

低温处理对发豆腐贮藏品质的影响

黄道梅, 孟繁博, 汤鹏宇, 陈曦, 郑秀艳, 林茂*

(贵州省农业科学院现代农业发展研究所, 贵阳 550006)

摘要:为了寻求有效的发豆腐保鲜措施,比较冷藏、冻藏两种低温处理对发豆腐贮藏品质的影响,通过对发豆腐的感官评价、常规微生物、气味、质构特性的测定,结果表明:冷藏处理的发豆腐在第4天时感官评分为81,菌落总数、霉菌数和大肠菌群数开始急剧增加;冷冻处理的发豆腐在28 d内感官品质良好稳定,微生物数基本无明显变化,质构特性在冷冻后有一定变化,但随后保持稳定,电子鼻检测24 d后稍有变化。因此,低温处理能延长发豆腐的贮藏期,冻藏处理的保鲜效果较佳且对发豆腐的感官、气味和质构特性影响不大。

关键词:发豆腐;冷藏;冻藏;微生物;质构特性

中图分类号:TS214.2

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2021.08.016

文章编号:1000-9973(2021)08-0069-07

Effect of Low Temperature Treatment on Storage Quality of Fried Tofu

HUANG Dao-mei, MENG Fan-bo, TANG Peng-yu, CHEN Xi, ZHENG Xiu-yan, LIN Mao*

(Modern Agricultural Development Research Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China)

Abstract: In order to find effective preservation methods for fried tofu, the effects of cold storage treatment and frozen storage treatment on the storage quality of fried tofu are compared. The sensory evaluation, conventional microorganisms, flavor and texture characteristics of fried tofu are measured. The results show that the sensory score of fried tofu treated by cold storage is 81 on the 4th day, and the number of colonies, molds and coliforms begins to increase rapidly. The sensory quality of fried tofu treated by frozen storage is exceptional and stable within 28 days, and the number of microorganisms have no significant change, the texture characteristics of frozen fried tofu has certain changes and then remain stable, and there's a slight change after 24 days by electronic nose detection. Therefore, low temperature treatment can prolong the storage period of fried tofu, and frozen storage treatment has better preservation effect and has little effect on the sensory quality, flavor and texture characteristics of fried tofu.

Key words: fried tofu; cold storage; frozen storage; microorganisms; texture characteristics

发豆腐,属于油炸豆腐类,起源于贵州省天柱县远口镇磨山村,是当地具有上百年历史的特色食品,祖传加工工艺结合特殊的环保天然山泉水,成就了发豆腐柔软、细嫩、豆香味浓郁且越煮越嫩的特点,深受当地及周边省市消费者喜爱。“发豆腐”制作工艺复杂、传统,现以小作坊纯手工加工为主,加工条件简陋,保存期极短,使得该产业多年来一直处于停滞不前的状态。目前,远口发豆腐产业因保鲜瓶颈导致大部分加工作坊存在严重的食品安全风险,产品品质良莠不齐,没有形成标准的行业规范,致使发豆腐产业停滞不前^[1]。

发豆腐因水分含量远高于其他类油炸豆腐,不易贮藏,常温下仅能保鲜12~24 h,随着微生物的大量繁殖,导致产品质构被破坏且产生异味。豆腐保鲜一直是行业内的技术瓶颈,目前,乳酸链球菌^[2-3]、纳他霉素^[4-5]、丙酸及其盐类是国内外豆腐保鲜研究中最常用的保鲜剂,均有一定的保鲜效果,但效果并不理想^[6-7]。

本文主要采用冷藏及冻藏处理方式,对发豆腐贮藏过程中的常规微生物进行检测分析^[8],并借助电子鼻^[9-10]和质构仪从气味和内部物理结构上监测发豆

收稿日期:2021-03-16

基金项目:贵州省服务企业行动计划(黔科合平台人才[2016]5712号);贵州省工程技术研究中心项目(黔科合平台人才平台[2016]5203号)

作者简介:黄道梅(1989-),女,土家族,湖南常德人,助理研究员,硕士,研究方向:农产品加工与贮藏。

*通讯作者:林茂(1979-),女,彝族,贵州贵阳人,研究员,博士,研究方向:农产品加工与贮藏。

引文格式:黄道梅,孟繁博,汤鹏宇,等.低温处理对发豆腐贮藏品质的影响[J].中国调味品,2021,46(8):69-75.

