

## 毕赤酵母对酸粥滋味品质形成的评价

折米娜, 王玉荣, 刘康玲, 双全\*

(内蒙古农业大学 食品科学与工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

**摘要:**将毕赤酵母与乳酸菌进行复配发酵制备酸粥样品, 同时使用乳酸菌单一发酵作为对照, 并采用电子舌技术结合多元统计学方法对其滋味品质进行评价。结果表明, 酸味是发酵酸粥的主要滋味特性。通过马氏距离聚类分析发现复配组与乳酸菌组发酵酸粥聚为一类, 进一步利用多元方差分析发现, 两组发酵酸粥滋味品质差异不显著( $P>0.05$ ), 毕赤酵母对酸粥滋味品质形成无积极影响。

**关键词:**毕赤酵母; 酸粥; 电子舌

中图分类号: TS201.3

文章编号: 0254-5071(2018)06-0085-06

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2018.06.017

### Evaluation of *Pichia pastoris* on taste profile characterization of sour porridge

SHE Mina, WANG Yurong, LIU Kangling, SHUANG Quan\*

(College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China)

**Abstract:** *Pichia pastoris* and lactic acid bacteria were mixed to prepare sour porridge samples, meanwhile using lactic acid bacteria single fermented sour porridge as control, then sour porridge taste quality was evaluated by electronic tongue technology combined with multivariate statistical methods. As a result, the sourness was the main taste characteristic of the fermented sour porridge. The Mahalanobis distance analysis showed that the sour porridges fermented with compound microbes and with single lactic acid bacteria were classified into the same cluster. Furthermore, the multivariate analysis of variance found that there was no difference between the two groups ( $P>0.05$ ), *P. pastoris* had no positive effect on the taste quality of sour porridge.

**Key words:** *Pichia pastoris*; sour porridge; electronic tongue

作为流行于陕北、晋北以及内蒙古西部地区的传统发酵食品, 酸粥通常以糜米、大米、小米和糯米等为原料, 通过自然发酵而成<sup>[1]</sup>。酸粥中的产酸细菌包括乳酸菌和醋酸菌, 杜晓华<sup>[2]</sup>研究发现, 内蒙古西部地区自然发酵酸粥中的乳酸菌主要为干酪乳杆菌(*Lactobacillus casei*)、植物乳杆菌(*L. plantarum*)和瑞士乳杆菌(*L. helveticus*); 常健<sup>[3]</sup>发现晋西北地区酸粥中的醋酸菌主要为冲绳醋酸杆菌(*Acetobacter okinawensis*)和兰比克醋酸杆菌(*Acetobacter lambici*)。传统发酵食品的制作环境相对开放, 其微生物主要来源于外界环境, 虽然乳酸菌等微生物的存在对发酵食品品质的形成具有积极的意义, 但其中可能亦存在部分致病菌或条件致病菌<sup>[4]</sup>。有研究发现, 部分毕赤酵母属真菌的大量繁殖可引起泡菜表面长白膜并产生不愉快的酸臭味<sup>[5]</sup>。酸粥中亦存在大量真菌, 李文亚等<sup>[6]</sup>发现, 晋西北地区酸粥中的酵母菌主要为库德毕赤酵母(*Pichia kudriavzevii*)、东方伊萨酵母(*Issatchenkia orientalis*)和酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*), 然而目前关于酵母菌对酸粥品质影响的研究报道尚少。

滋味作为食品品质的重要构成部分, 其好坏直接决定了消费者对食品的接受度。近年来国内学者在酸粥滋味

品质评价方面开展了大量的研究, 构建了一套酸粥滋味品质评价体系<sup>[7-8]</sup>, 然而这些方法均基于感官鉴评法, 具有受主观因素影响大、在一定程度上很难保证结果准确性的不足<sup>[9]</sup>。电子舌技术实现了食品滋味品质的数字化评价, 具有对味觉物质选择性高和结果准确的优点<sup>[10]</sup>, 目前已在酒类<sup>[11]</sup>、咖啡<sup>[12]</sup>、调味品<sup>[13]</sup>和奶粉<sup>[14]</sup>等方面有了广泛的应用。

本研究以分离自内蒙古巴彦淖尔市酸粥中的酵母菌为研究对象, 通过单一发酵和与乳酸菌复配发酵相结合的手段进行了酸粥样品的制备。在使用高效液相色谱法对酸粥有机酸构成进行解析的基础上, 进一步采用电子舌技术和多元统计学相结合的手段, 探讨了毕赤酵母在酸粥滋味品质形成过程中的作用, 以为后续酸粥的产业化生产提供理论参考。

