

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2020.03.041

# 特色酵子的发酵特性及对馒头品质的影响

Fermentation characteristics of local starter Jiaozi and its influence on the quality of steamed bread

王雯斐<sup>1</sup> 路源<sup>2</sup> 汪雅馨<sup>3</sup>

WANG Wen-fei<sup>1</sup> LU Yuan<sup>2</sup> WANG Ya-xin<sup>3</sup>

于吉斌<sup>4</sup> 孙俊良<sup>1</sup> 师玉忠<sup>1</sup>

YU Ji-bin<sup>4</sup> SUN Jun-liang<sup>1</sup> SHI Yu-zhong<sup>1</sup>

(1. 河南科技学院食品学院, 河南 新乡 453003; 2. 河南科技学院新科学院, 河南 新乡 453003;

3. 漯河食品职业学院, 河南 漯河 462000; 4. 新乡富元食品有限公司, 河南 新乡 453300)

(1. Food College of Henan University of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003, China;

2. Xinke College, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003, China;

3. Luohe Vocational College of Food, Luohe, Henan 462000, China; 4. Xinxiang Fuyuan Food

Co., Ltd., Xinxiang, Henan 453300, China)

**摘要:**以河南商丘(1#)、南阳(2#)、新乡(3#)3个地区的特色酵子为研究对象,通过测定酵子的发酵力、面筋指数、淀粉酶活力、pH值与可滴定酸度,并对其制作馒头的比容、白度、质构进行比较分析。结果表明:来自新乡的3#酵子的发酵力、淀粉酶活力及产酸量都明显优于其他两种酵子,其制作的馒头具有较大的比容,质构特性优于其他两种酵子馒头。说明来自新乡的3#酵子更适合应用于馒头生产。

**关键词:**特色酵子;发酵特性;馒头;质构分析

**Abstract:** Taking the local starter Jiaozi of Shangqiu (1#), Nanyang (2#) and Xinxiang (3#) in Henan province as the research objects, the fermentation power, gluten index, amylase activity, pH value and titratable acidity of Jiaozi were determined, and the specific volume, whiteness and texture of the steamed bread were compared and analyzed. The results showed that 3# Jiaozi from Xinxiang was superior to the other two Jiaozi in fermentation capacity, amylase activity and acid production, and the steamed bread made by 3# Jiaozi had larger specific volume and better texture characteristics than the other two Jiaozi steamed bread. Therefore, 3# Jiaozi from Xinxiang could be more suitable for the production of steamed bread.

**基金项目:**河南省产学研合作项目(编号:182107000018)

**作者简介:**王雯斐,女,河南科技学院在读硕士研究生。

**通信作者:**师玉忠(1965—),男,河南科技学院副教授,博士。

E-mail: syz6511@126.com

**收稿日期:**2019-12-11

**Keywords:** characteristic Jiaozi; fermentation characteristics; steamed bread; texture analysis

中国传统面食发酵剂制作历史久远,品种众多。作为重要发酵剂之一的酵子,是一种多菌种混合发酵剂<sup>[1]</sup>,其发酵时间长,能改善面团的流变特性,使面团组织结构更细腻,且发酵过程中会发生复杂的化学反应如糖化、酯化等,从而产生各种风味物质<sup>[2-3]</sup>。此外,酵子还具有调节人体生理功能和提高产品营养价值等优点<sup>[4]</sup>。目前,对传统酵子的研究较多,但有关不同地区特色酵子的发酵特性及其对馒头质构的研究较少。苏东民等<sup>[5]</sup>研究发现,不同菌种在发酵过程中的产酸量和可溶性糖含量不同。陈军丽等<sup>[6]</sup>以传统酵子为试验材料,发现添加浓度梯度为 $10^{-10}$ 乳酸菌的酵子发酵力最强,而添加浓度梯度为 $10^{-9}$ 乳酸菌的酵子酯化力最强。由于地域气候条件和制作方法的差异,各地制作的土麩中微生物体系也存在差异,制作出的酵子品质有所不同。

试验拟收集河南3个不同地区的酵子作为试验材料,通过测定酵子的发酵力、面筋指数、淀粉酶活力、pH值及可滴定酸度,并对其制作的馒头比容、白度、质构进行比较分析,探究不同地区特色酵子的发酵特性及对馒头质构的影响,以期对馒头生产中的应用提供理论支撑。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 原材料采集