腐的品质变化^[11-12],明晰冷藏及冻藏方式的保鲜效果及其对发豆腐产品品质的影响^[13],为贵州“发豆腐”这一特色传统食品的发展奠定了基础。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

大豆:市售安徽豆,采购于天柱县农贸市场;水源:贵州省天柱县远口镇高山天然泉水;石膏:采购于天柱县农贸市场;系列合成培养基(MRS、孟加拉红、营养琼脂);均为生化试剂(BR)。

1.2 仪器与设备

SPX-150B-Z 电热恒温培养箱 上海博迅实业有限公司;VORTEX 涡旋振荡器 上海达姆实业有限公司;SJ-CJ-2FDQ 超净工作台 苏洁医疗器械(苏州)有限公司;BKQ-B50II 全自动高压蒸汽灭菌器 山东博科生物产业有限公司;XC-30 菌落计数器 上海海恒机电仪表有限公司;便携式电子鼻 德国 Airsense 公司;PEN3 型质构仪、TMS-PRO 型物性测定仪(配有双向拉伸探头、P/BS 剪切探头) 美国 FTC 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 “发豆腐”的制备

选取外观正常、无腐烂的安徽大豆,加入适量自来水,于 25℃ 恒温浸泡约 4~5 h,冲洗干净后进行磨浆处理,磨浆后的豆浆通过加热、点卤、压榨后制成鲜豆腐,将鲜豆腐进行切分后高温油炸制成“发豆腐”。

1.3.2 不同处理方式

将制成的“发豆腐”立即分成 3 组,按表 1 进行处理。

表 1 不同处理方式

Table 1 Different treatment methods

序号	处理方式	备注
1	常温	25℃ 恒温贮藏
2	冷藏	4℃ 恒温贮藏
3	冻藏	-20℃ 恒温贮藏

1.3.3 感官评价

邀请食品相关专业人员 10 名组成评价小组进行评分,包括色泽、口感、气味及组织状态,具体评分标准见表 2。

表 2 感官指标评价标准

Table 2 The evaluation criteria of sensory indexes

指标及权重	评价标准	得分
色泽 (20%)	呈均匀浅金黄色	17~20
	金黄色且色泽变暗	13~16
	黄褐色且颜色暗沉	0~12
口感 (30%)	细腻软弹,味道纯正清香	25~30
	口感稍显粗糙质硬,滋味平淡	19~24
	口感无弹粗糙	0~18
气味 (20%)	具有油炸豆腐的特殊香味	17~20
	香味平淡	13~16
	有酸、馊、臭等不良气味	0~12
组织状态 (30%)	形态完整,软硬适中,有弹性,细腻无杂质	25~30
	形态基本完整,弹性稍微下降	19~24
	形态不完整,碰之易碎,无弹性,表面发粘	0~18

1.3.4 菌落总数测定

参照 GB 4789.2-2016《食品微生物学检验 菌落总数测定》。

1.3.5 酵母菌及霉菌数测定

参照 GB 4789.15-2016《食品微生物学检验 霉菌和酵母计数》。

1.3.6 大肠菌群数测定

参照 GB 4789.3-2016《食品微生物学检验 大肠菌群计数》。

1.3.7 质构变化测定

取厚薄相对均匀的发豆腐,修剪为长 4 cm、宽 1 cm 的长条状,注意避开油炸不均匀、露白、有油炸泡等缺陷的样品。剪切力参数设置:初始力 1 N、回程距离 20 mm、剪切速率 20 mm/min、回程速率 30 mm/min,剪切力每条样品上机测试 2 次,每组样品取 20 条,总量约 40 次测试,去掉异常组取平均值。拉伸力参数设置:初始力 0.2 N、拉伸距离 15 mm(确保样品完全断裂为准)、拉伸速度 15 mm/min,同一组样品取样不小于 20 组,去掉异常组取平均值。

1.3.8 气味变化分析

将发豆腐样品切成长 4 cm、宽 3 mm 左右的长条状,称取 5.0 g 样品置于 50 mL 的顶空瓶中,立即用带有聚四氟乙烯的盖子进行密封,室温平衡 20 min 进行电子鼻测试。测试条件:样品测试时间 90 s,采样间隔 1 s,清洗时间 120 s,归零时间 10 s,载气流速 300 mL/min,进样流量 300 mL/min。

2 结果与分析

2.1 贮藏期“发豆腐”感官评价结果分析

按照 1.3.3 的方法进行感官评价的检测,结果见表 3。

表 3 感官评价结果

Table 3 The sensory evaluation results of fried tofu

贮藏期 /d	色泽			口感			气味			组织状态			总分		
	常温	冷藏	冻藏	常温	冷藏	冻藏	常温	冷藏	冻藏	常温	冷藏	冻藏	常温	冷藏	冻藏
0	20	20	20	30	30	30	20	20	20	30	30	30	100	100	100
1	17	19	18	25	29	28	17	19	19	20	29	27	79	96	92
2	14	17	18	19	27	28	13	18	19	19	27	27	65	89	92
3	8	15	18	5	27	28	3	17	19	6	26	27	22	85	92
4	-	13	18	-	25	28	-	17	19	-	26	27	-	81	92
8	-	10	18	-	21	27	-	16	19	-	19	27	-	66	91
12	-	8	18	-	12	27	-	13	19	-	17	27	-	50	91
14	-	5	18	-	9	27	-	13	19	-	10	27	-	37	91
16	-	1	18	-	0	27	-	6	19	-	5	26	-	12	9
20	-	-	17	-	-	26	-	-	19	-	-	26	-	-	88
24	-	-	17	-	-	26	-	-	19	-	-	26	-	-	88
28	-	-	17	-	-	26	-	-	18	-	-	26	-	-	87

