

香菇超微全粉对面团特性及馒头品质的影响

赵玲玲^{1,2,3}, 王文亮^{1,2,3}, 王月明^{1,2,3}, 崔文甲^{1,2,3}, 弓志青^{1,2,3}, 贾凤娟^{1,2,3}, 沈文凤^{1,2,3}

(1. 山东省农业科学院 农产品研究所, 山东 济南 250100; 2. 山东省农产品精深加工技术重点实验室, 山东 济南 250100; 3. 农业部新食品资源加工重点实验室, 山东 济南 250100)

摘要:为研究香菇超微全粉对小麦面团及馒头品质的影响,在小麦粉中分别添加0、2.5%、5%、7.5%、10%香菇超微粉,采用质构仪和pH计分别测定小麦面团、馒头的质构特性及pH值,采用色差计测定馒头的色差指标,并对馒头感官品质进行评价。结果表明:与对照组相比,随着香菇超微粉添加量的增加,面团的发酵性能稍有降低,面团的硬度、弹性、胶着度及回复性显著增加($P < 0.05$),粘聚性逐渐下降;馒头的硬度、胶着度和咀嚼度显著增加($P < 0.05$),弹性逐渐下降($P > 0.05$);馒头的比容和感官评分均呈下降趋势,当添加量增加到5%时,感官评分显著降低($P < 0.05$)。添加香菇超微粉制作馒头时,所得馒头色泽整体偏暗,感官品质变差,添加量以不超过5%为宜。

关键词:香菇;超微全粉;馒头;面团;质构特性;感官品质

中图分类号:TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2018)03-0036-05

Effect of superfine whole lentinus edodes powder on properties of dough and quality of steamed bread

ZHAO Ling-ling^{1,2,3}, WANG Wen-liang^{1,2,3}, WANG Yue-ming^{1,2,3},

CUI Wen-jia^{1,2,3}, GONG Zhi-qing^{1,2,3}, JIA Feng-juan^{1,2,3}, SHEN Wen-feng^{1,2,3}

(1. Agricultural Products Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan Shandong 250100; 2. Key Laboratory of Agricultural Products Deep Processing Technology of Shandong Province, Jinan Shandong 250100; 3. Key Laboratory of Novel Food Resources Processing, Ministry of Agriculture, Jinan Shandong 250100)

Abstract: The effect of superfine whole lentinus edodes powder on the quality of wheat dough and steamed bread was investigated by adding the powder with the amount of 0, 2.5%, 5%, 7.5%, 10% into wheat flour. The textural properties and pH values of dough and steamed bread were determined by texture analyzer and pH meter, respectively. The color difference index of steamed bread was measured by automatic colorimeter, and the sensory quality of steamed bread was evaluated. The results revealed that the fermentation property of dough decreased slightly along with the increase of the addition of superfine whole lentinus edodes powder, while the hardness, elasticity, gumminess and resilience of dough increased significantly ($P < 0.05$) and the cohesiveness decreased generally; the hardness, gumminess and chewiness of steamed bread increased significantly ($P < 0.05$), and the elasticity decreased generally ($P > 0.05$). The specific volume and sensory score of steamed bread showed a downward trend, and when the amount added to 5%, the score decreased significantly ($P < 0.05$); the color and sensory evaluation of steamed bread became worse compared with the control group. When making steamed bread with superfine whole lentinus edodes powder, the amount added should be no more than 5%.

Key words: lentinus edodes; superfine whole powder; steamed bread; dough; textural properties; sensory quality

收稿日期:2017-10-13

基金项目:山东省农业科学院农业科技创新工程(CXGC2017B06);山东省农业重大应用技术创新项目(鲁财农指[2017]6号);山东省食用菌创新团队产后加工岗位专家(SDAIT-07-08)