试验所用酵子采集于中国以馒头为主食的河南地

区,不同地区酵子编号、采集地区、收集方式和酵种原料见表1。

表1 酵子的采集地区、收集方式及酵种原料

Table 1 Collection areas, collection methods and raw materials of Jiaozi in different areas of Henan province

编号	采集地区	收集方式	酵种原料
1#	河南商丘	当地农家自制	玉米粉、红薯面、面粉
2#	河南南阳	当地农家自制	黄酒和糯米
3#	河南新乡	当地农家自制	甜面瓜和麸皮

金苑精制粉:市售。

## 1.2 仪器与设备

可见分光光度计:WFJ7200型,尤尼柯(上海)仪器有限公司;

电子恒温水浴锅:DZKW-4型,北京中兴伟业仪器有限公司;

磁力加热搅拌器:XK78-2型,姜堰市新康医疗器械有限公司;

质构仪:TA.XT plus型,英国SMS仪器公司;

电子天平:JY1001型,上海衡平仪器仪表厂;

pH计:1208069型,上海盛磁仪器有限公司;

色差计:CR-400型,日本美能达公司。

## 1.3 试验方法

### 1.3.1 酵子发酵性能的测定

(1) 发酵力:采用量筒法<sup>[7]</sup>。

(2) 酵子淀粉酶活力:采用3,5-二硝基水杨酸分光光度法<sup>[8]</sup>。

(3) 面团pH和可滴定酸度:参照文献<sup>[9]</sup>。

(4) 面团面筋指数:参照LS/T 6102—1995。

### 1.3.2 馒头制作及参数测定

(1) 馒头的制作:参照郭敏<sup>[10]</sup>的方法并略做修改。称取5g酵子,加入适量水活化1h,然后加入100g面粉和适量水(总水量维持在55%左右),搅拌均匀,揉成表面平滑的面团后,放置于湿度89%,36℃醒发箱中发酵,待面团体积膨大1倍、闻起来有酸味时即完成发酵,再加20g面粉,继续揉至表面平滑,将面团均分成两份,揉圆,然后在上述条件下醒发1h,蒸锅蒸30min。

(2) 馒头比容的测定:馒头蒸熟冷却1h后称重,用小米置换法<sup>[11]</sup>测定馒头体积,再计算比容。

(3) 馒头白度的测定:参照胡永涛<sup>[12]</sup>的方法进行测定,并按式(1)计算白度值。

$$W = \frac{L^*}{\sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}}, \quad (1)$$

式中:

$L^*$ ——亮度,+表示偏白,-表示偏暗;

$a^*$ ——绿红值,+表示偏红,-表示偏绿;

$b^*$ ——蓝黄值,+表示偏黄,-表示偏蓝。

(4) 馒头质构的测定:根据文献<sup>[13]</sup>并略作修改。馒头蒸熟冷却1h后用超声切刀顺着中轴线切成14mm的薄片,将质构仪选为TPA模式,P36R探头,测前速率3.00mm/s,测试速率1.00mm/s,测后速率1.00mm/s,压缩程度60.00%,触发力5.0g。

1.3.3 数据分析 试验结果为3次平行试验的平均值,采用单因素ANOVA检验3种馒头相应指标的显著性差异程度。

## 2 结果与分析

### 2.1 酵子的发酵力

发酵力是衡量酵子品质的重要标准,更是馒头成型的前提<sup>[14]</sup>。由图1可知,3#酵子发酵力最强,其次是2#酵子,1#酵子发酵力最差,说明不同地区酵子的发酵力存在差异性。由于酵种原料不同,酵母菌的组成有所差异<sup>[15]</sup>,不同菌株繁殖速度不同,产气量有差异,故造成不同地区酵子发酵力的差异。发酵力太小,馒头会出现发不起来、死面等现象,所以发酵力越大馒头成型越好。

### 2.2 酵子的淀粉酶活力

淀粉酶大部分来源于微生物代谢,少量来源于酵种原料,酵子本身所含的淀粉酶甚微可忽略不计。由表2可知,1#酵子淀粉酶活力最低,2#和3#酵子淀粉酶活力无明显差异,其中3#酵子酶活力稍高,可能是3种酵