由表 3 可知,常温贮藏的发豆腐随着贮藏期的延长感官品质下降较快,到第 3 天时已严重腐败,表面分布有霉斑,组织结构被破坏,有异味产生。而冷藏、冻藏处理的发豆腐在第 1 天时感官评分分别为 96,92,说明低温处理对发豆腐感官品质仅有轻微影响,冻藏

影响略大于冷藏。冷藏处理的发豆腐在第4天时感官评分为81,各方面状态良好,第8天时仅为66,第16天时为12,16 d后已严重变质,无法进行感官评价,说明冷藏处理的发豆腐在4 d内能维持较好的感官品质。冷冻处理的发豆腐在为期28 d的贮藏期内感官品质良好且稳定。

2.2 贮藏期“发豆腐”微生物变化分析^[14]

2.2.1 菌落总数变化

测定了贮藏过程中各处理组“发豆腐”的菌落总数,结果见图1。

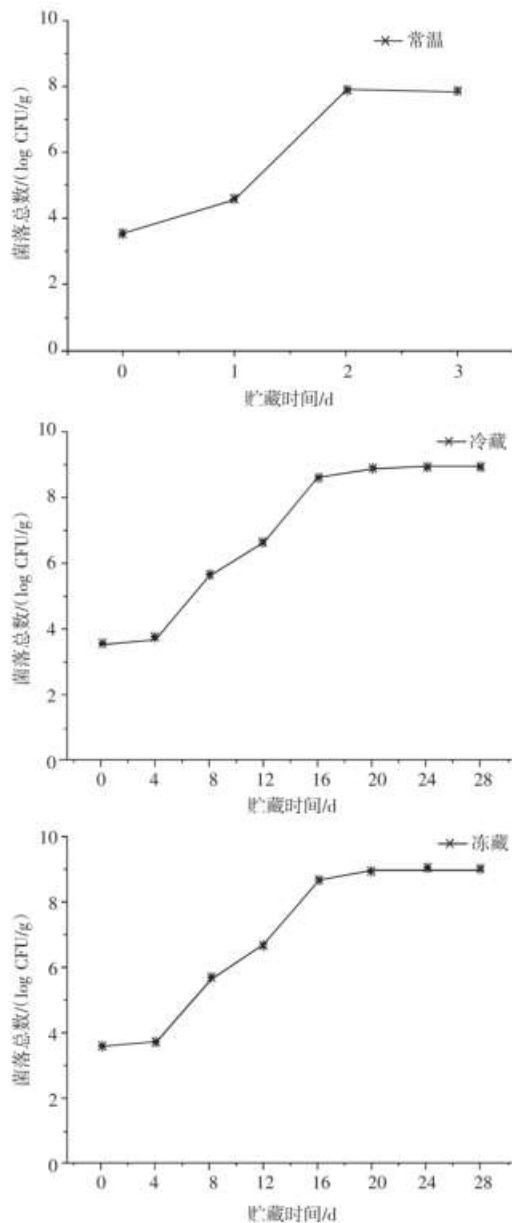


图1 “发豆腐”贮藏期间菌落总数变化

Fig. 1 Changes of total number of bacterial colonies of fried tofu during storage

由图1可知,在贮藏过程中,“发豆腐”在整个贮藏期菌落总数呈现总体增加趋势,且初始菌落总数为 3.6

$\times 10^3$ CFU/g,是“发豆腐”制作环境无法满足生产要求受一定程度污染所致。常温对照组在贮藏第1天时菌落总数显著增加,到第3天时菌落总数达到 7.5×10^7 CFU/g,并趋于稳定,而此时常温对照组“发豆腐”已腐烂变质。冷藏组从贮藏第4天开始菌落总数急剧增长,第16天达到 3.9×10^8 CFU/g,此时,产品已有轻微异味且质构已损害。速冻组在贮藏第4天时菌落总数有所下降,原因可能是速冻处理杀灭了一部分微生物,且在贮藏期间菌落总数呈现缓慢增长趋势,贮藏28 d时菌落总数为 3.1×10^3 CFU/g,接近初始菌落数。