作者简介:赵玲玲,1989年出生,女,硕士。

通讯作者:王文亮,1980年出生,男,副研究员。

香菇 [*Lentinusedodes* (*Berk.*) *sing*] 作为世界上第二大食用菌,不仅具有独特菇香味,还富含多糖、蛋白质、膳食纤维等营养成分^[1],具有降血脂、降胆固醇、抗肿瘤、预防动脉硬化、防治佝偻病、增强免疫力等药用保健功效^[2-5]。此外,香菇中氨基酸的组成全面^[6],总膳食纤维含量是小麦粉的6倍左右^[7]。为充分利用香菇的营养成分,本实验采用超微粉碎技术^[8-9]对干香菇进行处理,得到香菇超微全粉,不仅使其具有巨大的表面积,提高香菇中营养成分的溶解性及食品加工制作过程中化学反应速率,而且有利于机体对香菇中营养成分的充分吸收,提高香菇的利用率^[10-11]。馒头作为我国的传统主食深受国民喜爱,将香菇超微全粉作为功能性食品配料添加到小麦粉中制作馒头,不仅能够弥补小麦粉中赖氨酸的缺失及由于加工精度提高导致的膳食纤维等营养素的流失,提高馒头的营养价值,还强化了香菇中膳食纤维等营养素的有效途径,对香菇的高值化利用具有重要意义。

本研究以干香菇为原料,利用 TA.XP Plus 质构仪、SC-80C 色差计等实验室设备测定香菇超微粉对面团及馒头品质的影响,丰富馒头的品种及口味,拓宽香菇的开发应用,为添加香菇超微粉类食品的开发提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

小麦粉:永城市华冠面粉有限公司;安琪高活性干酵母:安琪酵母股份有限公司;干香菇购自济南历城区大润发超市。

AR423CN 电子天平:奥豪斯仪器(上海)有限公司制造;NLD-6DI 型振动式超微粉碎机:济南纳力德超微粉碎技术有限公司;DHG-9030 电热鼓风干燥箱:广州航信科学仪器有限公司;ACL-2109 奥克斯智能电磁炉:江门市威多福电器有限公司;多用蒸锅:广东东佳实业有限公司;CF-6000 高级发酵箱:中山卡士电器有限公司;JB-3 型恒温加热磁力搅拌器:上海仪电科学仪器有限公司;SG2 pH 计:梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司;TA.XP Plus 质构测定仪:英国 Stable Micro System 公司;SC-80C 全自动色差计:北京康光仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 香菇粉的制作

粗粉制备:采用九阳料理机对干香菇进行粉碎,每次打粉 15 s、间隔 2 min,共粉碎 45 s,然后将粗粉进行热风干燥至水分含量在 6% 以下(热风温度 60 ℃)^[12]。

超微全粉制备:将香菇粗粉加入到超微粉碎机中进行粉碎 20 min,得到香菇超微粉。每次投样 600 g,温度设为 5 ℃^[13]。

1.2.2 馒头的制备

(1)按照每 100 g 小麦粉中添加 0(对照)、2.5、5、7.5、10 g 香菇超微粉配制成混合粉。将各混合粉(含对照)平均分为 5 份,每份 200 g,按混合粉 1% 的比例加入酵母(用 34 ℃ 温水溶解活化),混合均匀,调制成面团(面团的稠度 500 FU)。(2)发酵:将调制的光滑、不黏手的面团置于醒发箱(温度 37 ℃、相对湿度 75%)中 100 min。(3)成型:在操作台上以相同的揉和次数及力度将发酵好的各个面团搓成圆形,制成大小均匀的生胚。(4)二次醒发:将制成的生胚置于醒发箱(温度 37 ℃、相对湿度 75%)中 60 min。(5)汽蒸:采用不锈钢锅,用电磁炉(1600 W)蒸,待锅冒气后调成 1 300 W 的功率再蒸 15 min 后关火,2~4 min 后取出即可。

1.2.3 TPA 测试

将发酵好的面团(在操作台上以相同的揉和次数及力度搓成圆形)及出锅后在室温下放置 1 h 的馒头,依据样品标准切片方法^[14]切出厚度为 25 mm 的片,平放在测试探头正下位置。测试所用探头为 SMSP/36R 型,TPA 测试条件为:压缩率 55%,两次压缩的时间间隔 5.0 s,测试前、中、后的速度依次为 2.0、1.0、1.0 mm/s,感应力 5 g。根据质地测试曲线得到香菇超微粉馒头质构特性参数值。

1.2.4 色泽指标测定

采用 SC-80C 全自动色差计对馒头皮和馒头内部进行测量,得到 L^* 、 a^* 、 b^* 三个参数值。 L^* 值显示亮度, a^* 值显示红绿偏向,正值显示偏向红色的趋势,负值绝对值显示偏向于绿色的趋势; b^* 值显示黄蓝偏向,正值显示黄色趋势,负值绝对值显示偏向于蓝色的趋势。

