

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.01.015

张军, 张莉莉, 马骁, 等. 玉米发酵面条的研制[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(1): 119-125.

ZHANG J, ZHANG L L, MA X, et al. Preparation of instant fermented corn noodle[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(1): 119-125.

玉米发酵面条的研制

张 军¹, 张莉莉¹, 马 骁¹, 张 哲¹, 王 江¹, 高 扬²

(1. 黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086;

2. 黑龙江省农业科学院 食品加工研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘 要: 以玉米糝为原料, 用 0.2% 亚硫酸溶液处理, 保护纯菌种 (安琪高活性干酵母菌、保加利亚乳杆菌) 发酵。在单因素实验的基础上, 通过正交实验优化玉米发酵面条面团的工艺条件, 获得最佳工艺参数为复合菌种添加量 0.2% 酵母菌+0.1% 保加利亚乳杆菌, 发酵时间 78 h, 发酵粒度 8 mm, 发酵温度 30 °C。3.5% 预糊化玉米淀粉+0.30% 六偏磷酸钠+1.0% 黄原胶+3% 葵花籽食用油组合防混汤、断条的综合效果最佳, 断条率为 4.5%, 烹煮损失率 4.5%。通过把发酵面团进行机械热挤压, 得到的面条的断条率最低, 为 4.3%, 感观品质评分 96.6 分, 达到商品产品的要求。真空包装常温贮存期不易超出 14 d, 冷藏期控制 60 d 以内。

关键词: 玉米面条; 发酵; 工艺; 感观品质; 挤压; 断条率

中图分类号: TS201.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2022)01-0119-07

Preparation of Instant Fermented Corn Noodle

ZHANG Jun¹, ZHANG Li-li¹, MA Xiao¹, ZHANG Ze¹, WANG Jiang¹, GAO Yang²

(1. Institute of Rural Revitalization Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China; 2. Food Processing Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China)

Abstract: Corn grits were treated with 0.2% sulphurous acid solution. The purpose of this treatment is to protect pure bacteria (yeast, Lactobacillus) from fermentation. Based on the single factor test, the fermentation technique of instant corn noodle was optimized by orthogonal design. The optimum technological parameters were obtained as follows: 0.2% yeast, plus 0.1% lactobacillus bulgaricus, with fermentation time 78 hours, fermentation particle size 8 mm, and fermentation temperature 30 °C. The product of fermentation was optimized as follows: 3.5% pregelatinized starch with 0.30% sodium hexametaphosphate, 1.0% xanthan gum, and 3% sunflower seed edible oil. The fermentation had the best comprehensive effect on the instant corn noodle with the broken strip rate of 4.5% and cooking loss rate of 4.5%. Through the mechanical hot extrusion of fermented dough, the broken rate of vermicelli was the lowest, which was 4.3%, and the sensory quality score reached 96.6%. The room temperature storage period of vacuum packaging is 14 days, and the cold storage period is 60 days.

Key words: corn noodles; fermentation; technology; sensory quality; extrusion; broken strip rate

收稿日期: 2021-04-26

基金项目: 黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项 (HNK2019CX19-05)

Supported by: The Project of HAAS Agricultural Science and Technology Innovation (No. HNK2019CX19-05)

作者简介: 张军, 男, 1962 年出生, 硕士, 研究员, 研究方向为杂粮加工。E-mail: 1075177188@qq.com.

玉米发酵即食产品是一种粗粮细做的产品,特别是玉米面条有黄金面条之称。玉米面条不如小麦面条受众面广,但其在东北很多地区已经成为特色的当地主食^[1-2]。发酵玉米面条改变了玉米初加工产品口感粗糙、口味辛辣、不受欢迎等问题。发酵是谷物加工利用的传统工艺,常用来提高产品口感、增强风味、改善质构,并提高制品的微生物安全性和营养价值^[3-5]。发酵玉米产品利用这一原理,以其独特的芳香酸味解决了口感问题,同时产品富含更多对人体有益的营养成分,而且其良好的风味还可以促进食欲,成为风尚美食^[6-8]。研制发酵玉米面条,改变民间原始加工中原料浪费、热源浪费、清洗费工、品质不一、商品差等诸多问题,赋予这一古朴食物新的生命力,会开创广阔的市场^[9-10]。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