2.2.2 酵母菌数变化

测定了贮藏过程中各处理组“发豆腐”的酵母菌数,结果见图2。

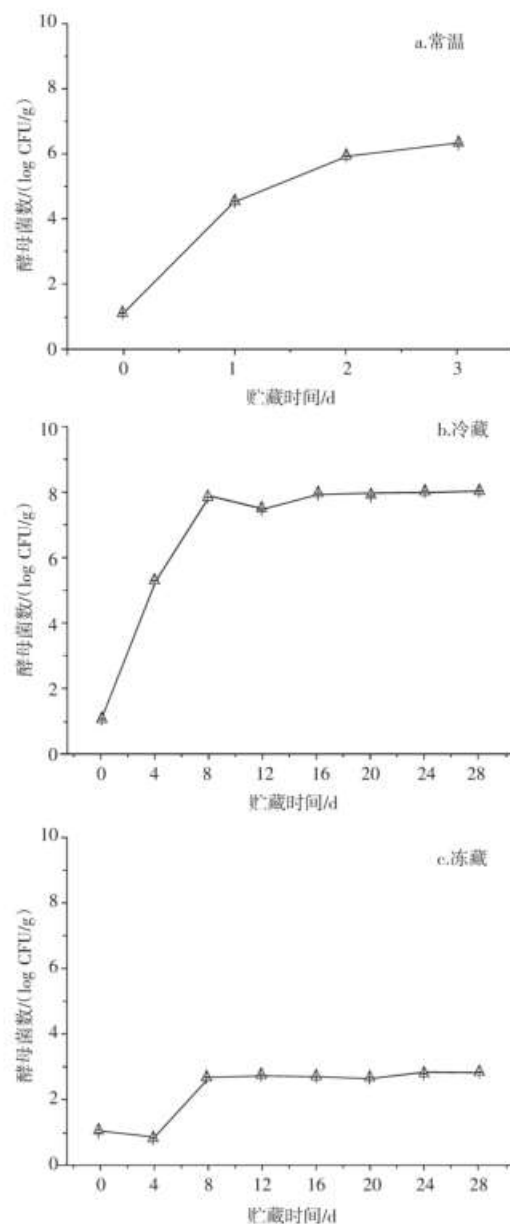


图2 “发豆腐”贮藏期间酵母菌数变化

Fig. 2 Changes of yeast count of fried tofu during storage

由图2可知,“发豆腐”在整个贮藏期酵母菌数与菌落总数同样呈现总体增加趋势。常温对照组在贮藏第1天时酵母菌数显著增加,到第3天时酵母菌数达到 2.0×10^6 CFU/g。冷藏组贮藏第1天开始酵母菌数便急剧增长,第8天时达到 7.2×10^7 CFU/g,这与菌落总数变化有区别,分析原因可能是低温对细菌具有明显抑制效果,而对酵母菌的抑制效果不佳。速冻组在贮藏第4天时酵母菌数稍微下降,分析原因是速冻处理杀灭了一部分微生物,且在贮藏期间酵母菌数呈现缓慢增长趋势,贮藏28天时酵母菌数为590 CFU/g。

2.2.3 霉菌数变化

测定了“发豆腐”储藏期间的霉菌数,结果见表4。

表4 “发豆腐”贮藏期间霉菌数

Table 4 The mold count in fried tofu during storage

处理组	贮藏期霉菌数/(CFU/g)										
	0	1	2	3	4	8	12	16	20	24	28
常温	3	210	1400	3200	-	-	-	-	-	-	-
冷藏	3	-	-	-	86	360	960	1600	3400	菌落蔓延	菌落蔓延
冻藏	3	-	-	-	5	5	12	16	26	24	28

由表4可知,在整个贮藏期间,不同处理方式的“发豆腐”检测的霉菌数均呈现总体上升的趋势,常温对照组霉菌数在贮藏第2天起便显著增加,冷藏组第8天起急剧增加,贮藏第16天时霉菌数为1600 CFU/g。速冻组产品的霉菌数在贮藏24 d内无明显增加。

2.2.4 大肠菌群数变化

测定了“发豆腐”贮藏期间的大肠菌群数,结果见表5。

表5 “发豆腐”贮藏期间大肠菌群数

Table 5 The coliform bacteria count in fried tofu during storage

处理组	贮藏期大肠菌群数/(MPN/g)										
	0	1	2	3	4	8	12	16	20	24	28
常温	<0.3	43	>1100	>1100	-	-	-	-	-	-	-
冷藏	<0.3	-	-	-	9.2	1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100
冻藏	<0.3	-	-	-	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

由表5可知,“发豆腐”初始大肠菌群数<0.3 MPN/g,常温对照组贮藏第1天检测大肠菌群数为43 MPN/g,第2天后检测大肠菌群数>1100 MPN/g。冷藏组第4天检测值为9.2 MPN/g,第8天为1100 MPN/g,第12天后检测值均>1100 MPN/g。而速冻组在贮藏24 d内均未检测出大肠菌群。根据GB 2712—2014《食品安全国家标准 豆制品》中大肠菌群限量标准为103 MPN/g,可知常温对照组第2天、冷藏组第8天已超标。

通过对“发豆腐”贮藏期微生物(菌落总数、酵母菌数、霉菌数、大肠菌群数)的测定,发现无任何处理的常温对照组在第2天时微生物便开始大量繁殖,在冷藏条件下能在一定程度上抑制微生物的增长,但贮藏保鲜期并不理想,基本只能保鲜1周时间,速冻处理方式保鲜效果较佳,在28 d的贮藏期内微生物无明显增加。