1.2.5 pH 测定

称量 15 g 面团放置于烧杯内,加入 100 mL 蒸馏水,采用磁力搅拌器搅拌 15 min, pH 计测量 pH 值;称量 50 g 捣碎的馒头放于烧杯中,加入 150 mL 蒸馏水(先煮沸然后冷却至室温),继续捣碎样品成均匀糊状, pH 计测量 pH 值^[15]。

1.2.6 馒头比容测定

采用菜籽置换法测定馒头体积,平行测定 3 次。馒头比容/(mL/g) = 馒头体积/质量。

1.2.7 香菇超微粉馒头的感官评价

邀请 10 名行业专家组成品尝小组,结合王乐凯^[16]和汪磊^[17]的馒头感官评分标准略作修改,对香菇超微粉馒头的感官品质进行评价,取平均值作为评判结果,评分标准如表 1 所示。

表 1 馒头的感官评价评分标准

项目	评分标准
外观形状(10 分)	对称,坚挺,8.1~10 分 中等,6.1~8 分 扁平、不对称,1~6 分
色泽(10 分)	白、浅白、光亮,8.1~10 分 中等,6.1~8 分 灰暗,1~6 分
内部结构(15 分)	纵剖面气孔小而均匀,12.1~15 分 中等,9.1~12 分 气孔大、粗糙或气孔过于紧密,1~9 分
弹性(15 分)	手指进行按压快速复原,12.1~15 分 中等,9.1~12 分 复原性、咬劲均差,1~9 分
粘牙性(10 分)	咀嚼爽口不粘牙,12.1~15 分 中等,9.1~12 分 不爽口、粘牙,1~9 分
风味(10 分)	具有香菇的菇香,无异味,8.1~10 分 中等,6.1~8 分 有异味,1~6 分
比容(20 分)	大于或等于 2.30 mL/g 为 20 分,每少 0.1 mL/g 扣 1 分
表面结构(10 分)	表面光滑,8.1~10 分 局部皱缩、有烫斑,6.1~8 分 大块皱缩、塌陷、烫斑,1~6 分

1.2.8 数据统计分析

采用 Excel 及 SPSS17.0 软件对实验数据统计分析,采用 Duncan 检验进行显著性分析。其中, $P > 0.05$ 表示无显著性差异, $P < 0.05$ 表示差异显著,实验结果以“平均值 ± 标准误”表示。

2 结果与分析

2.1 香菇超微粉的添加量对面团 pH 的影响

面团发酵是制作馒头过程中的重要步骤,能够对馒头的最终品质造成直接影响。面团的发酵能力受面团 pH 值影响。面团的 pH 处于 4~6 之间

时,酵母在面团醒发的过程中活性较高,最适于面团发酵。

由表 2 可知,随着香菇超微粉加入量的增加,香菇超微粉馒头及发酵前混合面团的 pH 均显著增大 ($P < 0.05$),发酵后混合面团的 pH 先增大后减小再增大,说明香菇超微粉的添加能够对面团发酵产生一定程度的影响。与发酵前面团的 pH 相比,发酵后 pH 值稍微降低,熟制后稍微上升。分析原因为,面团中的酵母在发酵前处于生长延滞期,伴随时间的延长,混合面团中的酵母在 α -淀粉酶、 β -淀粉酶等作用下产生单糖,大量的繁殖,产生 CO_2 、乳酸等酸类物质,导致面团 pH 值降低;熟制过程中,面团发酵产生的酸类物质部分挥发、部分与面团产生的醇发生酯化反应,导致 pH 稍有上升。

表 2 香菇超微粉添加量对面团 pH 的影响

添加量/%	发酵前面团 pH	发酵后面团 pH	馒头 pH
对照组	5.84 ± 0.02 ^d	5.83 ± 0.01 ^c	5.85 ± 0.01 ^d
2.5	5.98 ± 0.01 ^c	5.95 ± 0.01 ^c	5.96 ± 0.01 ^c
5	6.01 ± 0.01 ^b	5.98 ± 0.01 ^b	6.04 ± 0.01 ^a
7.5	6.02 ± 0.01 ^{ab}	5.90 ± 0.01 ^d	6.03 ± 0.01 ^b
10	6.04 ± 0.01 ^a	6.01 ± 0.01 ^a	6.05 ± 0.01 ^a

