

# 中国不同地区老酵头对馒头质构和感官品质的影响

艾志录<sup>1,2,3</sup>, 聂文静<sup>1</sup>, 李真<sup>1</sup>, 王娜<sup>2</sup>, 黄忠民<sup>3</sup>, 索标<sup>1,2,3\*</sup>

(1. 河南农业大学食品科学技术学院, 郑州 450002; 2. 农业部大宗粮食加工重点实验室, 郑州 450002;  
3. 速冻面食及调制食品河南省工程实验室, 郑州 450002)

**摘要: 目的** 探讨中国不同地区传统老酵头对馒头品质特征的影响, 筛选产品品质较为优良的老酵头。**方法** 收集10个地区的传统面食发酵剂为实验材料制作老酵馒头, 测定不同地区老酵面团在发酵过程中微生物的变化及馒头的品质指标, 并进行感官评价。**结果** 不同地区老酵馒头的品质指标间具有显著性差异 ( $P < 0.05$ ), 老酵头制作面团发酵过程中不同地区间酵母菌和乳酸菌的生长趋势相似且具有一定的规律性, 在发酵前期, 酵母菌迅速生长至面团成熟期后, 其数量趋于稳定; 乳酸菌在发酵前期经过短暂的适应期后进入快速生长期, 至面团成熟期后乳酸菌数量显著下降。综合馒头的质构指标、物性指标及感官评价来看, 5#老酵头制作出的馒头其综合品质最佳, 感官评分最高为89分。**结论** 本研究结果为传统发酵剂在馒头工业化生产中的合理利用提供了理论依据。

**关键词:** 老酵馒头; 质构指标; 物性指标; 品质改良

## Effects of traditional starter culture from different regions of China on texture and sensory quality of steamed bread

AI Zhi-Lu<sup>1,2,3</sup>, NIE Wen-Jing<sup>1</sup>, LI Zhen<sup>1</sup>, WANG Na<sup>2</sup>, HUANG Zhong-Min<sup>3</sup>, SUO Biao<sup>1,2,3\*</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Key Laboratory of Staple Grain Processing, Ministry of Agriculture, Zhengzhou 450002, China; 3. Henan Engineering Laboratory of Quick-Frozen Flour-Rice Food and Prepared Food, Zhengzhou 450002, China)

**ABSTRACT: Objective** To investigate the effects of traditional starter culture from different regions of China on the quality of steamed bread, and screen products with better quality of the traditional starter starter. **Methods** The traditional starter culture from 10 regions was collected as the experimental materials to make steamed bread. The changes of microorganism during the sourdough fermentation and the quality indexes of steamed bread in different regions were measured and sensory evaluation was carried out. **Results** There were significant differences in the quality indexes of steamed bread fermented by traditional starter culture from different regions. The growth trends of yeast and lactic acid bacteria were similar and regular during sourdough fermentation. In the early stage of

基金项目: 河南省科技创新杰出人才项目(174200510005)、“十二五”国家科技支撑计划项(2012BAD37B07)

**Fund:** Supported by Scientific and Technological Innovation talents Project in Henan Province (174200510005), and Key Projects in the National Science & Technology Pillar Program during the “Twelfth Five-year Plan” Period (2012BAD37B07)

\*通讯作者: 索标, 副教授, 主要研究方向为发酵食品微生物。E-mail: suobiao1982@126.com

\*Corresponding author: SUO Biao, Associate Professor, College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China. E-mail: suobiao1982@126.com

fermentation, the number of yeast rapidly increased to maturity after the maturity of the sourdough, and its quantity tended to be stable. Lactic acid bacteria entered the rapid growth stage after a short period of adaptation in the early stage of fermentation, and the number of lactic acid bacteria decreased significantly after the dough maturity. Comprehensive analysis of texture indexes, physical property indexes and sensory evaluation of steamed bread, the comprehensive quality of steamed bread made by number 5# was the best, and the highest sensory score was 89.

**Conclusion** The results of this study provide a theoretical basis for the rational utilization of traditional starter culture in the industrial production of steamed bread.

**KEY WORDS:** steamed bread fermented by traditional starter culture; texture index; physical property index; quality improvement.