玉米糝(粒径为2~8 mm):自制。纯净水:自制。安琪高活性干酵母菌、保加利亚乳杆菌:北京川秀科技有限公司;NaOH、亚硫酸、酚酞、碳酸钾(分析纯):天津大茂化学试剂厂;预糊化玉米淀粉、甘油、葵花籽食用油、黄原胶、复合磷酸盐等:市售。

1.2 仪器与设备

T2型玉米脱皮制糝机:山东曹县鲁创机械制造有限公司;VE-BS纯水机:深圳市宏森环保科技有限公司;30L发酵罐:江苏科海生物工程有限公司;DRH-A100电热恒温培养箱:上海仙象仪器仪表有限公司;不锈钢分体式胶体磨KJM-180:北京辊捷玉诚机械设备有限公司;TDL-40B型离心机:上海安亭科学仪器厂;CT3质构仪:美国Brookfield公司;C21S18-A型电磁炉:东莞苏泊尔电器有限公司提供;011A-3E型电热鼓风干燥箱:北京赛多利斯天平有限公司;60型玉米叉条机:山东曲阜亚冠农业机械有限公司;西美特-15和面机:石家庄米允酒店饮事机械有限公司;ZHW-100蒸汽恒温箱:南京泰斯特试验设备有限公司;单室真空包装机:诸城市泰威机械有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 工艺流程

玉米脱皮去胚→制糝→亚硫酸处理→纯菌种发酵→磨浆→脱水→后发酵→加入改良剂→高湿挤压→包装→冷链

1.3.2 操作要点

剔除玉米中的霉烂粒和杂质等,经过脱皮制糝机打、擦、筛等工序,做成粒径为2~8 mm的玉米糝。定量玉米糝用0.20%亚硫酸液处理,加入酵母菌、乳酸菌双菌种无氧发酵,温度控制在28~32℃,时间70~80 h。将发酵好的玉米糝清水洗涤2遍后沥干,用磨粉机磨粉,要求粒度均匀、通过80目筛。用离心机分离过多水分,面团含水量以40%~45%为宜。用拌粉机内调节好水分,加入配料,持续搅拌3~4 min。将调拌好的原料喂入挤压机料斗内,挤压成条或片状。挤出的面条立即冷却、固定。合格的样品应该粗细均匀,表面光滑,有弹性,无夹生,无气泡,色泽金黄色。剪成适当的长度,放入蒸柜内熟化,时间为3~5 min。整理好产品以不粘手、可自由松散、柔软有弹性为佳。400 g定量PVC袋,真空包装。整体微波杀菌。冷链贮运,要求温度-18~-20℃。

1.3.3 亚硫酸处理实验

各取1 000 g玉米糝(平均粒径5 mm),分别用0.15%、0.20%、0.25%、0.30%亚硫酸溶液1.4~1.6 L浸泡,ck为清水,密封。处理时间为48、60、72、84、96、108 h,考察对发酵玉米糝硬度、状态、风味、浸出物的影响。

1.3.4 玉米糝发酵单因素实验

添加纯菌种对玉米发酵面条品质的影响。各取1 000 g玉米糝(平均粒径5 mm),分别加入0.25%亚硫酸溶液1.4~1.6 L浸泡6 h后,分别添加安琪高活性干酵母菌(0.2%)、保加利亚乳杆菌(0.1%)、安琪高活性干酵母菌(0.15%)+保加利亚乳杆菌(0.1%)三个处理,ck为无添加,进行96 h厌氧发酵,然后按上述方法制作面团及面条。分析发酵结果与常规发酵(ck)的差别。

发酵时间对玉米发酵面条品质的影响。取3 000 g玉米糝(平均粒径0.5 cm),加入0.25%亚硫酸溶液4.0~4.5 L浸泡6 h后,添加安琪高活

性干酵母菌(0.15%)+保加利亚乳杆菌(0.1%),进行48、60、72、84、96、108 h厌氧发酵,分别取样制作面团及面条。分析发酵时间对玉米面条品质的影响。

玉米糝粒度对发酵品质的影响。各取平均粒径2、4、6、8 mm玉米糝1 000 g,分别加入0.25%亚硫酸溶液1.4~1.6 L浸泡6 h后,添加安琪高活性干酵母菌(0.15%)+保加利亚乳杆菌(0.1%),进行96 h厌氧发酵。分析玉米糝粒度对发酵品质的影响。

