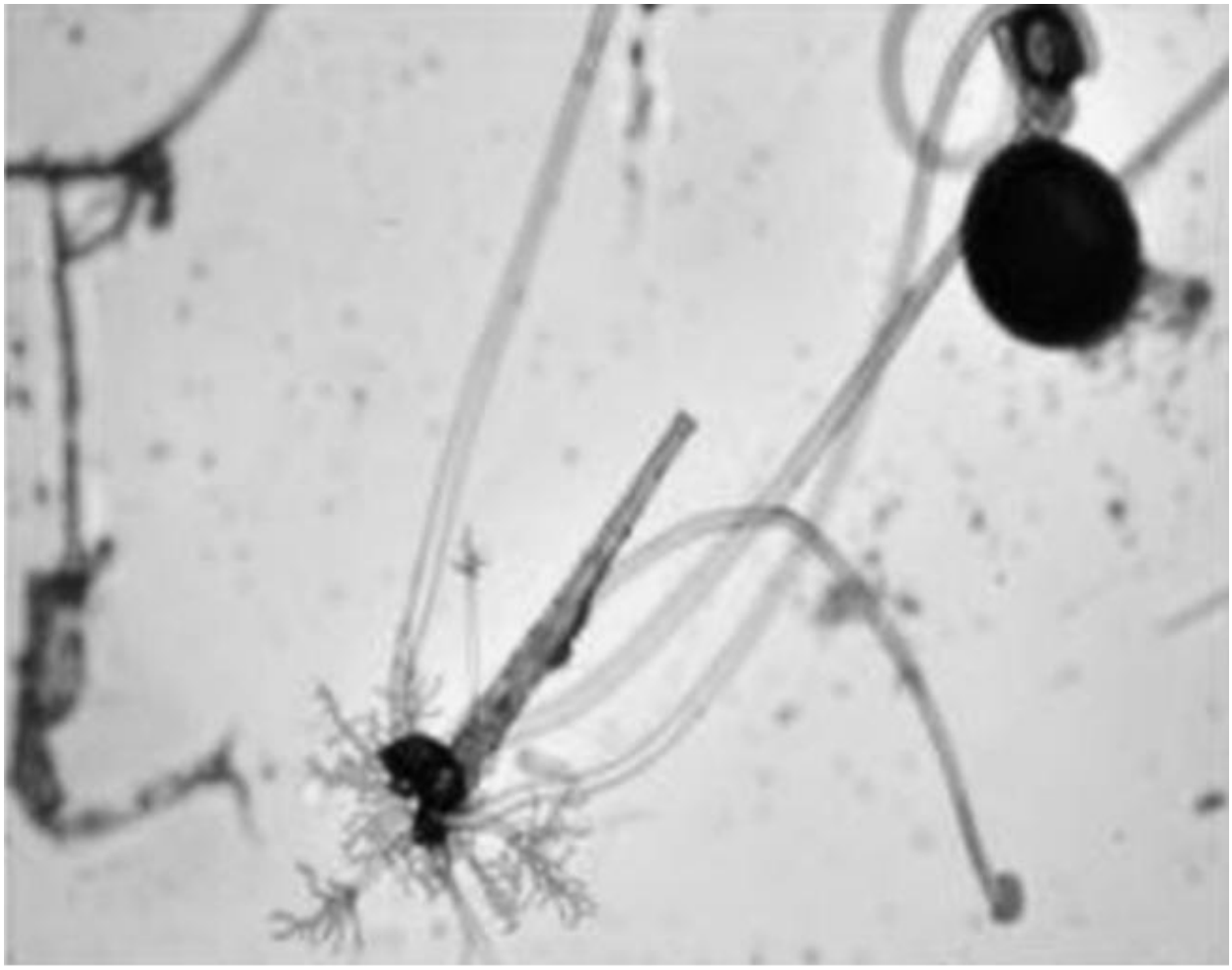


图 3

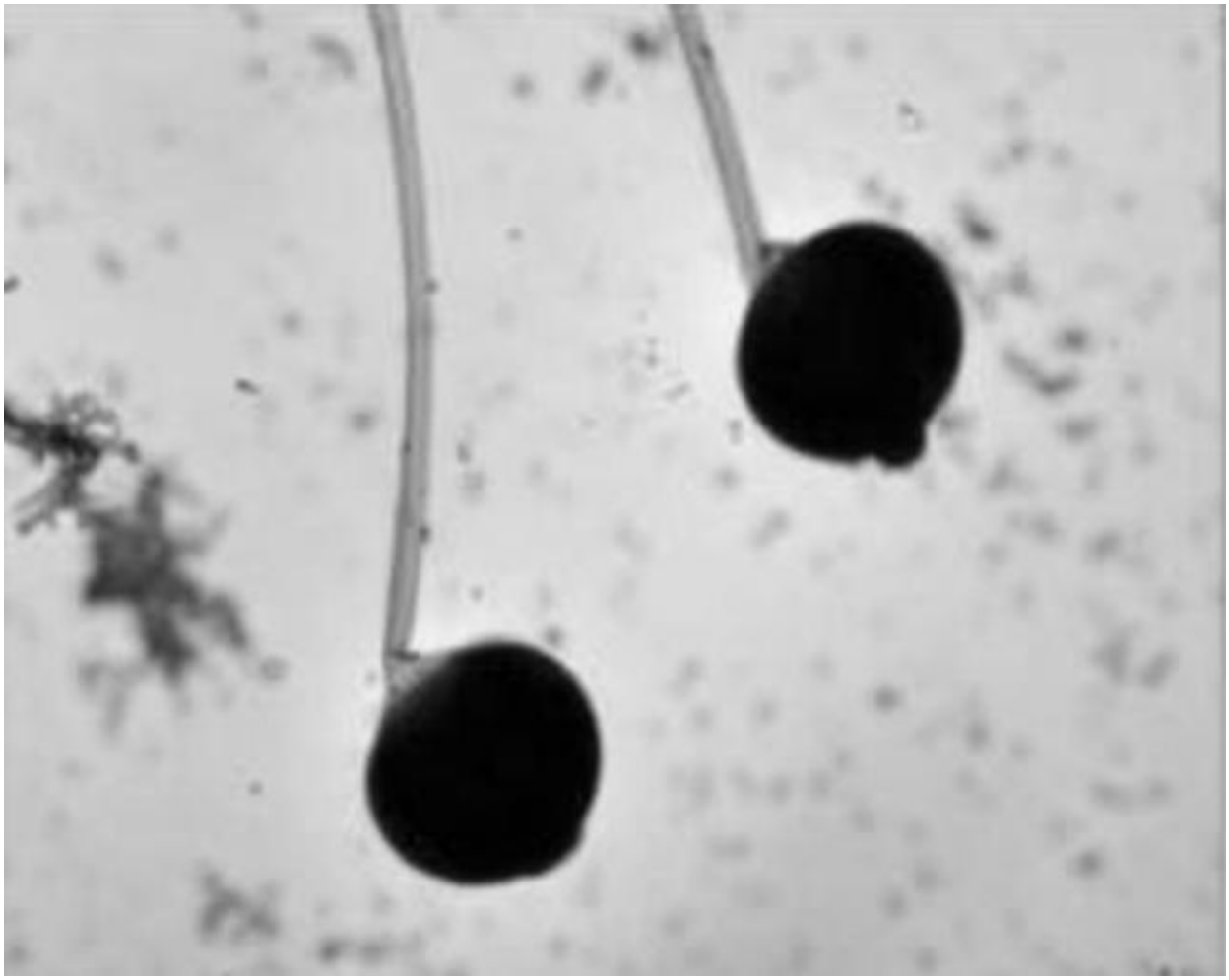


图 4

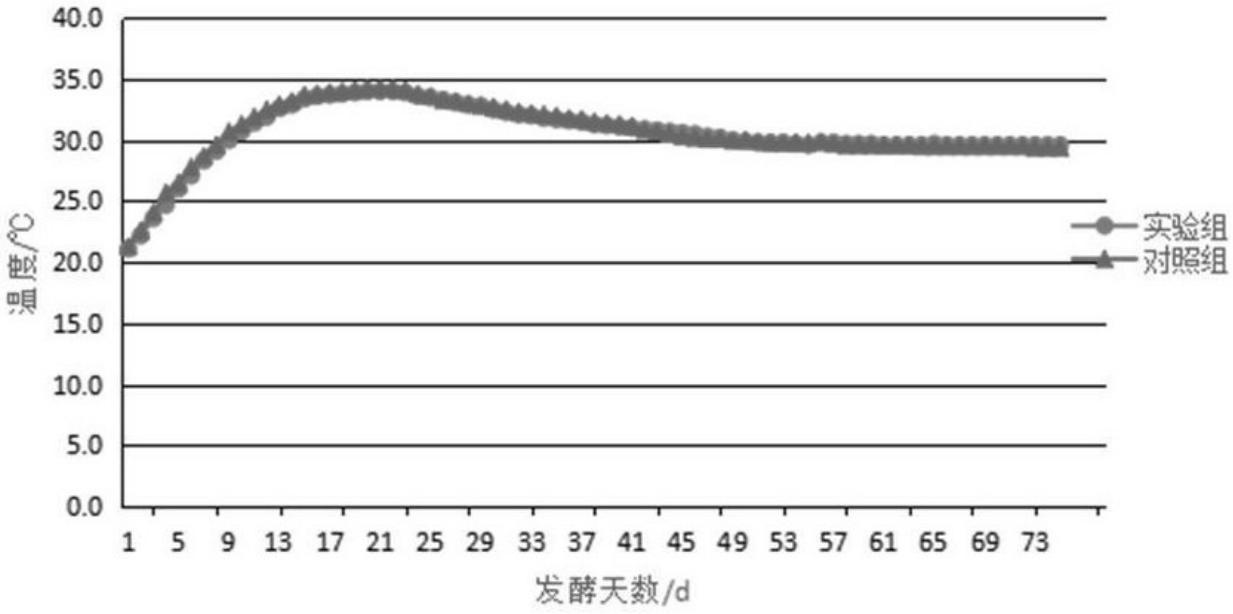