## 1 引言

馒头是我国北方人民的传统主食,在我国膳食结构中占有十分重要的地位。然而对于传统发酵的相关研究还少有报道,尤其缺乏对老酵头的研究<sup>[1]</sup>。老酵头作为自然发酵生物技术,在几千年前已经开始得到应用<sup>[2]</sup>。活性干酵母发酵风味较为平淡,感官品质较差,且复蒸性能较差<sup>[3]</sup>,传统老酵头为多菌种混合发酵,口味丰富,且复蒸性能强,受到广大消费者的喜爱<sup>[4]</sup>。然而,由于中国地域辽阔,不同地区来源的传统老酵头中微生物群落结构具有很大的区别<sup>[5]</sup>,影响因素较多,如工艺、工序和环境等因素<sup>[6]</sup>,且不同地区老酵馒头的品质特征尚不明确,严重制约了其在馒头工业化生产中的应用。

近年来,国内学者逐步展开了传统老酵头的相关研究。李自红<sup>[7]</sup>的研究证明了老酵馒头品质与发酵剂中的微生物有直接关系,不同菌种的添加会对老酵馒头的品质造成显著的影响;张国华等<sup>[4]</sup>指出不同发酵剂所制作的馒头具有不同的感官品质和质构特性; Naphatrapi 等<sup>[8]</sup>从中国传统发酵剂中分离菌种,并研究其发酵过程中理化指标的变化;苏东民<sup>[9]</sup>在研究中也指出没有对各地馒头进行科学、系统地调查整理是我国主食产业化存在的主要问题。关于对不同地区传统老酵馒头品质特征分析还未见详细报道。

本研究收集并测定不同地区老酵头制备面团在发酵过程中微生物的变化及馒头的品质指标,并进行感官评价,明确我国不同地区老酵馒头的品质特征,以期在传统发酵剂在馒头工业化生产中的合理利用一定的参考。

## 2 材料与方法

### 2.1 仪器与试剂

TA-XA PLUS 型质构仪(英国 Table Micro System 公司); CR-5 型色差计(日本 Chroma Meter 公司); B5A 变频调速搅拌机(广州威尔宝酒店设备有限公司); LRHS-250-II 恒温恒湿培养箱(上海跃进医疗器械有限公司); B00712 型切片机(上海早苗食品有限公司); SX-500 型高压蒸汽灭菌锅

(日本 Tomy 公司); JJ-CJ-2F 型金净洁净工作台(吴江市净化设备总厂); XH-T 型漩涡混合器(金坛市医疗仪器厂); 200~1000  $\mu$ L 移液器(德国 Eppendorf 公司)。

氯化钠(分析纯,天津市德恩化学试剂有限公司); 氯霉素,纯度(97.0%~103.0%,北京索莱宝科技有限公司); MRS 琼脂, (pH 6.5 $\pm$ 0.2,北京陆桥技术股份有限公司); 马铃薯葡萄糖琼脂培养基 PDA(pH 5.4~5.9,北京陆桥技术股份有限公司)。

### 2.2 原材料的采集

本实验所用传统老酵头采集于我国以馒头为主食的北方地区,不同地区老酵头编号、收集方式及前期实验所得最佳发酵时间见表 1。实验所用面粉为“金苑特一粉”,购自河南省郑州市文化路丹尼斯超市,小麦粉基本理化指标见表 2。

### 2.3 老酵馒头的制备

将 300 g 面粉, 150 mL 水与适量老酵头混合均匀后,将所有原料放入搅拌机并搅拌 15 min,至面团的表面光滑

表 1 10 种传统老酵头所属地区、收集方式及最佳发酵成熟时间  
Table 1 Regions, collection methods and optimal fermentation maturation time of 10 kinds of traditional starter culture

编号	所属地区	收集方式	最佳发酵时间(h)
1#	河南省南阳市	当地老酵馒头厂	4
2#	河南省开封市	当地老酵馒头厂	6
3#	河南省周口市	当地农贸市场	4
4#	山东省菏泽市	当地农贸市场	10
5#	山东省烟台市	当地农家发酵酸面团	9
6#	陕西省宝鸡市	当地农家自制老酵	8
7#	陕西省西安市	当地农家发酵酸面团	10
8#	湖南省常德市	当地老酵馒头厂	8
9#	江苏省南通市	当地老酵馒头厂	9
10#	宁夏回族自治区海原县	当地农家发酵酸面团	10

表 2 小麦粉基本理化指标测定  
Table 2 Determination of basic physicochemical indexes of wheat flour

水分 (%)	灰分 (%)	吸水率 (%)	湿面筋 (%)	粗蛋白 (%)	总淀粉 (%)	稳定时间(min)
11.7	0.49	56.5	27.7	10.5	72.8	4.8

不粘手为佳。将搅拌好的面团放置在醒发箱中进行发酵,醒发箱设置温度为 37 °C,湿度为 60%。面团内部为密密麻麻的蜂窝状结构,有轻微酸味即为发酵完成。每个馒头称取 100 g 面团进行成型,将成型后的样品放置在醒发箱中进行为时 20 min 的二次醒发,然后大火蒸制 20 min,熄火后 5 min 后即可开盖,至此完成馒头的制作。每次制作 3 个馒头,每个样品重复 3 次独立实验。

## 2.4 实验方法

### 2.4.1 小麦粉基本理化指标的测定方法

遵照国标方法测定小麦粉水分<sup>[9]</sup>、灰分<sup>[10]</sup>、总淀粉<sup>[11]</sup>、湿面筋<sup>[12]</sup>、蛋白质<sup>[13]</sup>及粉质参数<sup>[14]</sup>等基本指标。