发酵温度对发酵品质的影响。各取1 000 g玉米糝(平均粒径5 mm),分别加入0.25%亚硫酸溶液1.4~1.6 L浸泡6 h后,添加安琪高活性干酵母菌(0.15%)+保加利亚乳杆菌(0.1%),分别在20、25、30、35 °C下进行96 h厌氧发酵。分析发酵温度对玉米发酵品质的影响。

1.3.5 玉米糝发酵正交实验

根据单因素实验的基础与经验,以菌种添加量A、发酵时间B、玉米糝粒度C、发酵温度D为主要影响因素,以成品感官品质综合评分为指标,进行L₉(3⁴)正交实验,优化发酵工艺条件。正交实验因素与水平见表1。

表1 正交实验因素水平表
Table 1 Factor level of orthogonal test

水平	因素			
	菌种添加量/% (A)	发酵时间/h (B)	玉米糝粒度/mm (C)	发酵温度/°C (D)
1	0.10+0.06	78	4	28
2	0.15+0.08	84	6	30
3	0.20+0.10	90	8	32

1.3.6 防混汤、断条实验

分别取按正交实验最佳组合制取的发酵玉米面团500 g,添加不同浓度、不同组合的预糊化玉米淀粉、甘油、葵花籽油、黄原胶、六偏磷酸钠(先少许温水溶解)后,按上述方法做成成品面条,检验对混汤、断条的影响。

1.3.7 挤压方式实验

取500 g面团(按正交实验最佳组合制取),然后进行烫面(面团在沸水中烫煮5~6 min),再次对面团进行和面处理,然后进行手工(传统)挤压;取500 g面团(同上)添加3.5%预糊化玉

米淀粉+0.25%六偏磷酸钠+1.0%黄原胶+3%葵花籽油和匀,直接手工(改进)挤压;取2 500 g面团(同上)添加3.5%预糊化玉米淀粉+0.25%六偏磷酸钠+1.0%黄原胶+3%葵花油,用和面机和匀,加入叉条机挤压出成品。分析不同挤压方式对玉米发酵面条品质的影响。

1.3.8 保质期实验

取1.3.6机械挤压的成品,PVC袋真空包装每袋400g,在常温(18~22 °C)避光贮存、冷藏(3~5 °C)、冻藏(-18~20 °C),每个处理20袋。分析贮存方式及时间对玉米发酵面条品质的影响。

1.3.9 主要指标测试

总酸度测定:滴定法^[11];

蛋白质测定:采用凯氏定氮法^[12];

维生素B₆测定^[6]:维生素B₆可以与2,6-二氯醌亚胺的醇溶液发生特点的显色(棕色)反应,采用标准加入法在460 nm处测定吸光值,以加入硼酸的样品处理液为空白;

乳酸含量测定:EDTA滴定乳酸钙法^[14];

硬度、咀嚼性测定^[15]:用质构仪测试,进行TPA实验来表征发酵玉米面条的品质;

熟断条率:量取500 mL净水,取20根15 cm长的面条(手工挤压的生面条或贮存期的熟面条),放入锅中烹煮6~7 min后,捞出并置于冷水中,记录断掉的面条数,重复实验3次,取平均值。 $D/\% = ZD/20 \times 100$,式中D为断条率,ZD为煮熟断掉的面条根数;

煮熟损失率:取20根15 cm长的面条称重,记为W₁。然后放入500 g净水锅中烹煮6~7 min后捞出,剩余的烹煮液冷却后在离心机上分离,将沉积物称重记为W₂。重复实验3次,取平均值。煮熟损失率/ $\% = W_2/W_1 \times 100$,式中W₁为20根面条的重量,W₂为20根面条烹煮损失的重量;

感官品质评价:聘请黑龙江省农业科学院农产品质量检验中心专业评价人员对发酵玉米面条的感官品质进行评价。发酵玉米面条感官品质评价参照表2,发酵玉米面条产品感官品质评价参照表3。

1.4 数据处理

采用SPSS 18.0和Excel进行数据处理及分析。

表 2 发酵玉米糵感观品质评价标准

Table 2 Evaluation standard of sensory quality of fermented corn mash

分

色泽 (20)	酸度 (30)	醇香 (30)	硬度 (20)
土黄色 5~10	0.5%~1.0%: 20~25	酸味柔和略带甜味: 25~30	950~1 150 g: 10~15
淡黄色 15~20	1.0%~1.5%: 25~30	有酸味有醇香: 20~25	1 150~1 350 g: 15~20
深黄色 10~15	2.0%~2.5%: 15~20	有酸味无其它异味: 15~20	1 350~1 550 g: 5~10