#### 1 材料与方法

##### 1.1 材料与试剂

阴离子溶液、阳离子溶液和参比溶液: 日本Insent公司提供; 糜米: 市售; 分离自内蒙古巴彦淖尔市酸粥中的酵母菌和乳酸菌: 由内蒙古农业大学食品科学与工程学院民族特色食品研发团队提供; 磷酸二氢钾、磷酸、草酸、琥珀酸、

收稿日期: 2018-01-03

修回日期: 2018-04-13

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目(31460443); 内蒙古自然科学基金项目(2016MS0338); 自治区科技创新项目(KCJB201811)

作者简介: 折米娜(1992-), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品生物技术。

\*通讯作者: 双全(1964-), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品生物技术。



酒石酸、柠檬酸、苹果酸、乳酸、乙酸标准品：国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

SA 402B味觉分析系统：日本Insent公司；LXJIB低速大容量多管离心机：上海安亭科学仪器厂；LC-20ADXR高效液相色谱 (high performance liquid chromatography, HPLC) 仪：日本岛津公司；PHS-25型数显pH计：上海仪电科学仪器股份有限公司；Ultra Scan PRO色度仪：美国Hunter Lab公司；Anton Abbemat350全自动折光仪：奥地利安东帕(中国)

有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 酸粥制作工艺

将糜米淘净沥干后，按照1:3(g/mL)的比例加蒸馏水，于65℃水浴加热30 min，冷却后以接种量5%(V/V)分别接种微生物发酵，于30℃发酵30 h后煮沸15 min，置于4℃备用。其中乳酸菌组只接入乳酸菌；酵母菌组只接入酵母菌；复配组各接种2.5%(V/V)的乳酸菌和酵母菌。菌株及复配信息如表1所示。

表1 不同组的菌株及复配信息  
Table 1 Information of single and compound strains

A组: 乳酸菌组		B组: 酵母菌组		C组: 复配组	
编号	菌种	编号	菌种	编号	菌种
A1	<i>Lb. paracasei</i> A4-1	B1	<i>P. kudriavzevii</i> JA1-1	C1	<i>Lb. paracasei</i> A4-1+ <i>P. kudriavzevii</i> JA1-1
A2	<i>Lb. paracasei</i> A4-2	B2	<i>P. kudriavzevii</i> JA2-1	C2	<i>Lb. paracasei</i> A4-2+ <i>P. kudriavzevii</i> JA2-1
A3	<i>Lb. plantarum</i> A6-3	B3	<i>P. kudriavzevii</i> JA3-1	C3	<i>Lb. plantarum</i> A6-3+ <i>P. kudriavzevii</i> JA3-1
A4	<i>Lb. paracasei</i> A7-3	B4	<i>P. kudriavzevii</i> JA9-1	C4	<i>Lb. paracasei</i> A7-3+ <i>P. kudriavzevii</i> JA9-1
A5	<i>Lb. plantarum</i> A13-2	B5	<i>P. kudriavzevii</i> JA10-2	C5	<i>Lb. plantarum</i> A13-2+ <i>P. kudriavzevii</i> JA10-2
A6	<i>Lb. paracasei</i> A8-3	B6	<i>P. kudriavzevii</i> JA14-3	C6	<i>Lb. paracasei</i> A8-3+ <i>P. kudriavzevii</i> JA14-3
A7	<i>Lb. paracasei</i> A8-4	B7	<i>P. kudriavzevii</i> JA15-2	C7	<i>Lb. paracasei</i> A8-4+ <i>P. kudriavzevii</i> JA15-2
A8	<i>Lb. plantarum</i> A24-1	B8	<i>P. kudriavzevii</i> JA16-2	C8	<i>Lb. plantarum</i> A24-1+ <i>P. kudriavzevii</i> JA16-2
A9	<i>Lb. paracasei</i> A10-2	B9	<i>P. kudriavzevii</i> JA17-1	C9	<i>Lb. paracasei</i> A10-2+ <i>P. kudriavzevii</i> JA17-1
A10	<i>Lb. plantarum</i> A26-1	B10	<i>P. kudriavzevii</i> JA17-2	C10	<i>Lb. plantarum</i> A26-1+ <i>P. kudriavzevii</i> JA17-2

注：P.为Pichia属，Lb.为Lactobacillus属。

1.3.2 酸粥常规理化指标的测定

参照GB5009.237—2016《食品pH值的测定》对酸粥pH值进行测定；参照国标GB/T 15038—2006《食品中总糖的测定》中直接滴定法对酸粥总糖进行测定；使用自动折光仪对可溶性固形物进行测定。