### 2.4.2 老酵头制作面团发酵过程中微生物计数

每间隔 2 h 称取 10 g 发酵面团于 90 mL 生理盐水中,利用均质器使样品混合均匀,用浓度为 0.85% 的生理盐水对悬浮液进行十倍的梯度稀释。乳酸菌选取  $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  和  $10^{-6}$  3 个稀释度进行计数,吸取 0.1 mL 菌液于加有放线菌酮的 MRS 琼脂培养基上进行涂布,放置在 37 °C 的恒温培养箱中培养 48 h 后计数,并对菌种进行编号记录其形态;酵母菌与霉菌选取  $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  和  $10^{-5}$  3 个稀释度进行计数,吸取 0.1 mL 菌液于加有氯霉素的马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)上进行涂布,放置在 28 °C 的恒温培养箱中培养 5 天后计数。

### 2.4.3 老酵馒头质构指标的测定

将制作好的老酵馒头在室温下放置 1 h 后,使用切片机将馒头切成厚度为 15 mm 的片状,取馒头中间的 2 片,使用探头 P35 进行测定,测前速度 3.0 mm/s,测试速度 1.0 mm/s,测后速度 1.0 mm/s,压缩率设定为 50%,2 次压缩的间隔为 5 s,起点感应力 5 g。每个样品进行 6 次重复测定,取平均值。

### 2.4.4 老酵馒头物性指标的测定

将制作好的老酵馒头在室温下放置 1 h 后测定馒头的比容,用菜籽法测定馒头的体积,体积与馒头质量的比值即为馒头的比容;高径比的测定:馒头的高度和直径用游标卡尺测量,高度与直径的比值即为高径比。使用 CR-5 色差计测定馒头表皮及馒头内部的白度。每个样品均进行 6 次重复测定,取平均值。

### 2.4.5 老酵馒头的感官评价

馒头感官评定小组由 10 名人员组成,参照潘治利等<sup>[15]</sup>的评价指标并稍作修改。感官评定之前对评审人员进行

培训,使评审人员了解并接触馒头评价指标和具体评价流程,具体评价指标见表 3。

表 3 馒头的评分标准  
Table 3 Scores of sensory evaluation system for grains steamed bread

项目	分值	评分标准
比容	20	比容 $\geq 2.3$ : 15 分;比容 $\leq 1.5$ : 2 分;比容每下降 0.1 减 1 分
表皮结构	15	表皮光滑形状对称: 12~15 分;次等 9~12 分;表皮不光滑且不对称: 1~9 分
表皮色泽	15	白或乳白: 12~15 分;浅黄或黄: 9~2 分;灰暗: 1~9 分
内部色泽	10	白或乳白: 8~10 分;浅黄或黄: 6~8 分;灰暗: 1~6 分
内部组织	15	切面气孔均匀: 12~15 分;气孔细密且均匀: 9~12 分;气孔不均匀: 1~9 分
弹性	5	按压复原性较好: 4~5 分;次等: 3~4 分;按压复原性较差: 1~3 分
气味	10	具有麦香或粮食香味、无异味: 8~10 分;次等: 6~8 分;无异味、无香味: 1~6 分
适口性	10	口感筋道且不粘牙: 8~10 分;次等: 6~8 分;口感不筋道,掉渣且粘牙: 1~6 分
总分	100	

### 2.4.6 数据处理

数据均取多次测试的平均值,采用 Excel 软件进行数据处理,SPSS 20.0 软件进行方差分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同地区老酵面团发酵过程中微生物特征分析

酵母菌作为传统老酵头的基本菌种,对馒头的品质特征具有重要影响,葡萄糖经酵母发酵产生大量  $\text{CO}_2$  及其他气体,使面团膨胀,体积增大,不同的酵母菌发酵速度、产气能力等方面差异较大,故造成不同地区老酵头制作出馒头品质指标间差异性。有研究发现,乳酸菌为传统老酵头中细菌菌群的优势菌群<sup>[16]</sup>,且乳酸菌与酵母菌在发酵过程中有着协同作用,其发酵会改变发酵过程中可溶性糖的消耗情况,进而对面团特性及代谢产物产生不同的影响,最终影响馒头的质量。不同地区老酵头制作面团发酵过程中酵母菌和乳酸菌菌落总数的生长变化趋势见图 1、2。从图中可以看出,不同地区老酵头制作面团发酵过程中酵母菌和乳酸菌的生长趋势大致相似且具有一定的规律性。酵母菌在面团发酵前期生长迅速直至面团发酵后期逐渐趋于稳定,乳酸菌在面团发酵前期生长缓慢,经过短暂的适应期后进入快速生长期,至面团成熟期后又呈现显著的下降