注:不含相同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

2.2 香菇超微粉添加量对面团质构的影响

由表 3 可知,随着香菇超微粉加入量的增加,面团的硬度、胶着度、回复性呈上升趋势,粘聚性下降。与对照相比,香菇超微粉的加入量为 2.5% 时,面团的硬度无显著性变化,随着加入量的再增加,面团硬度显著性增大;随着香菇超微粉的加入,面团的胶着度、咀嚼度、回复性、弹性均显著增加;各添加量之间,面团弹性没有显著性差异;香菇超微粉添加量在 2.5%~5% 或 7.5%~10% 时,面团的咀嚼性变化不大;与对照相比,加入量为 2.5%~5% 时,面团的粘聚性没有显著性变化,添加量为 7.5%~10% 时,混合面团的粘聚性显著下降。

面筋作为面团的骨架,可与水结合,表现出面团的特性。咀嚼度与硬度是衡量面制食品品质的重要指标,咀嚼度、硬度越小,面团越柔软。随着香菇超微粉加入量的增加,面团的硬度及咀嚼度显著增大,分析原因为:与小麦粉相比,香菇超微粉粒径较小且含水率较低,伴随添加量的增加,混合粉的吸水率不断增大,填充在面筋网络中使面团的硬度变大。面团的粘聚性直接影响面团的加工及制作。随着香菇超微粉加入量的增加,混合面团的粘聚性

表3 香菇超微粉添加量对面团质构的影响

添加量/%	硬度/g	弹性	粘聚性	胶着度/g	咀嚼度/g	回复性
对照组	770.18 ± 80.40 ^c	0.57 ± 0.12 ^b	0.85 ± 0.036 ^a	574.65 ± 7.04 ^c	530.89 ± 32.99 ^c	0.033 ± 0.0078 ^b
2.5	799.05 ± 72.83 ^{bc}	0.96 ± 0.002 ^a	0.84 ± 0.029 ^a	732.05 ± 74.95 ^b	708.03 ± 76.19 ^b	0.044 ± 0.003 1 ^a
5	1 084.69 ± 61.11 ^b	0.96 ± 0.001 ^a	0.78 ± 0.058 ^{ab}	847.96 ± 55.61 ^b	813.13 ± 53.62 ^b	0.046 ± 0.002 1 ^a
7.5	1 471.35 ± 96.50 ^a	0.96 ± 0.002 ^a	0.75 ± 0.041 ^c	1 138.99 ± 109.64 ^a	1 099.29 ± 107.37 ^a	0.047 ± 0.002 9 ^a
10	1 508.31 ± 80.21 ^a	0.96 ± 0.004 ^a	0.72 ± 0.015 ^c	1 143.34 ± 106.82 ^a	1 093.84 ± 97.44 ^a	0.050 ± 0.005 8 ^a

逐渐下降,说明香菇超微粉能够弱化面团的粘度,弱化程度随加入量的增加而升高。

2.3 香菇超微粉对馒头质构特性的影响

咀嚼度、硬度是衡量面制食品品质的重要指标。馒头的咀嚼度、硬度、胶着度与馒头品质成一定的负相关,回复性、弹性与馒头品质成一定的正相关^[18]。表4显示为香菇超微粉的加入量对馒头质构的影响。由表4可得,随着香菇超微粉加入量的增加,馒头的胶着度、硬度和咀嚼度逐渐上升,弹性逐渐下降。分析原因为香菇超微粉的添加造成

面团中面筋浓度被稀释,对面筋网络具有一定的破坏,导致馒头的硬度、咀嚼度增大,弹性降低。与对照相比,随着香菇超微粉加入量的增加,馒头的硬度显著增大;香菇超微粉馒头的胶着度和咀嚼度具有相同的变化趋势,与对照相比,均显著性增加。与对照组相比,香菇超微粉馒头的弹性随添加量的增加无显著变化,回复性显著增加;与对照组相比,香菇超微粉添加量为2.5%~5%时,馒头的粘聚性无显著性变化,添加量为7.5%~10%时,粘聚性显著增大。