色度测定参照潘婷等<sup>[9]</sup>的方法并稍作修改。即：色度仪校正后，将酸粥样品装入50 mm×50 mm比色皿中，使用反射模式进行色度测定，读数以色度空间值L\*值(暗→亮：0→100)，a\*值(绿→红+)，b\*值(蓝→黄+)表示。

1.3.3 酸粥酸、苦、涩、咸、鲜等基本味及涩、苦和鲜味回味的测定

滋味测定参照王玉荣等<sup>[10]</sup>的方法做适当修改，即：

- 1) 传感器CA0、CT0、AAE、C00和AE1于阳离子溶液或阴离子溶液中浸泡90 s，以除去吸附在传感器上的干扰物质；
- 2) 各传感器在参比溶液1和2中洗涤120 s；
- 3) 各传感器在参比溶液3中浸泡30 s，测得Vr值；
- 4) 各传感器在某酸粥样品中浸泡30 s，测得Vs值，通过计算各传感器Vs-Vr值，可对酸粥样品的酸、苦、涩、咸和鲜味等5个基本味进行评价分析；

同时按照下列步骤对三个回味：后味A(涩回味)、后

味B(苦回味)以及丰度(鲜回味)进行测定：

- 1) 传感器AAE、C00和AE1置于参比溶液4、5中洗涤30 s；
  - 2) 各传感器在参比溶液6中浸泡3 s，测得电势值Vr'；
- 通过计算各传感器Vr'-Vr值，可对酸粥样品后味A(涩回味)、后味B(苦回味)和丰度(鲜的回味)进行评价分析。其中，参比溶液1~6的组分均相同<sup>[11]</sup>。为减少系统误差，测定重复4次，取后3次数据作为最终分析数据。

1.3.4 酸粥有机酸含量的测定

采用HPLC法测定酸粥有机酸含量。分别配制质量浓度为0.001~3.000 g/L梯度的草酸、琥珀酸、酒石酸、柠檬酸、苹果酸、乳酸和乙酸等7种有机酸标准工作液，用0.45 μm滤膜过滤，备用。高效液相色谱条件：流动相为0.01 mol/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH=2.9) 溶液；色谱柱为Inertsil C<sub>18</sub>液相色谱柱(250 mm×4.6 mm, φ5 μm)；检测器为紫外吸收检测器，检测波长为215 nm；柱温为30℃；流速为0.8 mL/min；进样量为10 μL。将有机酸质量浓度设定为横坐标x(g/L)，峰面积设定为纵坐标y，采用外标法进行回归方程计算。使用流动相将酸粥样品稀释后，用0.45 μm水相滤膜过滤，参照上述色谱条件进行上机检测后，将测试的各有有机酸峰面积代入回归方程，即可求得酸粥中各对应有有机酸的质量浓度。



1.3.5 统计分析

使用配对t检验、主成分分析(principal component analysis, PCA)、典范对应分析(canonical correspondence analysis, CCA)、马氏距离(Mahalanobis distance)和多元方差分析(multivariate analysis of variance, MANOVA)对酸粥滋味品质整体结构的差异性进行分析,使用冗余分析(redundancy analysis, RDA)对与酸粥滋味品质整体结构差异显著相关的指标进行分析。除RDA采用Canoco4.5软件外,其余分析均采用Matlab 2010b软件、Origin8.5软件(OriginLab, MA, USA)作图。

2 结果与分析

2.1 酸粥各滋味指标相对强度的变化

本研究利用电子舌技术对30个酸粥样品的滋味进行评价分析,其各滋味相对强度如图1所示。

由图1可知,30个酸粥样品中酸味、苦味、涩味、咸味以及鲜味五个基本味的极差值均>1,分别为34.98、5.14、11.34、20.73和12.30,说明通过感官鉴定的方法可以区分各酸粥样

品间滋味的差异<sup>[18]</sup>。相反,其后味A(涩回味)、后味B(苦回味)和丰度等三个回味指标的极差值均小于1,说明回味对酸粥的滋味影响较小。由此推测影响酸粥品质差异性的可能是酸味、咸味、鲜味、涩味以及苦味。同时利用配对t检验方法对各组发酵酸粥滋味数据进行差异性分析,结果如表2所示。

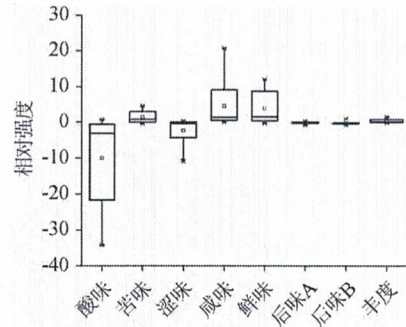


图1 酸粥滋味指标箱形图

Fig. 1 Box figure of sour porridge taste of various indicators

表2 不同菌株发酵酸粥各滋味指标差异性分析

Table 2 Significance analysis of each taste index of sour porridge fermented by different strains

