

气调保鲜干豆腐研究

范杰英, 孙洪蕊, 刘香英, 田志刚
(吉林省农业科学院, 长春 130033)

摘要:为延长干豆腐的保质期, 本试验以感官评价及微生物评价为指标, 研究保鲜液喷淋与气调保鲜技术相结合对干豆腐保鲜效果的影响。研究表明: 保鲜液与气调保鲜技术相结合可显著改善干豆腐的保鲜效果。其中, 乳酸链球菌素与山梨酸钾的最优配比为 1:1, 氮气与二氧化碳的最优配比为 1:3。在保证干豆腐口感和风味的前提下, 经此条件处理后, 干豆腐在 4℃ 条件下保质期可达到 10 d。

关键词:干豆腐; 保鲜; 气调

中图分类号: TS214

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)05-0056-04

Studies on Controlled Atmosphere Storage of Dried Tofu

FAN Jieying, SUN Hongrui, LIU Xiangying, TIAN Zhigang

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to prolong the shelf life of dried tofu, sensory evaluation and microbiological evaluation were used as indicators to study the effect of fresh liquid spray and controlled atmosphere storage on the fresh keeping effect of dried tofu. The results showed that the fresh-keeping effect of dried tofu could be significantly improved by the combination of fresh keeping liquid and controlled atmosphere storage technology. Among them, the optimum ratio between nisin and potassium sorbate was 1:1, and the optimum ratio of nitrogen and carbon dioxide was 1:3. Under the premise of ensuring the taste and flavor of dried tofu, the dried tofu could be stored for 10 days at 4℃ after this treatment.

Key words: Dried tofu; Storage; Controlled Atmosphere Technology

干豆腐为东北特产, 也叫“东北干豆腐”, 是一种薄片状的豆腐制品, 千百年来深受东北人民的钟爱。传统生产过程中, 干豆腐的工业化水平较低, 多数以手工操作为主, 卫生条件差。干豆腐流通过程中, 通常在无包装无冷藏的情况下出售, 产品很容易腐败变质, 因此干豆腐的保质期问题成为人们关注的焦点^[1-2]。

干豆腐的腐败变质是由于干豆腐物理性质和初始的微生物而改变。董国庆等^[3]对干豆腐的综合保鲜技术进行研究, 在腐败变质的干豆腐中分离出 2 种优势病原菌, 经鉴定为芽孢杆菌和肠杆菌。利用保鲜剂与真空包装相结合的方法对干豆腐进行保鲜, 使其保质期在保证口感和风味的基

础上显著延长。王敏等^[4]对干豆腐丝主要腐败细菌的分离鉴定及其防腐工艺进行研究, 研究表明, 从腐败变质的干豆腐丝中分离纯化得到 4 株主要腐败细菌, 分别为: 成团肠杆菌、短小芽孢杆菌、巨大芽孢杆菌和溶酪葡萄球菌。利用复合防腐剂以及真空包装相结合的方法对干豆腐丝进行保鲜, 保质期显著延长。

目前关于延长豆腐保质期的研究多集中在辐射杀菌^[5]、微波杀菌、高压处理以及化学抑菌等^[6]方面, 多数都采用单一抑菌手段, 抑菌效果有限。所以干豆腐的保鲜必须采用综合保鲜技术, 对干豆腐进行必要的工艺技术处理, 添加保鲜剂^[7-13], 使得干豆腐在产品保质期内不发生变劣现象, 保持新鲜干豆腐的品质。

本试验用天然食品防腐剂乳酸链球菌素与传统食品防腐剂复配, 用复配液对干豆腐进行喷淋保鲜处理, 在此基础上应用气调保鲜技术, 进一步提高干豆腐的保鲜效果, 延长干豆腐的保质

收稿日期: 2017-06-12

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2014BAD22B01); 吉林省农业科技创新工程(C62150301)

作者简介: 范杰英(1975-), 女, 助理研究员, 硕士, 从事农业信息和农业生物技术研究。

期。以期能为保鲜干豆腐的工业化生产提供一些可行的实施方案。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

干豆腐(实验室自制);乳酸链球菌素(美国唐瑞斯食品物料公司);山梨酸钾(美国唐瑞斯食品物料公司);丙酸钙(美国唐瑞斯食品物料公司);双乙酸钠(美国唐瑞斯食品物料公司)。