表4 香菇超微粉添加量对馒头质构的影响

添加量/%	硬度/g	弹性	粘聚性	胶着度/g	咀嚼度/g	回复性
对照组	2 056.11 ± 155.11 ^d	0.91 ± 0.012	0.74 ± 0.012 ^b	1 521.30 ± 97.76 ^e	1 377.39 ± 100.55 ^e	0.35 ± 0.02 ^c
2.5	2 443.95 ± 423.58 ^c	0.87 ± 0.13	0.78 ± 0.041 ^{ab}	1 987.38 ± 322.12 ^d	2 051.11 ± 313.37 ^d	0.41 ± 0.014 ^b
5	3 395.41 ± 390.78 ^c	0.85 ± 0.055	0.74 ± 0.019 ^b	2 514.24 ± 324.34 ^c	2 626.15 ± 311.98 ^c	0.40 ± 0.018 ^b
7.5	5 265.71 ± 150.97 ^b	0.84 ± 0.030	0.84 ± 0.040 ^a	4 323.69 ± 84.54 ^b	3 249.69 ± 198.42 ^b	0.50 ± 0.063 ^b
10	5 838.87 ± 72.59 ^a	0.81 ± 0.039	0.81 ± 0.038 ^a	5 158.31 ± 287.22 ^a	4 365.99 ± 314.33 ^a	0.42 ± 0.029 ^a

2.4 香菇超微粉的添加量对馒头色泽的影响

香菇超微粉馒头色泽变化如表5所示。由表可知,随着香菇超微粉加入量的增加,馒头皮及馒头芯色度值L*均显著下降,a*、b*值显著增加。L*值下降是由于香菇超微粉具有独特的色泽,加入到小麦粉中,导致馒头亮度降低。b*值上升主要源于

香菇超微粉自身的黄色,随着添加量的增加馒头色泽整体偏暗。相同添加量下馒头芯的a*、b*值大于馒头皮的a*、b*值,这是由于随着香菇超微粉添加量的增加,馒头芯趋向黄色发展,馒头皮由于香菇超微粉对美拉德反应的影响,使原始黄色降低^[19]。

表5 不同香菇超微粉添加量对馒头色泽的影响

添加量/%	馒头芯			馒头皮		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
对照组	80.84 ± 1.48 ^a	0.81 ± 0.06 ^e	12.84 ± 1.02 ^d	82.33 ± 2.17 ^a	0.53 ± 0.085 ^e	13.31 ± 0.99 ^d
2.5	71.54 ± 1.34 ^b	2.61 ± 0.26 ^d	24.57 ± 0.72 ^c	72.87 ± 0.81 ^b	2.13 ± 0.32 ^d	21.15 ± 0.62 ^c
5	63.71 ± 0.73 ^c	4.79 ± 0.18 ^c	28.78 ± 1.05 ^a	65.01 ± 1.36 ^c	3.62 ± 0.16 ^c	23.73 ± 0.59 ^b
7.5	56.63 ± 2.35 ^d	7.41 ± 0.23 ^a	27.23 ± 0.53 ^b	58.82 ± 3.12 ^d	5.72 ± 0.11 ^a	25.12 ± 0.76 ^a
10	59.12 ± 2.26 ^d	6.41 ± 0.15 ^b	28.61 ± 0.23 ^{ab}	62.13 ± 1.86 ^{cd}	4.46 ± 0.15 ^b	24.31 ± 0.24 ^{ab}

2.5 香菇超微粉的添加量对馒头品质的影响

由表6可知,随着香菇超微粉加入量的增加,馒头比容及感官评分均呈下降趋势。当香菇超微粉加入量为2.5%时,所制得馒头比容及感官评分与对照组无显著性差异,随着香菇超微粉加入量的继续增加,馒头比容及感官评分均显著低于对照组。这可能是由于香菇超微粉淀粉含量低,所制得面团产气、持气能力较低。同时,香菇超微粉的添加稀释了面团中面筋的浓度,阻碍了面筋网络的形成,导致面团在发酵过程中膨胀力降低,馒头体积变小。随着香菇超微粉加入量的增加,馒头的感官评分不断下降,这是由于香菇超微粉的过多添加,导致馒头的菇香味过于浓烈,馒头色泽发暗,内部结构粗糙,感官品质下降。根据表5中馒头的感官评分可得:添加香菇超微粉制作馒头时,香菇超微粉的添加量以不超过5%为宜。

表6 香菇超微粉添加量对馒头品质的影响

添加量/%	比容/(mL/g)	感官评分/分
对照组	2.32 ± 0.12 ^a	91.53 ± 1.52 ^a
2.5	2.04 ± 0.24 ^{ab}	89.51 ± 0.86 ^a
5	1.87 ± 0.19 ^c	84.45 ± 1.43 ^b
7.5	1.31 ± 0.06 ^d	60.51 ± 2.48 ^c
10	1.18 ± 0.11 ^d	58.34 ± 2.05 ^c