表 3 发酵玉米面条产品感观品质评价

Table 3 Sensory quality evaluation of fermented corn noodle products

分

色泽	风味	弹性	黏性	组织状态
土黄色 5~10	有酸味略带甜味 20~25	有、易断 2~4	过黏、成砣 2~4	均匀、不粗糙 15~20
浅黄色 10~15	酸味柔和有醇香 25~30	强、不断 5~8	易黏连、可分开 5~8	整齐、较光滑 20~25
金黄色 15~20	有酸味无其它异味 15~20	良好、不易断 6~10	有黏性、可分开 6~10	光滑、整齐、均匀 25~30

2 结果与分析

2.1 亚硫酸浸泡实验结果

从表 4 得出, 0.2%亚硫酸浓度、浸泡时间 84~96 h 浸泡处理表现最佳, 其硬度、状态、风味、浸出物达到原料处理要求。实验结果也表明亚硫酸浓度高于 0.3%时, 抑制乳酸发酵, 浸出物过多。浸泡时间过长, 浸出物过多, 造成原料损失, 杂菌污染机率增加。清水 (ck) 浸泡有明显的杂菌感染现象以及蛋白发酵的臭味, 是目前家庭制作此类产品普遍存在的问题。亚硫酸浸泡一是可有效抑制玉米原料带来的微生物活动, 起到抑制杂

菌、防腐作用, 保护纯菌种 (安琪高活性干酵母菌、保加利亚乳杆菌) 发酵。特别有利于乳酸发酵, 增加风味、抑制其它微生物繁殖, 防止浸泡液中腐败物的产生 (霉菌、臭味), 控制其食用产品中霉现象 (米酵毒素中毒) 的发生。二是软化玉米颗粒, 降低玉米的机械强度, 有利于湿面团的制作。又能分散玉米细胞中的蛋白质网, 削弱保持淀粉的联结键, 改善其产品的质构, 提高面条产品的适口性。

2.2 玉米糵发酵单因素实验结果

2.2.1 添加纯菌种对玉米发酵糵的影响

从表 5 得出, 随着纯发酵菌种的加入其酸度明显增高、蛋白质含量变化差距不大、微生物含量增加明显、乳酸含量成倍增加、硬度差距不大、咀嚼性提高、断条率降低。双菌种复合发酵效果较佳, 不仅强化了营养成分、改善口感与风味, 而且加快了原料的软化、转化速度, 从而提高了生产效率和产品安全性。

2.2.2 发酵时间对玉米发酵面条品质的影响

从表 6 得出, 总酸度发酵 84 h 后会超过 1.0 g/100 g; 随着发酵时间的延长其硬度、咀嚼性呈下降趋势, 但其差异不显著; 醇香感发酵至 72 h 后就可达到产品设计要求; 断条率随着发酵时间的延长其呈现增长趋势, 其差异不显著。

表 4 原料亚硫酸浸泡效果

Table 4 Soaking effect of raw material sulfite

浓度/% 时间/h	0.15	0.20	0.25	0.30	Ck (清水)
48	-+0+	-+0+	-+0+	-+0+	-+0+
60	-+0+	0+0+	-+00	-+00	-+0+
72	0+0+	0+0+	0++0	0+0-	-0-+
84	0+0+	++++	+++0	0+0-	-0-+
96	000+	++++	+++-	++0-	----+
108	0000	+0+0	+0+-	++0-	----+

*指标标注及顺序: 硬度 (硬-, 变软 0, 软化+), 状态 (有霉菌-, 混浊 0, 清澈+), 风味 (臭味-, 玉米香 0, 醇香+), 浸出物 (多-, 中 0, 少+)

hardness (hard-, soft 0, softening +), state (mould-, turbidity 0, clear +), flavor (odor-, corn flavor 0, yeast +), Leach (many-, medium 0, less +)

表 5 菌种对玉米发酵糵的影响

Table 5 Effect of strains on corn mash

处理	总酸度/(g/100 g)	蛋白质/%	VB6/(mol/L)	乳酸/(g/L)	硬度/g	咀嚼性/g	熟断条率/%
酵母菌	0.86b	11.65ab	0.005 6bc	0.186c	4 456.3a	2 600.8b	54.3ab
乳酸菌	0.97b	11.50ab	0.006 4b	0.215b	4 468.1a	2 765.9a	55.1ab
酵母菌+乳酸菌	1.22a	12.18a	0.009 5a	0.256a	4 457.3a	2 801.5a	54.5ab
酵母菌	0.58c	11.21ab	0.000 4c	0.124d	4 471.2a	2 411.4c	58.6a