40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
温度/℃
1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53 57 61 65 69 73
发酵天数/d
实验组
对照组

图 5

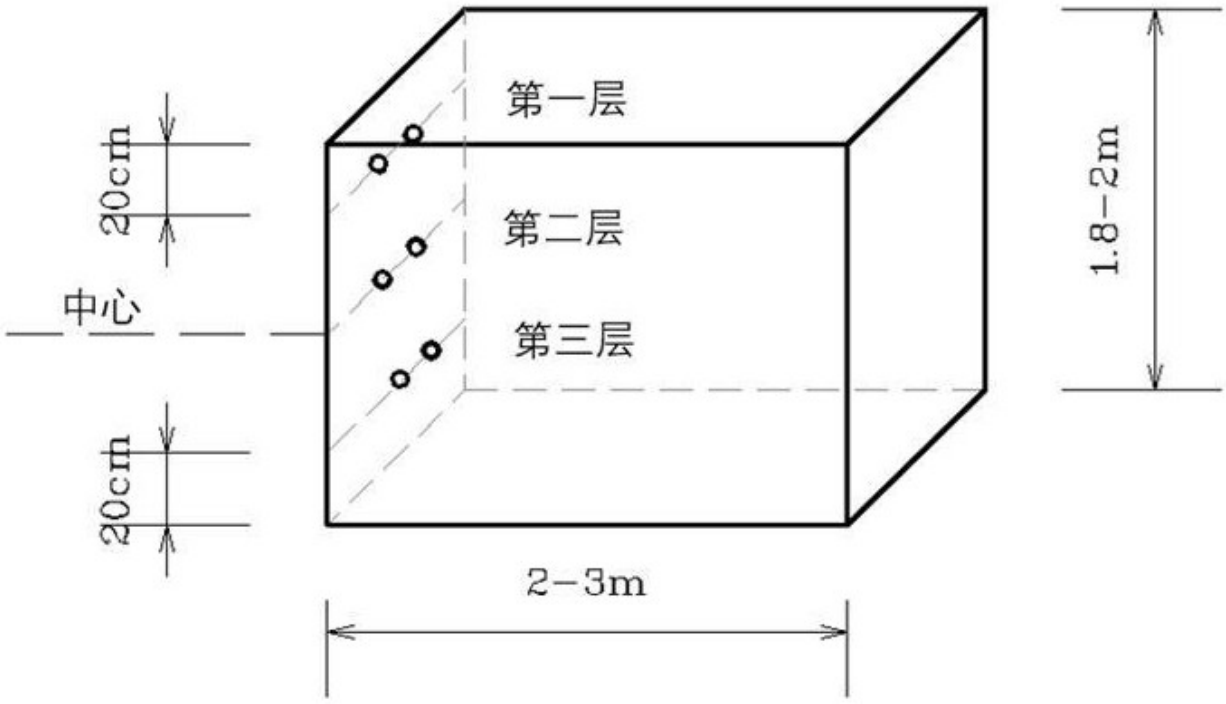

第一层
第二层
第三层
20cm
20cm
中心
1.8-2m
2-3m

图 6