

# 葡萄糖添加量对色拉米生产过程中 主要栅栏因子的影响

周 彤, 李家鹏, 邹 昊, 潘晓倩, 田寒友, 李金春, 陈文华\*  
(中国肉类食品综合研究中心, 北京 100068)

**摘 要:** 为了提高发酵香肠生产的安全性, 本实验针对不同的葡萄糖添加量对色拉米生产过程中pH值和水分活度两个重要栅栏因子以及乳酸菌数和大肠杆菌数的影响进行了研究。结果表明, 随着葡萄糖添加量的增多, 色拉米pH值下降越快, 终点pH值越低; 水分活度也随着葡萄糖添加量的增多下降越快; 发酵期葡萄糖添加量越多, 乳酸菌生长速度越快, 进入干燥期后, 葡萄糖添加量对色拉米中乳酸菌数的变化没有显著影响; 葡萄糖添加量越高, 未检出大肠杆菌时间越早。因此, 在可接受的酸度和口感范围内, 适当增加葡萄糖的添加量, 可有效提高色拉米食用安全性。

**关键词:** 色拉米; 葡萄糖; pH值; 水分活度; 乳酸菌; 大肠杆菌

## Effect of Glucose Addition on Crucial Hurdle Factors for Salami Production

ZHOU Tong, LI Jia-peng, ZOU Hao, PAN Xiao-qian, TIAN Han-you, LI Jin-chun, CHEN Wen-hua\*  
(China Meat Research Center, Beijing 100068, China)

**Abstract:** The effect of glucose addition on the key hurdle factors pH value and water activity for the production of salami as well as lactic acid bacteria counts and *Escherichia coli* counts was investigated. With an increase in the amount of glucose added, the pH value of salami decreased faster and reached a lower level at the end of fermentation. The water activity of salami also declined faster when glucose addition was increased; additionally, the growth of lactic acid bacteria was faster during the fermentation period but was not noticeably affected during the drying period. *Escherichia coli* counts were at undetectable levels earlier with higher amounts of glucose added. Therefore, the safety of salami can be effectively improved when glucose addition is increased appropriately within the acceptable range of acidity and taste.

**Key words:** salami; glucose; pH value; water activity; lactic acid bacteria; *Escherichia coli*

中图分类号: TS251.6

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2014) 01-0004-04

以色拉米为代表的发酵香肠在法国、德国、意大利等欧美地区是一种传统的发酵食品, 具有色香浓郁、风味独特等特点, 深受消费者喜爱, 近些年国内市场也在逐步扩大, 逐渐培育起了自己的消费群体<sup>[1]</sup>。

我国的发酵肉制品大多属于自然发酵, 产品质量很不稳定。在发酵香肠加工技术领域方面, 我国学者对于加工工艺条件的研究开发和国外相比还是具有一定差距的<sup>[2-5]</sup>; 在发酵香肠工艺智能化方面, 国外也较为领先, 许多国家已广泛应用可控制自动发酵装置, 更高效且节能的设备也在不断开发之中。国内在这方面的研究相对欠缺, 随着我国经济水平的增长及国际化程度的不断加

大, 国内人民对发酵肉制品的接受度也越来越高, 色拉米消费量逐渐上升, 急需研发出智能化的发酵香肠配方和工艺设计技术。

发酵香肠大多未经过加热熏煮的过程, 且生产过程中有微生物的作用, 控制工艺较难, 具有较大的潜在风险, 如生产过程控制不当, 容易造成食品安全事故, 危及消费者身心健康<sup>[6]</sup>。随着消费者安全意识的逐渐提高, 发酵香肠的安全生产成为当务之急。发酵香肠通过一系列栅栏因子(水分活度、pH值、亚硝酸盐、氧化还原电位、竞争性菌落), 抑制了腐败菌和食品致病菌的生长, 而乳酸菌等有益菌不被抑制<sup>[7]</sup>。对发酵香肠生产的栅

收稿时间: 2013-11-21

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2011AA100805)

作者简介: 周彤(1984—), 男, 工程师, 硕士, 研究方向为食品微生物。E-mail: zhouhai767@gmail.com

\*通信作者: 陈文华(1964—), 女, 教授级高级工程师, 本科, 研究方向为肉品科学和加工技术。E-mail: chenwenhua99@sina.com

栏因子进行研究, 有利于确保发酵香肠生产的稳定性和安全性。其中pH值和水分活度是最为关键的2个栅栏因子。pH值是色拉米生产过程中发酵期的主要栅栏因子, 由于发酵期水分活度相对较高, 温度和湿度也适于大肠菌群等有害微生物的生长, 而pH值的快速下降则可有效抑制其生长。水分活度是干燥期的主要栅栏因子, 随着干燥的进行, 水分活度持续下降, 而致病菌和腐败菌无法在低水分活度下生长繁殖。欧美国家是发酵肉制品的主要消费和生产国家, 许多类型的发酵肉制品均已形成成熟的栅栏因子控制技术<sup>[8-12]</sup>, 我国发酵香肠工业化生产处于起步阶段, 生产过程关键栅栏因子控制技术也尚未应用到实际生产, 仍处于研究阶段<sup>[1, 6, 13-15]</sup>。