趋势。这是由于在面团发酵前期,酵母菌的生长繁殖需要消耗大量的氧气,从而为兼性厌氧的乳酸菌也获得了最佳生长条件,从面团发酵前期至面团成熟期,酵母菌增加了2~4 log CFU/mL,乳酸菌增加了1~2 log CFU/mL。至面团发酵后期,面团体系中的氧气被酵母菌消耗得所剩无几,此时面团中的酵母菌主要进行厌氧发酵,生长繁殖受到限制,故其生长趋势渐缓且趋于稳定;在面团发酵前期至面团成熟期,乳酸菌在发酵过程中产生乳酸等有机酸,至面团发酵后期,由于面团pH值持续下降,此时面团酸度较大,该环境抑制了乳酸菌的生长,故呈现出显著的下降趋势。

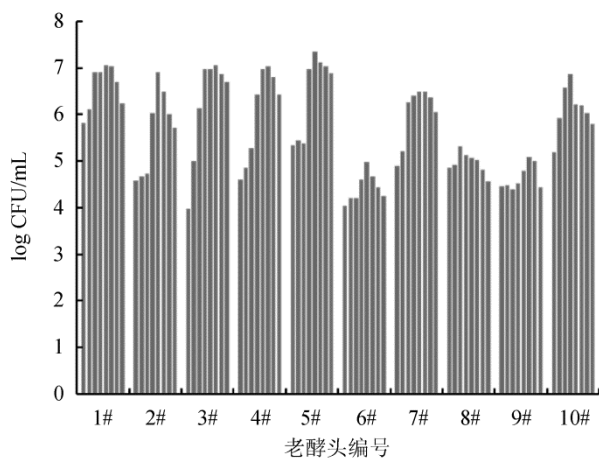


图1 面团发酵过程中乳酸菌总数的变化

Fig. 1 Changes of LAB count during sourdough fermentation

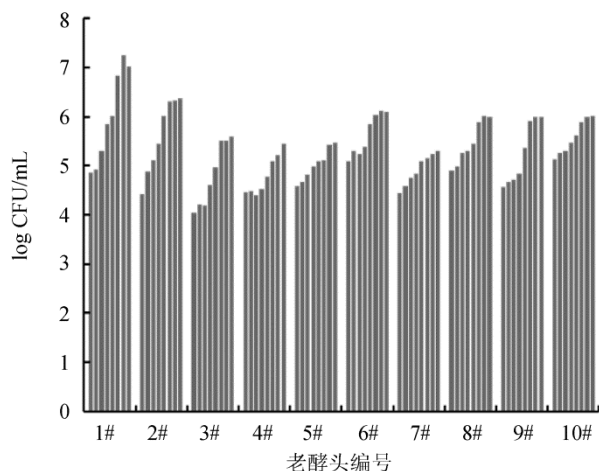


图2 面团发酵过程中酵母菌总数的变化

Fig. 2 Changes of yeast count during sourdough fermentation

### 3.2 不同地区老酵馒头质构指标特征分析

有研究表明,馒头的质构指标测试(texture profile analysis, TPA)能够使品尝指标量化,且与感官评价指标具有显著相关性<sup>[17]</sup>。不同地区老酵馒头质构指标间差异分析

结果见表4。从表中可以看出,不同地区老酵馒头的质构指标间有显著性差异( $P<0.05$ )。以硬度指标排序为5#>1#>4#>3#>2#>6#>10#>7#>9#>8#,综合各项质构指标来看,排名前列的5#、1#、4#、3#、2#老酵头制作出来的馒头硬度较小,馒头的回复性较好,说明其弹性理想且适口性相对较好。排名靠后的6#、10#、7#、9#、8#老酵头制作出的馒头,硬度较大,咀嚼性不佳,且弹性相对较小,说明馒头内部结构紧实,适口性相对较差。不同于商业酵母,传统老酵头为多菌种混合作用体系,已有研究表明传统发酵剂中与馒头品质、风味相关的微生物主要包括:酵母菌、乳酸菌、霉菌、醋酸菌等<sup>[18]</sup>,醒发过程中各菌种之间通过糖化、酯化及自身增殖等协同作用,赋予馒头独特的口感<sup>[19]</sup>。不同地区老酵头中菌群组成的差异性造成不同地区老酵馒头品质指标差异显著的重要因素。

### 3.3 不同地区老酵馒头物性指标特征分析

结合前人对馒头品质的研究,馒头的主要评价标准主要为色泽、内部组织、适口性和风味等。消费者购买馒头时,白度是其首选因素<sup>[20]</sup>,馒头的内部组织、口感及风味则是馒头分类的重要标准<sup>[21]</sup>。不同地区老酵馒头物性指标间差异分析结果见表5,从表中可以看出,不同地区老酵馒头的物性指标间有显著性差异( $P<0.05$ )。10个地区老酵馒头的比容从大到小排序依次为:2#>5#>1#>4#>7#>10#>8#>6#>3#>9#,其中排名前列的老酵头说明其内部结构较好。酵母菌在增值过程产生大量气体,使馒头松软可口<sup>[22]</sup>,由于不同地区老酵头中酵母菌组成有所差异,且不同的酵母菌株繁殖速度不同,产气量有所差异,故造成不同地区老酵馒头比容及内部结构的差异。3#、5#、7#老酵头制作出的馒头其表皮亮度处于较高水平,6#、3#、1#老酵头制作出的馒头高径比较大,说明其外形形状比较好。