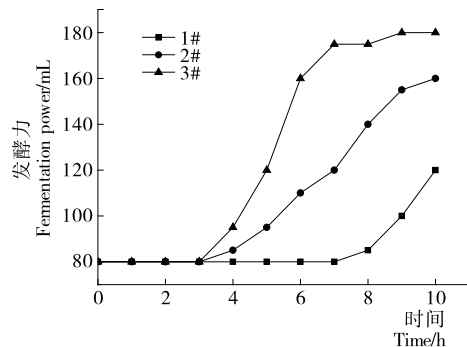


图1 不同酵子的发酵力

Figure 1 Comparison of different Jiaozi fermentation power

表2 不同酵子的淀粉酶活力比较

Table 2 Comparison of different Jiaozi amylase activity

编号	吸光度 ( $OD_{520\text{nm}}$ )	麦芽糖含量/ ( $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	酶活力/ ( $\text{mg Maltose} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}$ )
1#	0.003	0.17	34
2#	0.012	0.21	42
3#	0.015	0.22	44

子中产淀粉酶的微生物不同。3# 酵子酶活力相对较高,其水解淀粉的能力最强,能产生更多的还原糖,为微生物的生长提供更丰富的营养成分<sup>[16]</sup>。

### 2.3 不同酵子对面团 pH 和可滴定酸度的影响

酸度是衡量酸面团成熟度的重要标志,而酸面团的成熟度与乳酸菌代谢产生的有机酸有关。不同程度的酸化会对淀粉、麸质和阿拉伯木聚糖等面团结构组成产生影响<sup>[17]</sup>。由图 2、3 可知,随着发酵时间的增加,不同酵子面团的 pH 值持续降低,可滴定酸度持续增加。3 种酵子在发酵过程中 pH 值的下降程度依次为 3# > 2# > 1#, 酸度上升程度依次为 3# > 2# > 1#。由于酵子是多菌种混合发酵,醋酸、乳酸菌产酸使其 pH 值降低,而 3# 酵子的酶活力最高,产生的还原糖也最多,微生物生长速度较快,因此其酸化程度相对较高,故 3# 酵子面团中 pH 值及可滴定酸度的变化最为明显。

### 2.4 不同酵子面团的面筋指数

面筋指数可有效地推测出面团流变学特性和馒头等面制品品质;面筋指数越大,说明面筋筋力越强,弹力和韧性越好<sup>[18-19]</sup>。由图 4 可知,3 种酵子的面筋指数随发酵时间的增长而变小,即不同的酵子在发酵过程中,面团的面筋都受到了不同程度的弱化,其弱化程度依次为