复合气调保鲜包装机(MAP-H360,苏州森瑞保鲜设备有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 干豆腐制作

筛选:选择籽粒大小均匀、饱满、无虫蛀、无霉变大豆。

浸泡:按料水比1:3加水浸泡,20℃条件下浸泡12 h。

磨浆:大豆与水的比例为1:8(m:m),磨浆工序重复2次,将头遍浆与二遍浆混合。头遍浆又称浓豆浆(用60%的总用水量所磨的豆浆)。二遍浆又称稀豆浆(剩下40%的水与头遍浆产生的豆渣混合磨浆后的豆浆)。将两次磨浆后的豆浆混合,进行以下操作工序。

煮浆:采用两步加热法,75℃加热5 min,95℃加热5 min。

点脑:取出豆浆,冷却至80℃,加入20 mL MgCl₂(125 mg/mL)溶液,一边倒一边搅拌。

蹲脑:将点脑后的豆浆放置在80℃水浴锅中静置20 min,然后利用电动搅拌器破脑。

浇制:将包布平铺在木板模具中,用平口瓢将破脑后产物浇洒到包布上,浇制一层盖一层包布。

脱水:用平板压力器在模具中均匀挤压,逐步脱水。

揭布:拆除模具,趁热揭下包布,得到干豆腐成品。

1.2.2 保鲜液的配制

将乳酸链球菌素(Nisin)分别与双乙酸钠、山梨酸钾、丙酸钙以1:1的比例配制成浓度为2%的水溶液。

1.2.3 保鲜效果评价方法

成品在4℃条件下保存,然后采用感官及微生物评价分析产品的品质。

1.2.4 感官评价

干豆腐品质优劣评价标准见表1。

表1 干豆腐品质优劣评价标准

干豆腐品质等级	组织状态	滋味	色泽	气味
良质干豆腐	质地细腻,边角整齐,有一定的弹性,层与层不黏连,无杂质 25分	滋味纯正 25分	呈乳白色或浅黄色,有光泽 25分	具有干豆腐特有的清香气味,无其他异味 25分
次质干豆腐	质地粗糙,边角不齐或缺损,弹性差且易被折断 15~25分	干豆腐本身滋味平淡 15~25分	比正常干豆腐的颜色深 15~25分	干豆腐特有的香气平淡 15~25分
劣质干豆腐	质地粗糙无弹性,表面黏滑,切开时粘刀 0~15分	有酸味、苦涩味及其他不良滋味 0~15分	呈深黄色略微发红,无光泽或光泽不均匀 0~15分	有馊味、腐臭味等不良气味 0~15分

1.2.5 微生物指标

检测大肠菌群,按GB 4789.3-2010规定的方法进行检测。

2 结果与分析

2.1 不同防腐剂复配液对干豆腐保鲜效果的影响

表2、表3为不同防腐剂复配液对干豆腐感官评定和微生物评定的结果。如表2所示,保存时间为3 d,3种复配液中,山梨酸钾与Nisin复配液的效果显著优于其他两种复配液的效果。其中

Nisin能有效抑制引起食品腐败的大多数革兰氏阳性细菌,包括葡萄球菌、乳杆菌、李斯特菌等,其比较突出的特性是对梭菌和芽孢杆菌具有较强的抑制作用,这些产生孢子的细菌是引起食品腐

表2 保存3 d干豆腐的感官评定和微生物评定

编号	感官评分	致病菌	大肠菌群 MPN
Nisin与山梨酸钾复配液	80	未检出	合格
Nisin与双乙酸钠复配液	59	未检出	不合格
Nisin与丙酸钙复配液	65	未检出	不合格

败的主要微生物^[14-15]。山梨酸钾是获得世界卫生组织和联合国粮农组织公认的安全高效的食品防腐剂,其主要的抑菌机理是能与微生物系统中的巯基结合,从而破坏许多重要的酶系统,并抑制微生物的呼吸作用,造成ATP以及NADH的缺失,使合成代谢受阻,最后导致细胞自溶死亡^[16-17]。

表3 保存5 d干豆腐的感官评定和微生物评定

编号	感官评分	致病菌	大肠菌群 MPN
Nisin 与山梨酸钾复配液	55	未检出	不合格
Nisin 与双乙酸钠复配液	20	未检出	不合格
Nisin 与丙酸钙复配液	29	未检出	不合格