### 3.4 不同地区老酵馒头感官品质特征评价

感官评价方法虽然会受到人为因素的影响使评价结果具有相对误差,但馒头的风味物质、综合品质及口感受人为喜好因素影响较大,故感官评价仍旧是食品品质评价的重要参考依据<sup>[21]</sup>。不同地区老酵馒头感官评价综合评分见表6,10个地区老酵馒头综合评分由高到低依次排序为5#>1#>2#>3#>4#>7#>6#>8#>9#>10#。结果表明(表6),5#老酵头制作的馒头综合评分最高,感官品质最好。

综合馒头的各项指标来看,5#老酵头制作出来的馒头质地绵软、结构蓬松,适口性较好,综合评分较高,这可能是由于5#老酵头中的乳酸菌菌群在生长代谢过程中产生较多种类的胞外多糖对馒头质构产生积极影响,同时其所含酵母菌的种类产气能力较强,使面团内部发生一系列氧化还原反应,使面筋强度提高并保证面团本身良好的流变性,对馒头内部结构的形成产生积极影响;4#、6#老酵头制

表 4 不同地区传统老酵熟制馒头质构参数  
Table 4 Texture parameters of steamed bread fermented by traditional starter culture from different regions

编号	硬度(g)	弹性	内聚力	黏性	咀嚼性	恢复力
1#	2772.8±137.359 <sup>d</sup>	0.89±0.027 <sup>ab</sup>	0.74±0.008 <sup>b</sup>	2058.2±77.215 <sup>cde</sup>	2076±21.174 <sup>bc</sup>	0.36±0.007 <sup>c</sup>
2#	3181.9±120.136 <sup>bc</sup>	0.88±0.004 <sup>ab</sup>	0.77±0.007 <sup>ab</sup>	2472.3±72.781 <sup>b</sup>	2187.1±59.506 <sup>b</sup>	0.4±0.008 <sup>bcd</sup>
3#	3037.2±80.596 <sup>bcd</sup>	0.88±0.014 <sup>ab</sup>	0.75±0.009 <sup>ab</sup>	2302.6±84.689 <sup>bc</sup>	2042.8±82.739 <sup>bc</sup>	0.37±0.01 <sup>de</sup>
4#	2903.2±123.697 <sup>cd</sup>	0.91±0.004 <sup>a</sup>	0.76±0.002 <sup>ab</sup>	2214.1±89.904 <sup>bcd</sup>	2036.2±77.464 <sup>bc</sup>	0.41±0.002 <sup>bc</sup>
5#	2324.9±40.749 <sup>c</sup>	0.94±0.015 <sup>a</sup>	0.8±0.034 <sup>a</sup>	1878.2±113.593 <sup>c</sup>	1775.1±126.617 <sup>c</sup>	0.45±0.006 <sup>a</sup>
6#	3333.6±665.007 <sup>b</sup>	0.88±0.009 <sup>ab</sup>	0.76±0.027 <sup>ab</sup>	2531.5±425.669 <sup>b</sup>	2240.8±369.285 <sup>b</sup>	0.38±0.027 <sup>cde</sup>
7#	3751.9±48.022 <sup>a</sup>	0.81±0.016 <sup>b</sup>	0.74±0.05 <sup>b</sup>	1916±81.841 <sup>de</sup>	2119.8±123.257 <sup>bc</sup>	0.4±0.005 <sup>bcd</sup>
8#	4044.2±278.796 <sup>a</sup>	0.92±0.057 <sup>a</sup>	0.79±0.054 <sup>ab</sup>	3212.4±364.981 <sup>a</sup>	2964.1±494.926 <sup>a</sup>	0.4±0.011 <sup>cd</sup>
9#	4004.5±23.269 <sup>a</sup>	0.86±0.024 <sup>ab</sup>	0.74±0.043 <sup>b</sup>	2135.7±138.416 <sup>cde</sup>	1918.9±346.759 <sup>bc</sup>	0.33±0.037 <sup>f</sup>
10#	3733.8±72.961 <sup>a</sup>	0.89±0.021 <sup>ab</sup>	0.77±0.02 <sup>ab</sup>	2024.7±58.753 <sup>cde</sup>	1949.1±129.412 <sup>bc</sup>	0.38±0.012 <sup>de</sup>