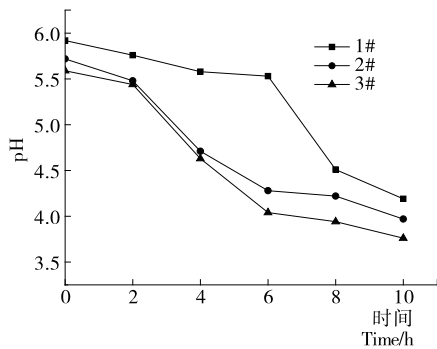


图 2 不同酵子面团的 pH

Figure 2 Comparison of different Jiaozi dough pH

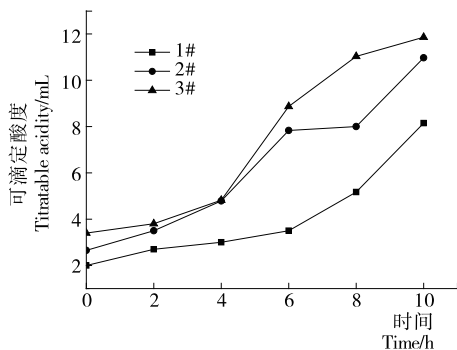


图 3 不同酵子面团的可滴定酸度

Figure 3 Comparison of different Jiaozi dough titratable acidity

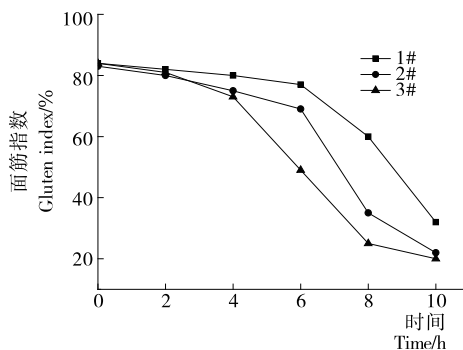


图 4 不同酵子面团的面筋指数

Figure 4 Comparison of different Jiaozi dough gluten index

3# > 2# > 1#。这可能是发酵初期,微生物生长繁殖较快,代谢产生的酒精和酶类可导致形成面筋的面筋蛋白分解。随着发酵时间的延长,pH 降低,酸化降解了部分面筋蛋白,加速面筋蛋白结构的破坏,面筋蛋白氢键作用和离子团水合作用减弱,因此面筋指数随着发酵时间的增长而变小。当面筋指数过小时,面筋结构遭到破坏,使发酵面团有轻微塌陷<sup>[20]</sup>。

### 2.5 不同酵子对馒头比容和白度的影响

由图 5 可知,3 种酵子馒头的比容依次为 3# > 2# > 1#,由于 3 种酵子的发酵力不同,发酵力越高,发酵产生的 CO<sub>2</sub> 越多,面筋网络得到伸展,面团内部结构蓬松,体积也越大。3 种酵子馒头的白度基本相同,由于馒头的白度受其内部组织的影响,而内部组织与面团发酵有关,当馒头上的孔洞太大或太小时,对光的吸收能力增大,馒头白度下降<sup>[21-22]</sup>。3 种馒头的白度无显著性差异,说明馒头内部组织较好,孔洞大小均匀。

### 2.6 不同酵子对馒头质构的影响

由表 3 可知,3# 酵子馒头的硬度、胶性和咀嚼性最小,其次是 2#,1# 酵子的最大。3 种馒头的质地性状比

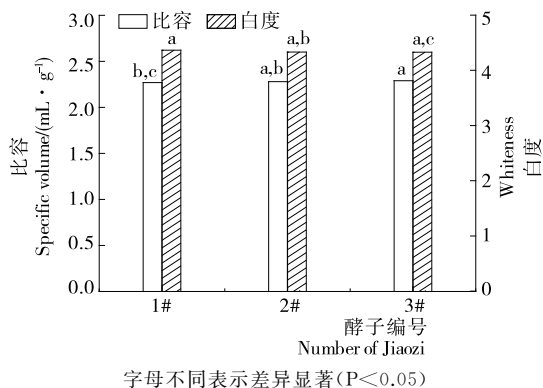


图 5 不同酵子馒头的比容和白度

Figure 5 Comparison of different Jiaozi steamed bread specific volume and whiteness

较为3#<2#<1#,质地性状与馒头品质呈负相关,其值越大,馒头品质相对越差,吃起来较硬且不清爽可口、黏牙<sup>[23]</sup>。3种酵子馒头的弹性、凝聚性和回复性逐渐增加,压缩张弛性依次为1#<2#<3#。压缩张弛性与馒头

品质呈正相关,其值越大,馒头越弹,咀嚼口感越软<sup>[23]</sup>。3#酵子的黏着性显著小于其他两种酵子馒头,黏着性小表示馒头不黏牙。综上,3#酵子的质地性状、压缩张弛性和黏着性都优于其他两种酵子馒头。

表3 不同酵子对馒头质构的影响<sup>†</sup>

Table 3 Effect of different Jiaozi on the texture of steamed bread

编号	硬度	黏着性	弹性	凝聚性	胶性	咀嚼性	回复性
1#	2 246.810±82.73 <sup>a</sup>	-19.622±5.06 <sup>a,b</sup>	0.778±0.01 <sup>c</sup>	0.667±0.01 <sup>b,c</sup>	1 658.113±60.80 <sup>a</sup>	1 428.826±98.36 <sup>a</sup>	0.213±0.01 <sup>b,c</sup>
2#	1 348.897±53.74 <sup>b</sup>	-10.826±8.21 <sup>a</sup>	0.848±0.07 <sup>a,b</sup>	0.735±0.03 <sup>a</sup>	1 040.358±82.54 <sup>b</sup>	868.071±57.90 <sup>b</sup>	0.309±0.03 <sup>a,b</sup>
3#	1 266.384±85.37 <sup>b,c</sup>	-64.973±13.12 <sup>b,c</sup>	0.857±0.03 <sup>a</sup>	0.735±0.02 <sup>b,c</sup>	829.607±43.76 <sup>c</sup>	692.842±52.80 <sup>b,c</sup>	0.338±0.01 <sup>b,c</sup>