表6 发酵时间对产品品质的影响

Table 6 Effect of fermentation time on product quality

酵母菌+乳酸菌	总酸度/(g/100 g)	硬度/g	咀嚼性/g	酵香/+	熟断条率/%
48 h	0.32f	4 747.4a	2 927.6a	+	53.1ab
60 h	0.57e	4 654.8b	2 920.8a	++	53.4ab
72 h	0.74d	4 586.9bc	2 912.3a	+++	53.4ab
84 h	0.97c	4 511.2c	2 875.4b	+++	53.6ab
96 h	1.22ab	4 457.6cd	2 800.9bc	+++	54.6a
108 h	1.43a	4 321.5d	2 768.7c	+++	55.0a

*指标标注: 酵香(有+, 中++, 强+++)

Fermented aroma (a little+, middle ++, a lot +++)

品鉴时发酵超过 84 h 的样品, 其口中留酸时间过长、酸感强。发酵 72~84 h 其综合效果较佳, 84 h 可设为发酵时间关键点。

2.2.3 玉米糝粒度对发酵品质影响

从表 7 得出, 当玉米糝粒度小于 6 mm 时发酵产生的总酸度大于 1.0 g/100 g, 并且浸出物显著增高, 因浸出物增加易造成原料浪费及生产成本增高。综合指标表明, 原料选用玉米糝粒度在 6~8 mm 为佳。

2.2.4 发酵温度对发酵品质影响

从表 8 得出, 当发酵时间 84 h, 发酵温度超

过 30 °C 时, 酸度超过 1.0 g/100 g, 硬度随发酵温度增加而呈下降趋势, 浸出物随着发酵温度增加而呈增加状态, 酵香感以 30 °C 表现最佳。各项指标综合表明 30 °C 发酵温度较适合。

表7 粒度对发酵品质影响

Table 7 Effect of particle size on the quality of fermented mash

酵母菌+乳酸菌	总酸度/(g/100 g)	酵香/+	浸出物/%
2 mm	1.21a	+++	10.8a
4 mm	1.10ab	+++	8.92b
6 mm	0.98c	+++	6.45c
8 mm	0.95c	+++	4.21d

*指标标注: 酵香(有+, 中++, 强+++)

Fermented aroma (a little+, middle ++, a lot +++)

表8 发酵温度对发酵品质影响

Table 8 Effect of fermentation temperature on the quality of fermented mash

酵母菌+乳酸菌	酸度/(g/100 g)	硬度/g	浸出物/%	酵香	色泽
20 °C	0.51cd	7832.4a	4.65c	酸无异味	淡黄色
25 °C	0.67c	7122.8ab	4.78bc	酸有酵香	淡黄色
30 °C	0.96b	6120.3c	4.91b	酸香带甜	淡黄色
35 °C	1.37a	6042.0cd	5.34a	酸味浓	淡黄色

2.3 玉米糝发酵正交实验结果

由表 9 得出, 影响玉米发酵面条感官品质因素的主要顺序为 $A>D>C>B$, 即复合菌种添加量>发酵温度>发酵粒度>发酵时间。最佳工艺参数为 $A_3B_1C_3D_2$, 即复合菌种添加量 0.2%+0.1%, 发酵时间 78 h, 玉米糝粒度 8 mm, 发酵温度 30 °C。对 $A_3B_1C_3D_2$ 与 $A_3B_2C_1D_3$ 进行 3 次比较验证实验, 结果取平均值, 得到感官品质综合评分 $A_3B_1C_3D_2$ 为 93.40 分、 $A_3B_2C_1D_3$ 为 90.60 分, 仍高于正交实验中其它组合。

2.4 防混汤、断条实验结果

防混汤、断条实验结果见表 10, 3.5% 预糊化玉米淀粉+0.30% 六偏磷酸钠+1.0% 黄原胶+3% 食

表9 正交实验结果

Table 9 Results of orthogonal test

序号	因素				感官品质评分/分
	A	B	C	D	
1	1	1	1		78.36
2	1	2	2	2	83.11
3	1	3	3	3	84.01
4	2	1	2	3	85.45
5	2	2	3	1	82.61
6	2	3	1	2	84.56
7	3	1	3	2	93.47
8	3	2	1	3	90.85
9	3	3	2	1	87.32
K ₁	81.83	85.76	84.59	82.76	
K ₂	84.20	85.52	86.17	87.05	
K ₃	90.54	85.30	86.70	86.77	
R	8.71	0.46	2.11	4.29	