注: 表中数据为平均值±标准差; 同一列小写英文字母上标不同表示均值之间存在显著性差异(P<0.05)。

表 5 不同地区传统老酵熟制馒头常规品质参数  
Table 5 General quality parameters of steamed bread fermented by traditional starter culture from different regions

编号	比容	高径比	L*1 值	a*1 值	b*1 值	L*2 值	a*2 值	b*2 值
1#	2.29±0.11 <sup>ab</sup>	0.84±0.06 <sup>bc</sup>	87.57±0.42 <sup>c</sup>	0.97±0.44 <sup>de</sup>	17.5±0.07 <sup>f</sup>	81±0.8 <sup>e</sup>	2.22±0.25 <sup>c</sup>	16.54±0.07 <sup>f</sup>
2#	2.34±0.08 <sup>a</sup>	0.73±0.01 <sup>ef</sup>	86.13±0.02 <sup>d</sup>	1.31±0.25 <sup>bc</sup>	18.53±0.02 <sup>c</sup>	80.21±0.09 <sup>d</sup>	2.06±0.04 <sup>cde</sup>	17.48±0.28 <sup>c</sup>
3#	1.68±0.03 <sup>efg</sup>	0.85±0.04 <sup>b</sup>	89.74±0.2 <sup>a</sup>	0.71±0.21 <sup>efg</sup>	17.58±0.31 <sup>f</sup>	77.78±0.86 <sup>c</sup>	1.47±0.06 <sup>cd</sup>	16.55±0.27 <sup>f</sup>
4#	2.1±0.04 <sup>c</sup>	0.65±0.02 <sup>g</sup>	84.25±0.31 <sup>e</sup>	1.21±0.04 <sup>c</sup>	19.8±0.29 <sup>c</sup>	78.3±0.57 <sup>c</sup>	1.44±0.01 <sup>cd</sup>	20.08±0.19 <sup>c</sup>
5#	2.3±0.11 <sup>ab</sup>	0.79±0 <sup>cd</sup>	88.66±0.11 <sup>b</sup>	0.54±0.04 <sup>de</sup>	18.84±0.13 <sup>de</sup>	80.24±0.1 <sup>d</sup>	1.4±0.3 <sup>de</sup>	17.19±0.23 <sup>c</sup>
6#	1.71±0.03 <sup>efg</sup>	0.95±0.01 <sup>a</sup>	87.73±0.13 <sup>c</sup>	0.83±0.03 <sup>c</sup>	20.01±0.6 <sup>c</sup>	80.32±0.02 <sup>cd</sup>	1.29±0.02 <sup>cd</sup>	21.79±0.52 <sup>b</sup>
7#	1.97±0 <sup>d</sup>	0.69±0.02 <sup>fg</sup>	88.45±0.12 <sup>b</sup>	1.56±0.05 <sup>d</sup>	19.06±0.02 <sup>d</sup>	75.75±0.34 <sup>f</sup>	1.11±0.74 <sup>cd</sup>	18.03±0.02 <sup>d</sup>
8#	1.76±0.01 <sup>ef</sup>	0.7±0.02 <sup>fg</sup>	86.53±0.17 <sup>d</sup>	1.82±0.01 <sup>c</sup>	20.24±0.05 <sup>c</sup>	79.65±0.35 <sup>d</sup>	1.04±0.2 <sup>ab</sup>	19.62±0.49 <sup>c</sup>
9#	1.65±0 <sup>fg</sup>	0.68±0.01 <sup>fg</sup>	87.45±0.04 <sup>c</sup>	1.78±0.01 <sup>a</sup>	21.73±0.02 <sup>a</sup>	77.65±0.32 <sup>e</sup>	1.02±0.03 <sup>ab</sup>	23.43±0.46 <sup>a</sup>
10#	1.8±0.01 <sup>e</sup>	0.7±0.02 <sup>fg</sup>	78.74±0.29 <sup>f</sup>	1.56±0.06 <sup>b</sup>	21.24±0.18 <sup>b</sup>	74.7±0.37 <sup>e</sup>	0.65±0.24 <sup>cd</sup>	21.38±0.43 <sup>b</sup>

注: 表中数据为平均值±标准差; 同一列小写英文字母上标不同表示均值之间存在显著性差异(P<0.05)。

表 6 不同地区老酵头制作馒头感官评定结果  
Table 6 Sensory evaluation results of steamed bread made with traditional starter culture from different regions

老酵头编号	外观形状 (15 分)	弹性 (5 分)	表皮色泽、亮度 (15 分)	内部色泽 (10 分)	内部组织 (15 分)	气味 (10 分)	口感 (10 分)	总分 (100 分)
1#	15	4	12	9	14	8	7	88
2#	15	4	12	7	14	8	8	88
3#	14	4	12	7	14	7	8	87
4#	15	4	11	8	15	7	8	86
5#	15	4	13	8	15	8	8	89
6#	15	4	11	8	13	7	6	84
7#	15	4	12	7	14	7	8	86
8#	14	4	11	7	12	7	7	80
9#	14	3	12	8	11	7	6	79
10#	13	3	12	8	10	7	7	77