3 结论

在小麦粉中加入香菇超微全粉,随着加入量的增大,面团的发酵性能稍有降低,面团的弹性、硬度、胶着度及回复性显著增加,粘聚性逐渐下降;馒头的胶着度、硬度和咀嚼度显著增大,弹性逐渐降低;馒头的比容、感官评分均不断下降,当加入量增加到5%时,感官评分显著降低;馒头色泽整体偏暗,菇香味变浓,内部结构变得粗糙,综合品质变差。香菇超微粉的添加能够改变面团、馒头的质构特性及感官品质,添加香菇超微粉制作馒头时,加入量以不超过5%为宜。

参考文献:

[1] JEFF ITEKU B, LI Shanshan, PENG Xiaoxia, et al. Purification, structural elucidation and antitumor activity of a novel mannogalactoglucan from the fruiting bodies of *Lentinusedodes* [J]. *Fitoterapia*, 2013, 84: 338-346.
 [2] CHATCHAI T, SARANYU K, KHAJEELAK C, et al. Antioxidant

properties and cytotoxicity of crude polysaccharides from *Lentinuspolychrous* Lév [J]. *Food Chemistry*, 2011, 128: 634-639.
 [3] UNURSAIKHAN S, LINA Z, XU X J, et al. Effects of molecular structure on antitumor activities of (1→3)-β-D-glucans from different *Lentinusedodes* [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2006, 63: 97-104.
 [4] 沈文凤, 王月明, 徐志祥, 等. 香菇调味料酶解工艺研究[J]. *食品科学技术学报*, 2017, 35(3): 78-82.
 [5] 刘晓艳, 杨国力, 于纯森. 功能型复合食用菌调味品工艺开发研究[J]. *中国调味品*, 2016, 41(1): 121-124.
 [6] 郭玲玲, 周林燕, 毕金峰, 等. 香菇中短波红外干燥工艺优化[J]. *食品科学*, 2016, 37(6): 44-51.
 [7] 张月巧, 陈龙, 卢可可, 等. 添加不同粉碎处理香菇粉对面团流变学特性的影响[J]. *食品科学*, 2015, 36(3): 12-17.
 [8] ZHAO Xiao-yan, YANG Zai-bin, GAI Guo-sheng, et al. Effect of superfine grinding on properties of ginger powder [J]. *Journal of Food Engineering*, 2009, 91(2): 217-222.
 [9] LIU Tian-yi, MA Ying, YU Shi-feng, et al. The effect of ball-milling treatment on structure and porosity of maize starch granule [J]. *Innovative Food & Emerging Technologies*, 2011, 12(4): 586-593.
 [10] 郑水林. 超微粉体加工技术与应用[M]. 2版. 北京: 化学工业出版社, 2011: 280.
 [11] ZHANG Zipei, SONG Huige, PENG Zhen, et al. Characterization of stipe and cap powders of mushroom (*Lentinusedodes*) prepared by different grinding methods [J]. *Journal of Food Engineering*, 2012, 109(3): 406-413.
 [12] 程晶晶, 王军, 肖付刚. 超微粉碎对红小豆全粉物化特性的影响[J]. *粮油食品科技*, 2016, 24(3): 13-16.
 [13] 王军, 程晶晶, 李杰. 振动式超微粉碎对紫薯全粉物化特性的影响[J]. *粮食与饲料工业*, 2016, (4): 19-21, 26.
 [14] 刘建伟, 杨瑞征, 毛根武, 等. 馒头质构特性测定方法的研究(Ⅲ): 馒头质构测试的最佳条件探讨[J]. *粮食与饲料工业*, 2011(11): 11-14, 18.
 [15] GB 21118-2007, 小麦粉馒头[S].
 [16] 王乐凯, 赵乃新, 程爱华, 等. 馒头的实验室制作及品尝评价新方法[J]. *中国粮油学报*, 1999, 13(2): 29-32.
 [17] 汪磊, 李飞, 朱波, 等. 苡麦馒头配方研究[J]. *中国粮油学报*, 2013, 28(1): 27-30.
 [18] 李自红, 苏东民, 苏东海. 复合菌种对馒头品质影响研究[J]. *食品科技*, 2011, 36(4): 131-135.
 [19] 袁彪. 两种富集食用菌超微粉面包特性及风味物质研究[D]. 南京: 南京财经大学, 2013. ☉