2.3 贮藏期“发豆腐”质构变化分析

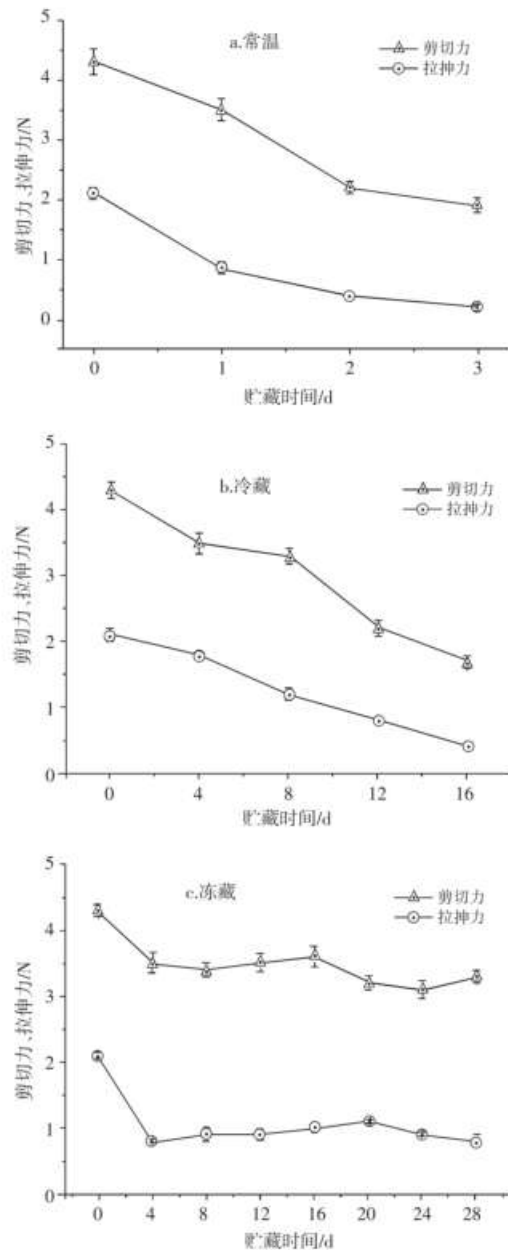


图3 “发豆腐”贮藏期间剪切力、拉伸力检测结果
Fig. 3 The test results of shear force and drawing force of fried tofu during storage

由图3可知,常温对照样品贮藏期内的剪切力、拉伸力结果,在试验进行第3天时,该样品已经存在明显变质,豆腐组织结构韧性消失,无法继续进行试验。结

果显示:在3 d内,样品的剪切力、拉伸力随着时间的增加呈现大幅下降趋势,剪切力从最开始的(4.2±0.3) N下降到第3天的(1.9±0.2) N,拉伸力从(2.1±0.2) N下降至第3天的0.2 N,说明发豆腐的腐败变质伴随着明显的质构变化,尤其对拉伸力而言更为明显。

相比于常温对照组,冷藏组的贮藏期得到明显提升,从3 d提升至16 d才无法继续试验。

冷藏组在贮藏期间,剪切力、拉伸力随时间变化仍呈现下降趋势,但与常温对照相比,在前12 d,剪切力、拉伸力的变化下降较为缓慢,说明在此期间低温发挥了较好的作用,抑制了样品的腐败变质,从而使得样品的质构变化较缓,在16 d时出现明显质构松散,无法继续试验,说明冷藏组的主要变质区间应该在12~16 d之间。

冷冻组的情况与前两组有所区别,发豆腐样品经过冷冻后,剪切力、拉伸力发生一定变化,剪切力降低到3.4 N附近,拉伸力降低到0.9左右,拉伸力降低较为明显。但随着时间的延长,这两种数据基本处于同一水平线,这表明经过冷冻后的样品在28 d内仍然稳定在同一质构水平,即冷冻后的样品的质构相对稳定,组织结构基本没有变化。

剪切力表示将样品切断所需要的最大作用力,可以间接地展示出样品的组织紧密程度;拉伸力则是样品脱离组织所需要的最大作用力,可以表示样品的柔韧程度。随着储存时间的增加,若不对发豆腐样品进行额外干涉而储存于常温条件下,仅3 d时间样品的组织紧密性和柔韧性会基本消失,从而失去食用价值。在冷藏处理12 d后才逐渐开始出现组织弱化,16 d时丧失食用价值。而采用冷冻处理的样品,在最大试验期28 d时,仍然具有较好的组织紧密性和柔韧性,从外观而言,冷冻组在解冻后基本同新制作的产品保持一致。

2.4 贮藏期“发豆腐”气味变化分析

2.4.1 常温“发豆腐”在贮藏期内的风味变化

由图4和图5可知,电子鼻技术能够较好地地区分不同贮藏期的常温发豆腐。常温发豆腐PCA分析的PC1和PC2的贡献率分别为92.56%和7.33%,总贡献率为99.89%,说明分析结果包含了主要的样品信息,2 d和3 d距离较近,与0 d和1 d距离较远。从LDA分析图上看,常温发豆腐LDA分析的第一线性判别因子(LD1)和第二线性判别因子(LD2)的贡献率分别为91.04%和8.43%,总贡献率为99.47%,贮藏