作出来的馒头表皮亮度较差, 质构指标相对适中, 但比较小, 馒头内部结构不理想, 推测是由于其酵母菌产气能力较差, 造成其面团持气量较低, 比容较小, 且其乳酸菌代谢能力弱, 代谢产物少, 对面团酸化作用小, 对馒头的内部结构改善效果不明显; 7#、8#、9#、10#老酵头制作出的馒头质地较硬, 且弹性较差, 适口性不佳, 感官品质最差, 这可能是由于 7#、8#、9#、10#老酵头中的乳酸菌菌群产酸能力较强, 造成面团酸度过大, 面筋蛋白过度水解, 对面筋网络破坏严重, 从而对馒头结构产生消极影响。在实际加工或生产过程中, 应结合老酵头中主要菌群的生长代谢情况及其对面团指标的影响, 根据产品的需要对不同的老酵头原材料进行选择, 该结论为传统发酵剂在馒头的生产应用方面提供一定的理论参考。

## 4 结论

研究表明, 不同地区老酵头制作出的馒头品质指标间差异显著( $P < 0.05$ )。不同地区老酵头制作面团发酵过程中酵母菌和乳酸菌的生长趋势相似且具有一定的规律性, 在发酵前期, 酵母菌迅速生长后至面团发酵成熟后趋于稳定; 乳酸菌经过短暂的停滞期后进入快速生长期, 至面团成发酵成熟后其数量显著下降。综合馒头的质构指标、物性指标及感官评价来看, 5#老酵头制作出的馒头其综合品质最佳, 感官评分最高为 89 分。

## 参考文献

- [1] 丁长河, 戚光册, 侯丽芬, 等. 传统老酵头馒头的品质特性[J]. 中国粮油学报, 2007, 22(3): 17-20.  
Ding CH, Qi GC, Hou LF, *et al.* Quality evolution of steamed bread by traditional fermentation [J]. *J Cere Oils Ass*, 2007, 22(3): 17-20.
- [2] Lavermicocca P, Valerio F, Visconti A. Antifungal activity of phenyllactic acid against molds isolated from bakery products [J]. *Appl Environ Microbiol*, 2003, 69(1): 634-640.
- [3] 程晓燕, 孙银凤, 刘娜, 等. 传统酸面团中植物乳杆菌发酵馒头抗氧化特性及挥发性风味物质特征[J]. 食品科学, 2015, 36(12): 87-92.  
Cheng XY, Sun YF, Liu N, *et al.* The antioxidant property and flavor characteristics of steamed bread fermented by LAB isolated from traditional sourdough [J]. *Food Sci*, 2015, 36(12): 87-92.
- [4] 张国华, 何国庆. 我国传统馒头发酵剂的研究现状[J]. 中国食品学报, 2012, 12(11): 115-120.  
Zhang GH, He GQ. Traditional starter Chinese steamed bread-a review[J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2012, 12(11): 115-120.
- [5] Liu T, Li Y, Chen J, *et al.* Prevalence and diversity of lactic acid bacteria in Chinese traditional sourdough revealed by culture dependent and pyrosequencing approaches [J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2016, 68(2): 91-97.
- [6] 吴澎, 周涛, 董海洲, 等. 影响馒头品质的因素[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(5): 107-111.  
Wu P, Zhou T, Dong HZ, *et al.* Factor influencing quality of steamed bread [J]. *J Cere Oils Ass*, 2012, 27(5): 107-111.
- [7] 李自红. 传统发酵剂微生物的筛选、鉴定及对馒头品质的影响[D]. 郑州: 河南工业大学, 2011.  
Li ZH. Microbial screening and identification of traditional starter and the impact on the quality of steamed bread [D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2011.
- [8] Naphatrapi L, Sasitorn J. Lactic acid bacteria and yeasts isolated from the starter doughs for Chinese steamed buns in Thailand [J]. *LWT-Food Sci Technol*, 2009, 42(8): 1404-1412.
- [9] 苏东民. 中国馒头分类及主食馒头品质评价研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.  
Su DM. Studies on classification and quality evaluation of staple chinese steamed bread [D]. Beijing: China Agricultural University, 2005.
- [10] GB 5009.3-2010 食品中水分的测定[S].  
GB 5009.3-2010 Determination of moisture in foods [S].
- [11] GB 5009.4-2016 食品中灰分的测定[S].  
GB 5009.4-2016 Determination of ash in foods [S].
- [12] GB 5009.9-2016 食品中淀粉的测定[S].  
GB 5009.9-2016 Determination of starch in foods [S].
- [13] GB/T 5506.1-2008 小麦和小麦粉面筋含量[S].  
GB/T 5506.1-2008 Determination of dry gluten from wet gluten [S].
- [14] GB 5009.5-2016 食品中蛋白质的测定[S].  
GB 5009.5-2016 Determination of protein in foods [S].
- [15] 潘治利, 田萍萍, 黄忠民, 等. 不同品种小麦粉的粉质特性对速冻熟制面条品质的影响[J]. 农业工程学报, 2017, 33(3): 307-314.  
Pan ZL, Tian PP, Huang ZM, *et al.* Effects of flour characteristics of different wheat cultivars on quality of frozen cooked noodles [J]. *Trans Chin Soc Agric Eng*, 2017, 33(3): 307-314.
- [16] 刘同杰, 李云, 吴诗榕, 等. 传统酸面团中细菌与酵母菌的分离与鉴定[J]. 现代食品科技, 2014, 30(9): 114-120.  
Liu TJ, Li Y, Wu SR, *et al.* Isolation and identification of bacteria and yeast from Chineses traditional sourdough[J]. *Mod Food Sci Technol*, 2014, 30(9): 114-120.
- [17] 孙辉, 姜薇莉, 田晓红, 等. 利用物性测试仪分析小麦粉馒头品质[J]. 中国粮油学报, 2005, 20(6): 121-125.  
Sun H, Jiang WL, Tian XH, *et al.* Study on steamed-bread quality with texture analyzer [J]. *J Cere Oils Ass*, 2005, 20(6): 121-125.
- [18] 滕超, 曲玲玉, 孙伟哲, 等. 传统馒头发酵剂的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, (11): 1-5.  
Teng C, Qu LY, Sun WZ, *et al.* The progress of traditional starter culture applied to Chinese steamed bread [J]. *Food Res Dev*, 2015, (11): 1-5.
- [19] 刘德海. 酵母在面包生产中的重要作用[J]. 粮食与食品工业, 2005, 12(6): 28-30.  
Liu DH. Function of yeast during bread production [J]. *Cere Food Ind*, 2015, 12(6): 28-30.
- [20] 马永生, 刘长虹, 裴艳花. 馒头白度及安全性[J]. 粮油加工, 2009, (12): 116-118.  
Ma YS, Liu CH, Chang YH. Whiteness and safety of steamed bread [J]. *Cere Oils Process*, 2009, (12): 116-118.