指标	A组: 乳酸菌组 (n=10)	B组: 酵母菌组 (n=10)	C组: 复配组 (n=10)	P 值
酸味	-0.90 (-3.20~0)	-23.05 (-33.62~-1.95)	-4.74 (-34.24~0.74)	0.001 0
苦味	-0.16 (-0.49~0)	3.20 (0.88~4.65)	1.32 (-0.35~4.32)	<0.000 1
涩味	-0.08 (-0.49~0.17)	-4.72 (-10.90~-0.30)	-0.72 (-10.97~0.37)	0.001 4
咸味	0.70 (0~2.49)	9.47 (0.90~19.63)	1.01 (0.10~20.73)	0.001 1
鲜味	0.57 (0~1.66)	9.24 (0.77~11.90)	2.16 (-0.26~12.04)	0.001 0
后味A	0.01 (-0.04~0.04)	-0.45 (-0.76~0.12)	-0.06 (-0.69~0.28)	0.003 8
后味B	-0.49 (-0.79~0)	-0.25 (-0.40~0.96)	-0.24 (-0.50~-0.09)	0.062 4
丰度	0.05 (-0.03~0.14)	0.82 (-0.05~1.55)	0.22 (-0.13~1.54)	0.006 8

注:表中数据为“中位数(最小值~最大值)”。下同。

由表2可知,酵母菌组发酵酸粥与其余两组发酵酸粥的滋味存在明显差异,其中酸味、苦味、涩味、咸味和鲜味等基本味指标表现出显著差异(P<0.05),从而验证了上述结论。同时由表2可知,乳酸菌组发酵酸粥样品中酸味和涩味相对强度较高,苦味、咸味和鲜味相对强度较低,然而与酵母菌复配发酵后,各滋味指标相对强度均有变化。其中酸味、苦味、咸味和鲜味相对强度升高,而涩味相对强度降低。由表2亦可知,三组发酵酸粥的苦味指标呈现出

极显著差异(P<0.001),而在酸味、涩味、咸味、鲜味和后味A等指标差异非常显著(P<0.01),相反后味B指标差异不显著(P>0.05)。

结合图1和表2可知,酸味对发酵酸粥的滋味有着重要影响。本研究进一步采用高效液相色谱法对质量浓度为0.001~3 g/L梯度的有机酸标准液进行检测分析,并通过计算各有机酸相关系数,对各组发酵酸粥中的有机酸含量进行测定,结果如表3所示。

表3 不同菌株发酵酸粥有机酸含量相关性分析

Table 3 Correlation analysis of organic acid contents of sour porridge fermented by different strains

有机酸	回归方程	相关系数(R <sup>2</sup> )	A组: 乳酸菌组 (n=10)	B组: 酵母菌组 (n=10)	C组: 复配组 (n=10)	P 值
草酸	y=0.61x-9.33	0.998 8	0.12 (0.09~0.13)	0.09 (0.08~0.12)	0.09 (0.08~0.13)	0.009 2
琥珀酸	y=0.26x+8.07	0.999 4	0.62 (0~1.16)	0 (0~0.69)	0.63 (0~0.86)	0.002 5
酒石酸	y=0.12x+0.50	0.999 0	—	—	—	—
柠檬酸	y=0.06x+0.89	0.999 2	0.27 (0.25~0.39)	0.35 (0.27~0.48)	0.27 (0.26~0.58)	0.056 8
苹果酸	y=0.07x-2.60	0.999 7	—	0 (0~0.01)	0 (0~3.59)	0.325 3
乳酸	y=0.12x-5.48	0.995 5	3.95 (3.34~6.45)	0.37 (0.07~3.80)	3.77 (0.01~4.77)	0.000 6
乙酸	y=0.07x-6.98	0.999 1	0.53 (0~1.32)	0.27 (0~0.66)	0.43 (0~1.48)	0.670 2

注:“—”表示未检出。



由表3可知,7种有机酸的峰面积与其质量浓度在回归方程上表现出良好的线性相关,回归系数均>0.99。其中酵母菌组发酵酸粥中草酸、琥珀酸、乳酸和乙酸含量均比其余两组发酵酸粥少,而柠檬酸含量较高,未检测出酒石酸。同时三组发酵酸粥乳酸含量呈现出差异极显著( $P<0.001$ ),草酸和琥珀酸含量呈现出差异非常显著( $P<0.01$ ),而其他有机酸差异不显著( $P>0.05$ )。