期内2 d和3 d距离较近,而较其他处理组较远,说明2 d和3 d两组样品的风味相近,与0,1 d相比出现了较大变化^[15]。

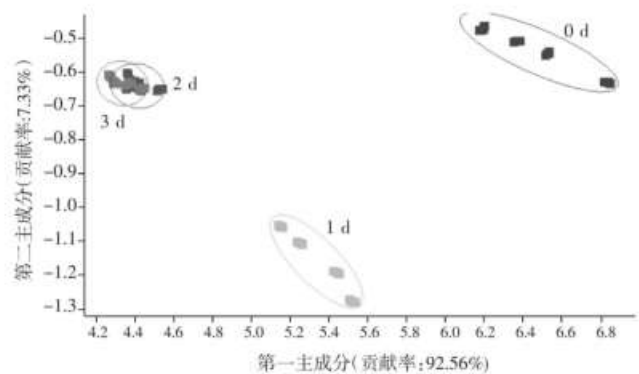


图4 常温发豆腐在贮藏期内电子鼻的PCA分析

Fig. 4 PCA analysis of fried tofu at normal temperature during storage by electronic nose

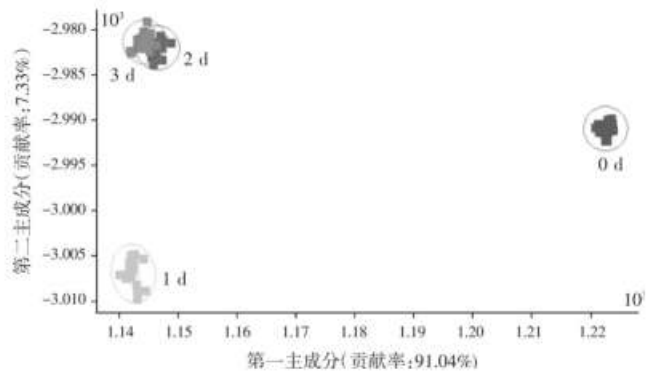


图5 常温发豆腐在贮藏期内电子鼻的LDA分析

Fig. 5 LDA analysis of fried tofu at normal temperature during storage by electronic nose

2.4.2 冷藏发豆腐在贮藏期内的风味变化

由图6和图7可知,电子鼻技术能够基本区分开不同贮藏期的冷藏处理组发豆腐。冷藏处理组PCA分析的PC1和PC2的贡献率分别为95.22%和4.51%,总贡献率为99.73%,说明分析结果包含了主要的样品信息。从LDA分析图上看,冷藏发豆腐LDA分析的第一线性判别因子(LD1)和第二线性判别因子(LD2)的贡献率分别为73.25%和21.51%,总贡献率为94.76%。综合分析,4 d和8 d无法区分,16 d和20 d重叠部分较多,24 d和28 d无法区分,与其他处理组距离较远,综合分析,说明冷藏发豆腐在贮藏期间的风味发生了变化,其中,4 d和8 d的风味成分较为相似,16 d和20 d的风味比较接近,24 d和28 d的风味比较相似,均与发豆腐初始风味0 d有区别。

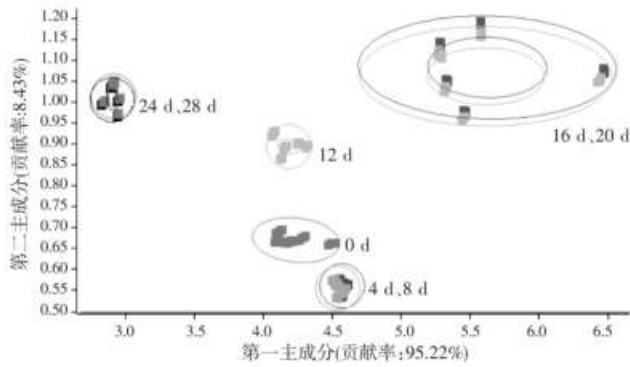


图 6 冷藏发豆腐在贮藏期内电子鼻的 PCA 分析
Fig. 6 PCA analysis of fried tofu by cold storage treatment during storage by electronic nose

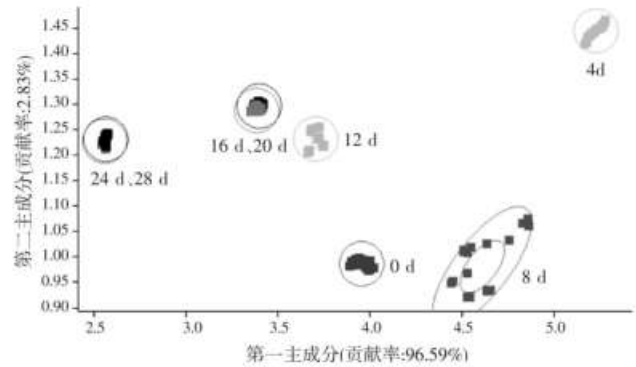


图 8 冻藏“发豆腐”在贮藏期内电子鼻的 PCA 分析
Fig. 8 PCA analysis of fried tofu by frozen storage treatment during storage by electronic nose