当保存时间为5 d时(表3),干豆腐均已经变质。有研究表明,丙酸钙具有一定毒性,高浓度的双乙酸钠会产生一定的酸味,基于此,综合感官评分、菌落总数以及大肠菌群结果,选择山梨酸钾与Nisin复配液进行以下试验。

2.2 气体组成比例对干豆腐保鲜效果的影响

气调包装是指在一定的封闭包装内,根据食品需求,调节不同气体配比,以此来抑制引起食品品质劣变的氧化褐变作用、物理反应、生理生化反应等,从而达到延长食品保质期,提升产品使用价值的目的^[18]。气调包装中使用的气体一般

有三种:包括CO₂、N₂、O₂,每种气体都有各自独特的功能性质。其中CO₂是气调包装中占据重要地位的气体成分,其主要的作用是抑制需氧菌、真菌、霉菌等微生物的繁殖,有效地延长微生物的生长停滞期。N₂是一种惰性气体,其性质稳定,不与食品发生反应,也不易被食品吸收,因此添加N₂一般是为了排除O₂,降低空间内O₂的浓度,延缓食品的呼吸作用以及氧化作用,保持食品的颜色、香、味、脆、形,最大限度地抑制微生物的生长,延长食品的货架期^[19-20]。

在豆腐脑泼浆后5 s左右喷淋山梨酸钾、乳酸链球菌素复配液,然后将干豆腐置于气体组成比例不同的气调盒中,比较其状态的变化。其具体的气体组成比例为:1-氮气:二氧化碳(1:2);2-氮气:二氧化碳(1:3);3-氮气(100%);4-氮气:二氧化碳(2:1);5-氧气:二氧化碳(3:1);6-氮气:二氧化碳(1:1);7-二氧化碳(100%)。

如表4所示,当氮气:二氧化碳的比例为1:3时,其对干豆腐的保鲜效果最优,在4℃条件下,当保存时间为10 d时,干豆腐仍具有清香的气味和纯正的滋味,属于良质干豆腐。其大肠菌群合格,没有检出致病菌,卫生指标符合国家标准GB 2712-2014《食品安全国家标准豆制品》。

表4 不同气体组成对干豆腐品质的影响

保存时间		氮气:二氧化碳(1:2)	氮气:二氧化碳(1:3)	氮气(100%)	氮气:二氧化碳(2:1)	氮气:二氧化碳(3:1)	氮气:二氧化碳(1:1)	二氧化碳(100%)
2 d	气味	轻微臭味	干豆腐特有香味	浓重臭味	臭味明显	臭味明显	轻微臭味	干豆腐特有香味
	质地	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手
4 d	气味	轻微臭味	干豆腐特有香味	浓重臭味	臭味明显	臭味明显	轻微臭味	干豆腐特有香味
	质地	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手
6 d	气味	轻微臭味	干豆腐特有香味	浓重臭味	明显臭味	浓重臭味	轻微臭味	干豆腐特有香味
	质地	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手
8 d	气味	轻微臭味	干豆腐特有香味	浓重臭味、酸味	浓重臭味、酸味	浓重臭味、酸味	轻微臭味	酸味
	质地	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面湿黏	表面湿滑	表面湿滑	表面干爽、不粘手	表面湿滑
10 d	气味	轻微臭味	干豆腐特有香味	浓重臭味、酸味	浓重臭味、酸味	浓重臭味、酸味	轻微臭味、酸味	酸味
	质地	表面干爽、不粘手	表面干爽、不粘手	表面湿黏	表面湿黏	表面湿黏	表面湿黏	表面湿滑

3 结 论

3.1 在豆腐脑泼浆后5 s左右喷淋不同防腐剂,其中山梨酸钾与乳酸链球菌素复配液的保鲜效果显著,Nisin与山梨酸钾等配合使用可以克服Nisin作为窄谱抗菌剂的缺点。

3.2 在喷淋山梨酸钾与乳酸链球菌素复配液的基础上,应用气调保鲜技术进一步提高干豆腐的保鲜效果。试验得出氮气与二氧化碳的最优比例为1:3,在保证干豆腐口感和风味的前提下,在4℃条件下保质期可达到10 d。

参考文献:

- [1] 齐宝坤,王中江,王胜男,等.高弹性干豆腐生产工艺的研究[J].食品工业科技,2014,35(24):274-278.
- [2] 刘琳琳,董 辉,石彦国.干豆腐品质评价方法的研究[J].食品工业科技,2011,32(11):420-423.
- [3] 董国庆,李 莉,李喜宏,等.干豆腐的综合保鲜技术研究[J].食品工程·技术,2001(9),105-107.
- [4] 王 敏.非发酵性豆制品(豆腐丝)主要腐败细菌的分离鉴定及其防腐研究[D].石家庄:河北农业大学,2004.
- [5] 袁 芳,许德春,孟丽芬,等.风味豆制品辐照贮藏保鲜技术研究[J].核农学报,2001(3):145-148.
- [6] 管立军,程永强,李里特.豆腐保质期研究进展[J].食品工业科技,2008(11):269-272.
- [7] 王 勃,赵 旭,朱力杰,等.响应面法优化脉冲强光杀灭干豆腐细菌条件的研究[J].中国粮油学报,2015,30(2):92-96,102.
- [8] 孟 悦.不同大豆品种加工干豆腐品质评价的研究[D].长春:吉林农业大学,2015.
- [9] 齐宝坤,李 杨,王中江,等.脉冲电场联合微波杀菌技术对干豆腐品质的影响及工艺优化[J].食品工业,2015,36(1):50-54.
- [10] Thomas A, Meekin M, Thomas R. Shelf life prediction: status and future possibilities[J].International Journal of Food Microbiology, 1996, 33: 65-83.
- [11] James W Anderson, Belinda M Smith, Carla S Washnock. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 1999, 70(3): 464-474.
- [12] 潘 明,刘慧杰,郭脉玺.响应面分析法优化豆腐保鲜条件[J].食品研究与开发,2008,29(11):139-142.
- [13] 赵毓芝,刘成国,周 玄.气调包装技术在冷鲜肉生产中的研究进展[J].肉类研究,2011(1):72-77.
- [14] 孔保华,迟玉杰,郑冬梅,等.Nisin在大豆制品保鲜中的应用[J].食品与机械,1997(2):28-29.
- [15] 吕淑霞,白泽朴,代 义,等.乳酸链球菌素(Nisin)抑菌作用及其抑菌机理的研究[J].中国酿造,2008(9):87-91.
- [16] 胡春红,乔 琳,古红梅,等.常用食品防腐剂的抑菌效果[J].吉林农业科学,2013,38(1):83-86.
- [17] 冯紫慧,刘庆军.新型食品防腐剂—山梨酸钾的抑菌原理与应用[J].山东食品发酵,1998(3):45-47.
- [18] 常 蕊.气调包装技术在食品保鲜中的应用[J].农业工程,2012(12):28-30.
- [19] 范 珺.气调包装的效果以及影响因素分析[J].中国包装,2014(3):42-44.
- [20] 陈庆华,王 欣.气调包装(MAP)在果蔬保鲜方面的应用进展分析[J].黑龙江农业科学,2012(1):94-98.

(责任编辑:王 昱)

全国优秀农业期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

欢迎订阅2018年《中国种业》

《中国种业》是由农业部主管,中国农业科学院作物科学研究所和中国种子协会共同主办的全国性、专业性、技术性种业科技期刊。

刊物目标定位:以行业导刊的面目出现,并做到权威性、真实性和及时性。覆盖行业范围:大田作物、蔬菜、花卉、林木、果树、草坪、牧草、特种种植、种子机械等,信息量大,技术实用。

读者对象:各级种子管理、经营企业的领导和技术人员,各级农业科研、推广部门人员,大中专农业院校师生,农村专业户和广大农业生产经营者。欢迎投稿、刊登广告

月刊,大16开,每期20元,全年240元。国内统一刊号:CN 11-4413/S,国际标准刊号:ISSN 1671-895X,全国各地邮局均可订阅,亦可直接汇款至编辑部订阅,挂号需每期另加3元。邮发代号:82-132

地 址:(100081)北京市中关村南大街12号 中国种业编辑部

电 话:010-82105796(编辑部) 010-82105795(广告发行部)

传 真:010-82105796 网址:www.chinaseedqks.cn

E - mail: chinaseedqks@163.com