<sup>†</sup> 字母不同表示差异显著(P<0.05)。

### 3 结论

通过对河南不同地区特色酵子的发酵特性及其对馒头质构的研究发现,不同地区其酵种原料不同对酵子的质量有较大影响,其中来自新乡的3#酵子的发酵力、淀粉酶活力及产酸量都明显优于其他两种酵子,其制作的馒头具有较大的比容,质地性状、压缩张弛性和黏着性都优于其他两种酵子馒头。因此来自新乡的3#酵子更具有应用于馒头生产的潜力。后续将继续对酵子中的菌群结构、风味物质及营养成分等进行分析。

#### 参考文献

- [1] 杨敬雨,刘长虹.中国传统酵子的工业化[J].食品研究与开发,2007,28(2):164-166.
- [2] 冷进松,朱珠,武腾.乳酸菌-玉米酵子混合酸面团面包工艺研究[J].食品工业,2015,36(6):81-85.
- [3] 贺莹,焦红英,高晓丽,等.运城馒头酵子微生物的筛选及对馒头质量的影响[J].食品研究与开发,2016,37(10):176-179.
- [4] CHAVAN R S, CHAVAN S R. Sourdough technology: A traditional way for wholesome foods: A review[J]. Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety, 2011, 10(3): 169-182.
- [5] 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):207-211.
- [6] 陈军丽,刘长虹,杨健,等.乳酸菌对传统酵子品质影响初步研究[J].粮食科技与经济,2010,35(4):44-46.
- [7] 刘长虹,王小茹,梁一桢,等.大曲与酵母混合发酵对馒头品质影响的研究[J].食品科技,2012,37(6):187-190.
- [8] 黄晓钰,刘邻渭.食品化学与分析综合实验[M].2版.北京:中国农业大学出版社,2009:25-26.
- [9] OLIMPIA P. Technological and molecular diversity of lactobacillus plantarum strains isolated from naturally fermented sourdoughs[J]. System Appl Microbiol, 2004, 27: 443-453.
- [10] 郭敏.晋南酵子馒头生产工艺研究[D].太谷:山西农业大学,2016:24-29.
- [11] 王太军.麸皮乳酸菌发酵改性及其在馒头中的应用[D].郑

- 州:河南工业大学,2017:44.
- [12] 胡永涛.小麦淀粉对馒头品质影响的研究[D].郑州:河南工业大学,2007:38-42.
- [13] 王雪婷,杜木英,廖钰婷,等.酸面团优选组合菌对苦荞麸皮馒头品质的影响[J].食品与机械,2016,32(12):201-205,223.
- [14] 韩婵娟,刘长虹,白建民.不同大曲对传统酵子品质的影响[J].粮油加工:电子版,2010(2):70-72.
- [15] 康佳木,李倩倩,刘柳,等.西北地区馒头老酵子中氨基酸主成分分析及综合评价[J].食品与机械,2017,33(4):44-48,53.
- [16] 宋北.大米酒曲中菌群的酶学特性研究及其在生产中的应用[D].哈尔滨:哈尔滨师范大学,2012:27-29.
- [17] 曹云刚,马丽,杜小威,等.汾酒酒醋发酵过程中有机酸的变化规律[J].食品科学,2011,32(7):238-241.
- [18] 石雪晨,鲁茂林,顾瑞霞,等.谷朊粉对馒头面团工艺特性的影响[J].食品研究与开发,2014,35(10):55-57.
- [19] 宋莎莎,陈相艳,弓志青,等.糯玉米粉对小麦面团流变特性及面包烘焙特性的影响[J].食品科技,2014,39(4):142-145.
- [20] 兰静,王乐凯,赵乃新,等.面条实验室制作与评价新方法[J].粮食加工,2007,32(5):60-64.
- [21] 陈军丽.乳酸菌对馒头面团发酵影响的研究[D].郑州:河南工业大学,2012:53-54.
- [22] 郑金晶,卢发,吕江波,等.不同酵母制作的馒头感官及品质分析[J].中国酿造,2017,36(7):139-142.
- [23] 张苗,木泰华,韩俊娟.甘薯膳食纤维对馒头品质及老化的影响[J].江苏师范大学学报:自然科学版,2016,34(4):20-24.