表 10 配方实验结果
 Table 10 Formula test results

处理与组合	熟断条率/%	煮熟损失率/%	感观评分/分
1.0%黄原胶+1.0%甘油+0.3%六偏磷酸钠	13.6bc	5.5bc	88.5cd
1.0%黄原胶+1.0%甘油+4.0%预糊化淀粉	15.8b	6.1b	81.7e
3.5%预糊化淀粉+0.30%六偏磷酸钠+1.0%黄原胶+3%葵花油	4.5d	4.5c	96.4a
4.0%预糊化淀粉+0.3%六偏磷酸钠+3%葵花油	12.8bc	5.4bc	91.4c
0.3%六偏磷酸钠+4.0%预糊化淀粉+1.0%黄原胶	4.7d	5.0c	95.2ab
ck (空白)	49.9a	12.7a	71.4f

用油组合综合效果最佳,断条率为 4.5%,烹煮损失率 4.5%。其色泽、口感、硬度均符合标准要求,酵香味不受影响。食用油的防冻、防回生效果高于甘油,又能减小因黄原胶粘度影响其效率的不利因素。

2.5 挤压方式实验结果

从表 11 中得出,改进手工挤压方式减去了烫面工艺,避免了热量浪费和费时,并显著提高其商品性,是即食产品进入市场的前提。机械热挤压方式其断条率表现最低、感观评分表现最高,96.6 分感观品质评分,达到商品产品的要求。

表 11 不同挤压方式对产品的影响
 Table 11 Effect of different extrusion methods on products

挤压方式	不整齐度%	断条率%	煮熟损失率%	感观品质评分/分
传统手工挤压	30.5a	61.8a	16.4a	75.9c
改进手工挤压	8.2b	6.2b	5.1b	90.6ab
机械热挤压	4.5c	4.3bc	4.9bc	96.6a

2.6 保质期实验结果

从表 12 中得出,真空包装常温贮存期不易超出 14 d,超出 14 d 后其口感、香味、酸味均达不到食用要求。冷藏温度 2~5 °C,30 d 内品质基本无差别,而时间在 60 d 内其品质与商品性仍符合产品要求。冻藏温度-18~-20 °C,时间控制 180 d 以内,品质基本符合产品要求,超过 180 d,产品品质不达标。

3 结论

本实验优化传统玉米发酵面条制作工艺,在单因素实验的基础上,通过正交实验筛选玉米发酵面条面团的最佳工艺条件。同时,进行了防混汤、断条保护剂的筛选,以及挤压方式和保鲜方式实验。研究表明,原料用 0.2%亚硫酸溶液

表 12 保质期实验结果
 Table 12 Shelf life test results

贮存方式与时间	色泽	粘度	酵香	乳酸含量/(g/100 g)	感观评分/分
7 d (常温)	淡黄色	粘	浓郁	0.24	90.4
14 d (常温)	淡黄色	粘	略淡	0.28	84.0
21 d (常温)	土黄色	不粘	淡	0.33	64.7
30 d (冷藏)	淡黄色	粘	浓郁	0.33	84.5
60 d (冷藏)	淡黄色	粘	略淡	0.30	75.0
90 d (冷藏)	淡黄色	粘	淡	0.24	63.3
60 d (冻藏)	淡黄色	粘	浓郁	0.25	87.7
120 d (冻藏)	淡黄色	粘	略淡	0.21	80.5
180 d (冻藏)	淡黄色	粘	略淡	0.16	72.1

*常温贮存:真空包装 18~22 °C;冷藏:真空包装 2~5 °C;冻藏:真空包装-18~-20 °C

Vacuum packaging 18 ~ 22 °C; Refrigeration: vacuum packaging 2 ~ 5 °C; Frozen storage: vacuum packaging-18~ -20 °C