[21] 苏东民, 胡丽花, 苏东海, 等. 馒头发酵过程中酵母菌和乳酸菌的代谢作用[J]. 食品科学, 2010, 31(13): 200–204.

Su DM, Hu LH, Su DH, *et al.* Metabolism of soluble sugars in old dough fermented by yeast and lactic acid bacteria [J]. Food Sci, 2010, 31(13): 200–204.

[22] 张爱霞, 刘敬科, 赵巍, 等. 小米馒头质构分析和品质评价[J]. 食品科技, 2017, 42(6): 156–161.

Zhang AX, Liu JK, Zhao W, *et al.* Texture profile analysis and quality evaluation of millet steamed bread [J]. Food Sci Technol, 2017, 42(6): 156–161.

(责任编辑: 武英华)

## 作者简介



艾志录, 教授, 主要研究方向为冷链主食加工与品质安全。

E-mail:zhilafood@sina.com



索 标, 副教授, 主要研究方向为发酵食品微生物。

E-mail:suobiao1982@126.com

---

## “功能性食品与功能性成分”专题征稿函

科技的发展使得通过发挥食品本身生理调节功能而达到健康的目的成为可能, 功能性食品的需求持续增加。功能性食品包括增强人体体质(增强免疫能力, 激活淋巴系统等)、防止疾病(高血压、糖尿病、冠心病、便秘和肿瘤等)的食品; 恢复健康(控制胆固醇、防止血小板凝集、调节造血功能等)的食品; 调节身体节律(神经中枢、神经末梢、摄取与吸收功能等)的食品和延缓衰老的食品。

鉴于此, 本刊特策划“功能性食品与功能性成分”专题, 主要围绕**功能性食品开发、功能性活性成分提取、新型功能性食品研发、功能性食品添加剂、功能性食品配料、功能性物质(蛋白质、多肽、多糖、碳水化合物、维生素等)应用与研发**等方面展开论述和研究, 综述、研究论文、研究简报均可。本专题计划在 2018 年 5 月底截稿, 7 月出版。

本专题由**国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员**担任专题主编, 由**南昌大学邓泽元教授、吉林大学刘静波教授、福建农林大学庞杰教授、浙江工商大学杜琪珍教授**共同担任专题副主编。鉴于您在该领域丰富的研究经历和突出的学术造诣, 特别邀请您为本专题撰写稿件, 综述、研究论文、研究简报均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com) (注明专题)

E-mail: [jfoodsqq@126.com](mailto:jfoodsqq@126.com) (注明专题)

《食品安全质量检测学报》编辑部