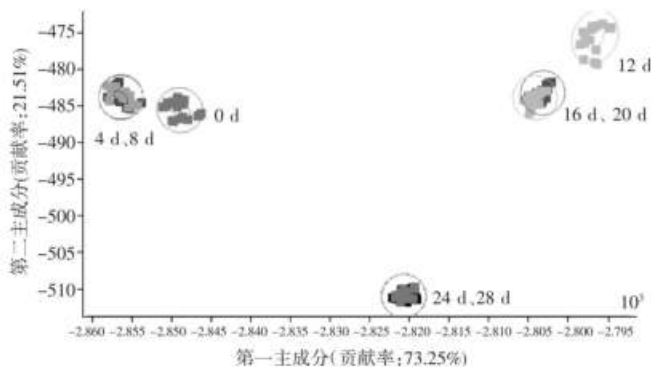


图 7 冷藏发豆腐在贮藏期内电子鼻的 LDA 分析
Fig. 7 LDA analysis of fried tofu by cold storage treatment during storage by electronic nose

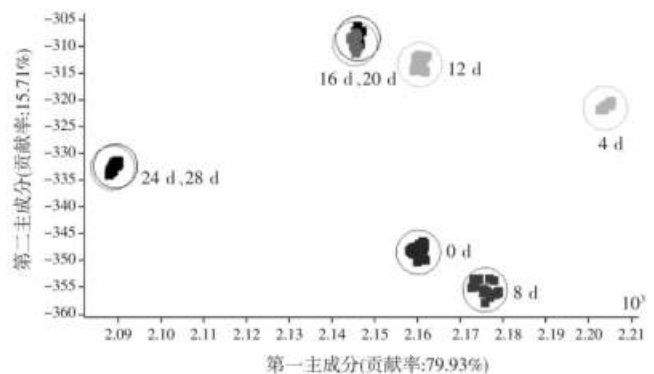


图 9 冻藏“发豆腐”在贮藏期内电子鼻的 LDA 分析
Fig. 9 LDA analysis of fried tofu by frozen storage treatment during storage by electronic nose

2.4.3 冻藏发豆腐在贮藏期内的风味变化

由图 8 和图 9 可知,电子鼻技术基本能够区分不同贮藏期的冻藏处理组发豆腐。冻藏发豆腐 PCA 分析的 PC1 和 PC2 的贡献率分别为 96.59% 和 2.83%,总贡献率为 99.42%,说明分析结果包含了主要的样品信息,从 LDA 分析图上看,冻藏发豆腐 LDA 分析的第一线性判别因子(LD1)和第二线性判别因子(LD2)的贡献率分别为 79.93% 和 15.71%,总贡献率为 95.64%。16 d 和 20 d 重叠部分较多,24 d 和 28 d 无法区分,与其他处理组距离较远,综合分析,说明冻藏发豆腐在贮藏期间的风味发生了变化,其中,16 d 和 20 d 的风味比较接近,24 d 和 28 d 的风味比较相似,与发豆腐初始风味 0,4,8,12 d 各处理组之间均有区别。

冷藏、冻藏和常温对照发豆腐 3 组样品中,冻藏发豆腐风味在 24 d 开始发生变化,冷藏发豆腐风味成分在 24 d 时发生变化,常温发豆腐风味在 3 d 开始变化,7 d 时气体成分差异最大。

3 结论

通过检测不同处理方式“发豆腐”的感官、微生物变化、质构变化及气味变化,结果表明:发豆腐在常温无任何处理的情况下保鲜期极短,为 24 h,在冷藏条件下能一定程度上延长货架期,但效果并不理想,保鲜期为 4 d,若采用冻藏方式处理能有效延长保鲜期。后续还需对速冻及高温灭菌方式处理后“发豆腐”的贮藏期加以延长来确定其保鲜效果。因此,对于发豆腐这类油炸豆腐产品,采用冷藏及冻藏的物理性保鲜措施能够有效解决当地产业的技术瓶颈,值得深入研究及推广使用,为贵州省天柱县远口镇发豆腐产业的发展提供了技术支持。

参考文献:

- [1] ZHENG L, REGENSTEIN J M, TENG F, et al. Tofu products: a review of their raw materials, processing conditions, and packaging[J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2020, 19(6): 3683-3714.