### 2.2 不同菌株发酵酸粥滋味品质评价

主成分分析(PCA)是一种将具有一定相关性的原始数据,通过线性拟合得到新的综合变量的数据统计方法,其不仅可以保留原始变量信息,使彼此之间互不相关,同时可以对不同组样品间的差异性进行定性分析<sup>[19-20]</sup>。经PCA结果发现,酸粥滋味品质的信息主要集中在前2个主成分,第一主成分贡献率为81.15%,包括酸味、苦味、涩味、咸味、鲜味、后味A和丰度,第二主成分贡献率为13.1%,主要由后味B组成。前两个主成分因子得分如图2所示。

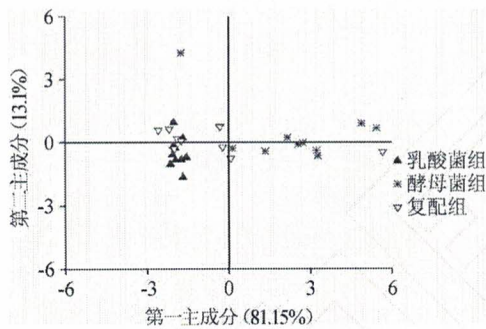


图2 不同菌株发酵酸粥滋味PC1和PC2因子得分图  
Fig. 2 Factors score diagram of PC1 and PC2 of the taste profile of sour porridge fermented by different strains

由图2可知,本研究三组发酵酸粥在空间排布上呈现出明显的分离趋势。其中,乳酸菌组和复配组发酵酸粥主要集中在左侧,而酵母菌组发酵酸粥主要集中在右侧。对比PCA无监督的空间排布方法,典范对应分析(CCA)是一种有监督的空间排布方法,可有效弥补PCA的局限性<sup>[21]</sup>。

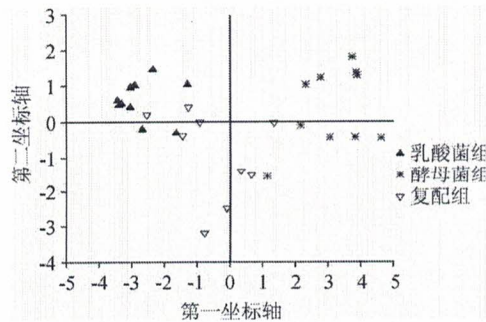
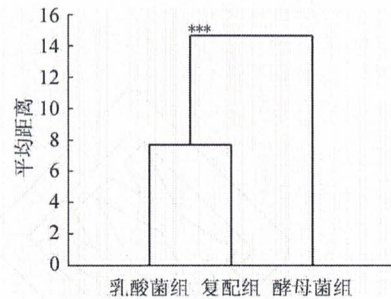


图3 基于CCA分析的不同菌株发酵酸粥滋味品质评价  
Fig. 3 Evaluation on the taste quality of sour porridge fermented by different strains based on CCA analysis

由图3可知,三组发酵酸粥同样在空间排布上呈现出连续性,有明显的分离现象。乳酸菌组和复配组发酵酸粥主要集中在第二、三象限,酵母菌组发酵酸粥主要集中在第一、四象限。结合PCA,酵母菌组发酵酸粥与其他两组相比,滋味品质存在明显差异。考虑到各组发酵酸粥之间的联系,马氏距离是一种有效计算两个未知样本的相似度的方法<sup>[22]</sup>。



“\*\*\*”表示差异极显著( $P<0.001$ )。  
图4 基于马氏距离的不同菌株发酵酸粥滋味品质评价  
Fig. 4 Evaluation on the taste quality of sour porridge fermented by different strains based on Mahalanobis distance

由图4可知,乳酸菌组与复配组发酵酸粥的滋味品质较为相似,而与酵母菌组发酵酸粥滋味差异较大。本研究进一步使用MANOVA对三组发酵酸粥的整体滋味品质的差异性进行分析,结果发现乳酸菌组与复配组发酵酸粥的滋味品质呈现出无显著差异( $P>0.05$ ),而与酵母菌组发酵酸粥呈现出极显著差异( $P<0.001$ ),由此认为不同菌株发酵酸粥样品间滋味品质存在一定的差异性。然而酵母菌组发酵酸粥与其他两组发酵酸粥存在的差异是由哪些滋味指标导致的,是本研究需要进一步解决的问题。

### 2.3 不同菌株发酵酸粥滋味品质差异性分析

冗余分析(RDA)是通过原始变量与典型变量之间的相关性,进一步分析引起原始变量变异的原因的一种排序方法<sup>[23]</sup>。为继续探讨酵母菌组发酵酸粥与其他两组发酵酸粥滋味品质整体结构间的差异,研究采用RDA对各滋味指标行进行进一步的分析,结果如图5所示。