处理,可抑制杂菌、防腐,保护纯菌种(酵母菌、乳酸菌)发酵。发酵面团最佳工艺参数为复合菌种添加量 0.2% (酵母菌)+0.1% (保加利亚乳杆菌),发酵时间 78 h,发酵粒度 8 mm,发酵温度 30 °C。3.5%预糊化玉米淀粉+0.30%六偏磷酸钠+1.0%黄原胶+3%葵花籽食用油组合防混汤、断条的综合效果最佳,断条率为 4.5%,烹煮损失率 4.5%。通过把发酵面团进行机械热挤压,得到的面条的断条率最低,为 4.3%,感观品质评分达到 96.6%商品产品的要求。真空包装常温贮存期不易超出 14 d,超出 14 d 后其口感、香味、酸味均达不到食用要求。冷藏温度 2~5 °C,时间在 60 d 内其品质与商品性仍达到产品要求。

参考文献:

- [1] 尤新. 玉米深加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004
 YOU X. Deep processing technology of corn[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2004.
- [2] 张庆霞. 玉米面条的研究进展与展望[J]. 粮食与油脂, 2020,

- 33(5): 4-6.
ZHANG Q X. Research progress and prospect on corn noodles[J]. *Cereals & Oils*, 2020, 33(5): 4-6.
- [3] 马先红, 房忠慧, 李雪晶, 等. 玉米发酵食品研究现状[J]. *食品工业*, 2020, 41(4): 264-267.
MA X H, FANG Z H, LI X J, et al. Research status of corn fermented food[J]. *The Food Industry*, 2020, 41(4): 264-267.
- [4] 李晓娜, 亓鑫, 赵卉, 等. 植物乳杆菌改性玉米粉制作玉米面条的工艺及品质分析[J]. *食品与发酵工业*, 2019, 45(5): 185-189.
LI X N, QI X, ZHAO H, et al. Processing technique and quality analysis of corn noodles made from *Lactobacillus plantarum* modified corn flour[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2019, 45(5): 185-189.
- [5] 侯普馨, 靳焯, 侯艳茹, 等. 玉米发酵面条的研制[J]. *食品科技*, 2018, 43(3): 154-159.
HOU P X, JIN Y, HOU Y R, et al. Development of corn fermented noodles[J]. *Food Science and Technology*, 2018, 43(3): 154-159.
- [6] 马勇, 邵悦. 植物乳杆菌发酵时间对挤压玉米面条品质的影响[J]. *食品工业*, 2017, 38(8): 59-62.
MA Y, SHAO Y. Effect of plant lactobacillus fermentation time on the quality of extruded corn noodles[J]. *The Food Industry*, 2017, 38(8): 59-62.
- [7] 马勇, 邵悦, 赵大军. 发酵玉米面条的制备及其营养成分分析[J]. *食品科学*, 2007, (9): 278-280.
MA Y, SHAO Y, ZHAO D J. Preparation of fermented corn noodles and nutritional analysis[J]. *Food Science*, 2007, (9): 278-280.
- [8] 王晓慧, 李玲伊, 非泽悟, 等. 发酵玉米面条品质评价指标研究[J]. *中国食物与营养*, 2012, 18(12): 26-31.
WANG X H, LI L Y, FEI Z W, et al. Study on the quality index of fermented corn noodles[J]. *Food and Nutrition in China*, 2012, 18(12): 26-31.
- [9] 王晓慧, 刘惠麟, 辰巳英三, 等. 发酵玉米面的最佳制备工艺研究[J]. *农产品加工(学刊)*, 2013, (3): 1-5.
WANG X H, LIU H L, CHENSI Y S, et al. Optimal technique for fermented corn noodles[J]. *Agricultural Products Processing*, 2013, (3): 1-5.
- [10] 张琪. 馒头制备方法和原料优化及挤压膨化、发酵对其品质影响的研究[D]. 渤海大学, 2014.
ZHANG Q. Research on the preparation methods and materials optimization and quality effects of extrusion and fermentation for Chazi[D]. Bohai University, 2014.
- [11] 食品中总酸的测定, GB/T 12456—2008[S].
Determination of total acid in food, GB/T 12456—2008[S].
- [12] 食品中蛋白质的测定, GB 5009.5—2016[S].
Determination of protein in food, GB 5009.5—2016[S].
- [13] 食品中维生素 B6 的测定, GB 5009.154—2016[S].
Determination of Vitamin B6 in food, GB 5009.154—2016[S].
- [14] 王永华, 戚穗坚. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工出版社, 2017.
WANG Y H, QI H J. Food analysis[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2017.
- [15] 穆华荣, 于淑萍. 食品分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015.
MU H R, YU S P. Food analysis[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2015. 完