- [2]杨立娜,赵亚凡,马丹丹,等. Nisin及纳他霉素生物保鲜剂对豆腐保鲜效果的研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(10):21-27.
- [3]冯林慧,李迎秋. 纳他霉素和乳酸链球菌素复配在食品中的应用[J]. 中国调味品, 2019, 44(2):190-192.
- [4]李惠,熊忠飞,李喜宏. 复合生物保鲜剂对番茄酱防腐保鲜效果研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(4):69-71, 76.
- [5]刘刚. 纳他霉素在果蔬作物采后防病保鲜方面表现出色[J]. 农药市场信息, 2020(4):62-63.
- [6]YANG S, PENG Z, WANG L, et al. Calcinated shell powder from *Corbicula fluminea* as a natural antimicrobial agent for soybean curd (tofu) preservation[J]. Food Science and Technology Research, 2019, 25(4):545-553.
- [7]HAMAD A, DJALIL A D, SAPUTRI E Y, et al. Bay leaf essential oils inhibited microbial growth and exerted potential preservation effects on tofu[J]. Advances in Food Science Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering, 2020, 3(2):46-52.
- [8]王勃,朱力杰,刘贺,等. 贮藏期间干豆腐微生物指标和感官品质的变化[J]. 食品工业, 2015, 36(10):160-162.
- [9]李加双,张良,王晶,等. 不同加热处理对豆腐风味和异黄酮含量的影响研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(11):1-9.
- [10]刘树萍,冯爽,方伟佳. 电子鼻在辣白菜腌制及发酵工艺中的应用研究[J]. 中国调味品, 2019, 44(12):99-103, 107.
- [11]蔡雪梅,何莲,易宇文,等. GC-MS结合电子鼻分析啤酒对啤酒鸭风味的影响[J]. 中国调味品, 2020, 45(7):158-163.
- [12]任凯,陶康,于政鲜,等. TPA测试条件对豆腐质构测试结果的影响[J]. 中国调味品, 2019, 44(9):29-32, 38.
- [13]马燕,田少君,毛小平,等. 冷冻工艺对豆腐品质的影响研究[J]. 粮食与油脂, 2014, 27(11):48-51.
- [14]黄道梅,孟繁博,陈曦,等. 火龙果发酵饮品低温发酵过程中微生物变化规律分析[J]. 现代食品科技, 2019, 35(1):103-108.
- [15]闫子茹,岳盈肖,赵江丽,等. 基于电子鼻分析1-MCP对‘香红’梨后熟进程的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(4):271-275, 281.

(上接第46页)

参考文献:

- [1]于倩倩,李聪,周辉,等. 发酵肉制品风味分析及形成途径研究[J]. 肉类工业, 2019(11):52-58.
- [2]谢主兰,雷晓凌,何晓丽,等. 食盐添加量对低盐虾酱品质特征的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(9):116-119.
- [3]张平. 食盐用量对四川腊肉加工及贮藏过程中品质变化的影响[D]. 成都:四川农业大学, 2014.
- [4]CAI W, LANG Mingjian, JIANG Xiaobo, et al. Correlation among high salt intake, blood pressure variability, and target organ damage in patients with essential hypertension: study protocol clinical trial (SPIRIT compliant)[J]. Medicine, 2020, 99(14):19548.
- [5]温荣欣,扈莹莹,殷小钰,等. 食盐添加量对哈尔滨风干肠脂质和蛋白氧化及挥发性化合物形成的影响[J]. 食品科学, 2020, 41(2):29-36.
- [6]张东,李洪军,王鑫月,等. 食盐添加量对腊肉品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2017(11):159-164.
- [7]郑海波,朱金鹏,李先保,等. 高压和食盐对鸡肉肠品质特性的影响[J]. 食品科学, 2018(21):109-115.
- [8]张凤宽,于雷,马丽丽,等. 风干肠加工新工艺与质量关键点控制[J]. 肉类研究, 2001(3):23-24.
- [9]赵莱楠,韩齐,俞龙浩,等. *Lactobacillus brevis* 对发酵风干肠理化品质的影响[J]. 中国调味品, 2019, 44(7):8-13.
- [10]黄梅香,张建林,王海滨. 降低食盐添加量对火腿肠的感官、质构及保水特性的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(7):125-128.
- [11]魏永义,王富刚,张莉. 火腿肠中水分和食盐含量的测定[J]. 肉类工业, 2013(1):34-36.
- [12]赵冰,李素,成晓瑜,等. 乳酸菌对羊肉风干香肠的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(5):109-114.
- [13]李暮春,孔保华,李木子,等. 发酵温度对风干肠亚硝酸盐含量影响及与理化指标相关性[J]. 食品工业, 2014, 35(8):190-194.
- [14]陈佳新,陈倩,孔保华. 食盐添加量对哈尔滨风干肠理化特性的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(12):85-92.
- [15]吴健锋,张立彦. 食盐对猪肉脱水过程中物理特性及微观结构的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(14):67-72.
- [16]赵俊仁,孔保华. 乳酸菌发酵对风干香肠物理化学性质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2010, 36(10):170-173.
- [17]关蓉,李琳,王建辉,等. 不同食盐添加量对冷藏草鱼品质的影响[J]. 食品科学技术学报, 2020, 38(5):100-108, 126.
- [18]任小青,刘彩虹,马丽珍. 发酵芹菜粉对风干肠冷藏过程中理化特性的影响[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(17):24-28.
- [19]焦慎江,赵志磊,张良,等. 腌制预处理对红烧肉品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(15):72-79.
- [20]翟丞,贺稚非,王兆明,等. 不同食盐添加量腌制对鸡肉脂质氧化、蛋白质氧化及食用品质的影响[J]. 食品科学, 2020, 41(16):77-85.
- [21]张秋会,李苗云,柳艳霞,等. 食盐含量对熏煮鸡肉香肠的品质特性的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2017, 38(2):62-68.