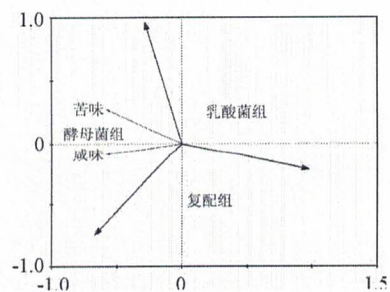


图5 不同菌株发酵酸粥各滋味指标的冗余分析双序图  
Fig. 5 RDA biplot of taste indexes of sour porridge fermented by different strains



由图5可知,苦味和咸味指标在RDA排序图约束轴上呈现良好相关,则认为上述两个指标代表了不同菌株发酵酸粥整体滋味品质差异显著相关的主要滋味。由图5亦可知,苦味和咸味位于酵母菌组一侧,说明酵母菌组发酵酸粥的苦味和咸味相对强度较高。综上所述,认为导致酵母菌组发酵酸粥与其他两组发酵酸粥滋味品质存在差异的主要滋味指标是苦味和咸味。

据相关文献报道,酵母菌可以在食品表面滋生,成为肉眼可见的无光泽、干或黏滑的菌膜并引起变色<sup>[24]</sup>。在乳

制品<sup>[25]</sup>、肉制品<sup>[26]</sup>和果蔬<sup>[27]</sup>等食品中均有发现毕赤酵母,而这些酵母菌在一定程度上具有潜在致病性<sup>[28]</sup>。在酸粥发酵过程中,毕赤酵母菌发酵会有膜璞生成且伴有不愉快的气味,而与乳酸菌复配发酵后无此现象,且与乳酸菌组酸粥的滋味无显著差异( $P>0.05$ ),即添加毕赤酵母菌发酵后对酸粥的滋味品质影响较小。

#### 2.4 不同菌株发酵酸粥理化指标的比较分析

本研究进一步利用配对 $t$ 检验方法对不同菌株发酵酸粥各理化指标的差异性进行了分析,其结果如表4所示。

表4 不同菌株发酵酸粥理化指标差异性分析

Table 4 Difference analysis of physical and chemical indexes of sour porridge fermented by different strains

指标	A组:乳酸菌组(n=10)	B组:酵母菌组(n=10)	C组:复配组(n=10)	P值
$L^*$ 值	28.31(27.18~29.75)	28.16(27.36~29.77)	28.23(27.18~29.75)	0.878 6
$a^*$ 值	-0.41(-0.59~-0.04)	-0.51(-0.89~-0.39)	-0.40(-0.57~-0.04)	0.102 8
$b^*$ 值	-0.22(-0.51~-0.04)	-0.08(-0.31~0.88)	-0.18(-0.15~0.15)	0.210 5
pH	3.47(3.38~3.61)	4.54(3.43~4.83)	3.41(3.30~5.47)	0.011 3
总糖/(g·L <sup>-1</sup> )	1.24(0.94~2.00)	0.94(0.53~1.58)	0.88(0.64~1.32)	0.055 5
可溶性固形物/(g·100 g <sup>-1</sup> )	4.67(1.99~10.03)	3.21(0.35~8.16)	1.59(0.19~5.56)	0.012 7

由表4可知,三组发酵酸粥的色度( $L^*$ 值、 $a^*$ 值、 $b^*$ 值)和总糖差异不显著( $P>0.05$ ),而在pH和可溶性固形物呈现出差异显著( $P<0.05$ )。其中酵母菌组发酵酸粥pH值较高,酸性较弱,复配组发酵酸粥pH值较低,酸性较强,造成差异性的原因可能是因为一些毕赤酵母产酸能力弱,但是与乳酸菌复配发酵就会产酸过多,从而使两组发酵酸粥的pH存在显著差异( $P<0.05$ )<sup>[29]</sup>。

### 3 结论

本研究以分离自内蒙古巴彦淖尔市酸粥中的毕赤酵母和乳酸菌为研究对象,通过单一发酵和复配发酵相结合的手段进行了酸粥样品的制备,并采用电子舌对酸粥的滋味品质进行了评价。研究发现,乳酸菌单独发酵及与毕赤酵母菌复配发酵制备的酸粥滋味品质无显著差异,加之毕赤酵母菌在酸粥发酵过程中常形成膜璞且具有一定的致病性,因而毕赤酵母对酸粥滋味品质形成无积极影响。通过本研究的实施对后续酸粥用直投发酵剂的制备及酸粥的产业化发展提供了一定理论参考。

### 参考文献:

[1] 王凤玲,刘爱国. 糜米发酵液的研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(5): 47-49.  
 [2] 杜晓华. 内蒙古西部地区自然发酵酸粥中乳酸菌的分离与鉴定[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2009.  
 [3] 常健. 晋西北酸粥发酵过程中细菌种群分析及乳酸菌、醋酸菌的分离鉴定[D]. 太原: 山西大学, 2016.  
 [4] 胡怀容, 张庆, 鲜欣言, 等. 低盐腌制大头菜腐败菌的分离与初步鉴定[J]. 食品工业科技, 2014, 35(20): 248-251, 268.

[5] 张鹏. 四川泡菜中酵母菌的分离筛选及其应用研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2007.  
 [6] 李文亚, 常健, 王琪. 晋西北酸粥发酵过程中酵母菌的分离鉴定[J]. 山西农业科学, 2016, 44(3): 323-327.  
 [7] 王志伟, 陈忠军. 乳酸菌谷物发酵食品——酸粥发酵工艺的研究[J]. 农产品加工: 创新版, 2010, (2): 27-30.  
 [8] 闫丽丽, 陈忠军. 糜米活性乳酸菌发酵饮料加工工艺的研究[J]. 农产品加工·学刊, 2011, (4): 54-56, 62.  
 [9] 刘登勇, 董丽, 谭阳, 等. 食品感官分析技术应用及方法学研究进展[J]. 食品科学, 2016, 37(5): 254-258.  
 [10] LEE D G, KIM K, LEE S. Taste profile characterization of white ginseng by electronic tongue analysis[J]. Afr J Biotechnol, 2012, 11(38): 9280-9287.  
 [11] 田婷, 邱树毅, 文聆吉, 等. 电子舌在不同轮次酱香型白酒区分中的应用[J]. 中国酿造, 2016, 35(12): 145-148.  
 [12] DONG W, ZHAO J, HU R, et al. Differentiation of Chinese robusta coffees according to species, using a combined electronic nose and tongue, with the aid of chemometrics[J]. Food Chem, 2017, 229: 743-751.  
 [13] 吴让. 鸡精调味品的风味特征及影响因素研究[D]. 上海: 上海应用技术大学, 2016.  
 [14] 沈馨, 凌霞, 李雪霞, 等. 婴幼儿配方乳粉滋味品质评价[J]. 中国乳品工业, 2017, 45(4): 17-20.  
 [15] 潘婷, 杨雷, 朱科帆, 等. 市售蚝油产品品质的评价[J]. 食品工业科技, 2016, 37(20): 96-100.  
 [16] 王玉荣, 张俊英, 潘婷, 等. 籼米酒和糯米酒品质的评价[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(1): 186-191.  
 [17] OOHIRA K, TOKO K, AKIYAMA H, et al. Electric characteristics of hybrid polymer membranes composed of two lipid species[J]. J Phys Soc Jpn, 1995, 64(9): 3554-3561.  
 [18] 郭壮, 蔡宏宇, 李建美, 等. 不同发酵阶段红曲黄酒滋味品质变化



的比较研究[J]. 中国酿造, 2015, 34(11): 56-60.

[19] A 鱈-SAHALIA Y, XIU D. Principal component analysis of high frequency data[J]. *J Am Stat Associat*, 2017, <https://doi.org/10.1080/01621459.2017.1401542>.

[20] SONG Y, WESTERHUIS J A, ABEN N, et al. Principal component analysis of binary genomics data[J]. *Brief Bioinformatics*, 2017, <https://doi.org/10.1093/bib/bbx119>.

[21] ABDI H, GUILLEMOT V, ESLAMI A, et al. Canonical correlation analysis[M]. John Wiley & Sons, Ltd, 2012, 200(2): 263-269.

[22] GARTHWAITE P H, ELFADALY F G, CRAWFORD J R. Modified confidence intervals for the Mahalanobis distance[J]. *Stat Probab Lett*, 2017, 127: 131-137.

[23] LEGENDRE P, OKSANEN J, TER BRAAK C J F. Testing the significance of canonical axes in redundancy analysis[J]. *Meth Ecol Evol*, 2011, 2(3): 269-277.

[24] 饶 瑜, 常 伟, 唐 洁, 等. 食品中腐败酵母的研究进展[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(4): 61-64.

[25] MAKINO H, FUJIMOTO J, WATANABE K. Development and evaluation of a real-time quantitative PCR assay for detection and enumeration of yeasts of public health interest in dairy products[J]. *Int J Food Microbiol*, 2010, 40(1): 76-83.

[26] NIELSEN D S, JACOBSEN T, JESPERSEN L, et al. Occurrence and growth of yeasts in processed meat products-Implications for potential spoilage[J]. *Meat Sci*, 2008, 80(3): 919-926.

[27] MACIEL N O P, PILÓ F B, FREITAS L F D, et al. The diversity and antifungal susceptibility of the yeasts isolated from coconut water and reconstituted fruit juices in Brazil[J]. *Int J Food Microbiol*, 2013, 160(3): 201-205.

[28] FARMAKIOTIS D, KONTOYIANNIS D P. Epidemiology of antifungal resistance in human pathogenic yeasts: current viewpoint and practical recommendations for management[J]. *Int J Antimicrob Agent*, 2017, 50(3): 318-324.

[29] 曾 骏. 传统四川泡菜发酵过程中酵母菌的动态变化规律及发酵性能研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2013.

### 《中国酿造》杂志征稿启事

《中国酿造》创刊于1982年,是由中国商业联合会主管,中国调味品协会及北京食品科学研究院主办的综合性科技期刊。并历次被评为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、《中国知网》重点收录期刊、《万方数据库》全文收录期刊、《中文科技期刊数据库》来源期刊、中国学术期刊网络出版总库收录期刊、美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊、英国《食品科学文摘》(FSTA)收录期刊、英国《国际农业与生物科学研究中心》(CABI)收录期刊、美国《化学文摘》(CA)收录期刊、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)收录期刊、中国科学评价研究中心(RCCSE)数据库收录期刊,也是学位与研究生教育的中文重要期刊。

本刊主要面向全国各大高等院校、科研院所、各级党政机关、相关企事业单位的广大专家学者、工程技术人员、本科生、硕士博士研究生、管理人员等。

《中国酿造》主要栏目有: 研究报告、专论综述、创新与借鉴、经验交流、分析与检测、产品开发、酿造文化、海外文摘等。

欢迎踊跃投稿!

网站: [www.chinabrewing.net.cn](http://www.chinabrewing.net.cn) 邮箱: [zgnzzz@163.com](mailto:zgnzzz@163.com) 电话: 010-83152738/83152308

征稿范围:

- (1) 新工艺、新技术、新设备在酿造行业的应用;
- (2) 调味品的研发创新与推广应用;
- (3) 调味品产业生产管理及产品质量安全评价;
- (4) 食品添加剂在酿造行业的应用;
- (5) 现代高新检测技术在酿造行业的应用;
- (6) 酿酒产品开发、生产管理 & 产品质量安全的控制;
- (7) 发酵法制备酒精、氨基酸、高级醇及有机酸等工艺研究;
- (8) 微生物发酵工艺及培养基发酵条件优化;
- (9) 发酵工程菌种的筛选与人工诱变、杂交选育及基因工程改造研究;
- (10) 生物质能源的开发利用及规模化制备;
- (11) 传统发酵食品生产工艺改进、微生物菌种改良、发酵机理及规模化生产研究;
- (12) 食品及发酵工业废水、废渣处理及综合利用;
- (13) 益生菌及功能型发酵乳制品研究与开发;
- (14) 行业实用技术、政策、法规、标准及行业动态和最新举措等。

注意事项:

- (1) 来稿要求论点明确、数据可靠、逻辑严密、文字精炼。在文稿首页用脚注说明论文属何项目、何基金(编号)资助,本刊将优先报道国家级、省部级及国际合作项目的科研成果;第一作者及通讯作者(一般为导师)简介(包括姓名、出生年月、性别、职称、学位、研究方向或目前主要从事的工作、邮箱、联系电话)。(2) 稿件要求8000字以内,须有中图分类号,文献标志码,中英文标题、单位、作者,并有200~300字的中英文摘要和5~8个关键词,标题、摘要、表题、图题请用中英文对照。摘要内容应包括研究目的、方法、结果和结论;综述文章可写指示性摘要。(3) 来稿内容涉及配方时,应写明配料的名称和配比,勿用代号;工艺过程要完整,不要省略;插图、表格需放在正文相应地方,不要集中;引用的图表要有出处,计量要用法定单位。(4) 文稿参考文献一般研究论文约25篇参考文献,不可少于20篇,综述论文不少于35篇。研究性论文和综述性论文中近5年文献不少于参考文献总数的一半,外文文献不少于5篇,期格式请参照GB/T 7714—2015《信息与文献参考文献著录规则》。(5) 来稿必须是最新的、作者自身创造性的科研成果,且是在中英文正式刊物上未发表的论文。本刊严禁一稿多投、重复内容多次投稿、不同文种重复投稿。(6) 本刊以实现对所有来稿的文字复制比对工作,若文字复制比超过30%的稿件本刊不予采用。(7) 稿件一经录用,即被认为同意收录于《中国学术期刊(光盘版)》、万方数据库等,同意入编数据库及上网发布,与此有关的作者著作权使用费与稿酬一次性给付。作者如有异议,请在投稿时声明。