影响色拉米pH值和水分活度有原料的种类与用量、添加剂的种类和数量、发酵条件等几方面。葡萄糖是色拉米制作配方中的重要组分, 本实验针对不同的葡萄糖添加量对色拉米生产过程中pH值和水分活度2个重要栅栏因子以及乳酸菌数和大肠杆菌数的影响进行了研究, 为发酵香肠工艺智能化配方的研究奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

猪4号肉、牛肉辣椒条、猪背脂、纤维素肠衣 中国肉类食品综合研究中心实验厂; 葡萄糖、硝酸钾、黑胡椒粒、大蒜、异抗坏血酸钠、亚硝酸钠、三聚磷酸盐、长城干红(食品级) 市售; Lyocarni PRO-MIX 5发酵剂, 其中菌种包括木糖葡萄球菌(*Staphylococcus xylosus*)、植物乳杆菌(*Lactobacillus paraplantarum*)、沙克乳酸杆菌(*Lactobacillus sakei*) 意大利萨科公司。

培养基: MRS琼脂培养基、结晶紫中性红胆盐琼脂(VRBA)培养基、煌绿乳糖胆盐(BGLB)肉汤培养基 北京奥博星生物技术有限责任公司; 氯化钾 国药集团化学试剂有限公司。

### 1.2 仪器与设备

K20Rasv型斩拌机 德国Seydelmann公司; OSCAR20型灌肠机 德国Frey公司; BT224S分析天平 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司; S-100涡旋振荡器 大洋科学工业株式会社; HGDS-250恒温恒湿试验箱 上海一实仪器设备厂; F1-45 Toyo恒温培养箱 东洋化学产业有限公司; GI54DWS全自动高压灭菌器 美国致微(厦门)仪器有限公司; ESCO二级生物安全柜 上海金鹏分析仪器有限公司; FSP-625匀浆机 日本Nihonseiki Kaisha公司; PHT-810 pH测量仪 广州市毅佰科学仪器有限公司; Labmaster 水分活度仪 瑞士Novasina公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 色拉米制作工艺流程

腌制剂、香辛料、发酵剂等

↓

原料肉(猪肉、牛肉、脂肪)预处理→切丁→斩拌→接种→灌肠→发酵(温度30℃, 湿度95%, 48h)→干燥(温度15℃, 湿度75%, 25d)→包装→成品

#### 1.3.2 色拉米pH值测定<sup>[16]</sup>

采用GB/T 9695.5-2008/ISO 2917:1999《肉与肉制品: pH值测定》对葡萄糖添加量分别为0、5、10、20 g/kg的色拉米pH值进行测定。

#### 1.3.3 色拉米水分活度测定

将色拉米切成小碎粒, 利用水分活度仪在恒温25℃下对葡萄糖添加量分别为0、5、10、20 g/kg的色拉米水分活度进行测定。

#### 1.3.4 色拉米乳酸菌总数测定<sup>[17]</sup>

采用GB 4789.35-2010《食品微生物学检验: 乳酸菌检验》对葡萄糖添加量分别为0、5、10、20 g/kg的色拉米中乳酸菌总数进行测定。

#### 1.3.5 色拉米大肠杆菌总数测定<sup>[18]</sup>

采用GB 4789.3-2010《食品微生物学检验: 大肠菌群计数》对葡萄糖添加量分别为0、5、10、20 g/kg的色拉米中大肠杆菌总数进行测定。

#### 1.3.6 数据分析

实验均做3个平行, 重复2次。数据均表示为平均值±标准差形式。

## 2 结果与分析

### 2.1 葡萄糖添加量对色拉米生产过程中pH值的影响

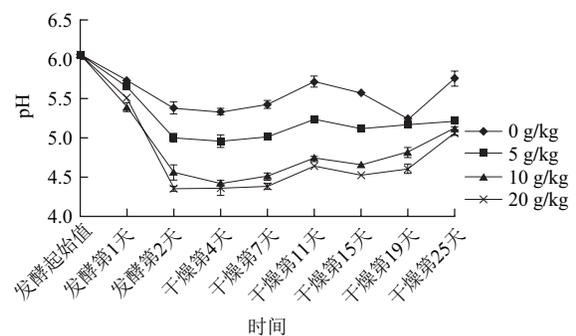


图1 葡萄糖添加量对色拉米pH值的影响

Fig.1 Effect of glucose addition on pH value of salami

如图1所示, 不同葡萄糖添加量的色拉米pH值在干燥生产过程中均呈现出先降低后升高的总体趋势, 发酵阶段的环境条件适宜发酵剂中乳酸菌的快速生长, 使色拉米pH值快速下降; 干燥阶段后期, 发酵剂分解蛋白质

产生氨基酸,使色拉米pH值略有上升,从而也可以适当消除产品强烈的酸感<sup>[19]</sup>。从图1可明显看出,葡萄糖添加量对产品pH值具有显著影响。随着葡萄糖添加量增多,色拉米pH值下降越快,pH值也越低,发酵结束时,葡萄糖添加量为20 g/kg的色拉米pH值下降到4.36。这主要是由于葡萄糖通常是微生物最先利用的营养物质,葡萄糖添加量越多,乳酸菌生长越快,产酸也就越多越快,必然会造成产品pH值下降越快,pH值越低。

## 2.2 葡萄糖添加量对色拉米生产过程中水分活度的影响

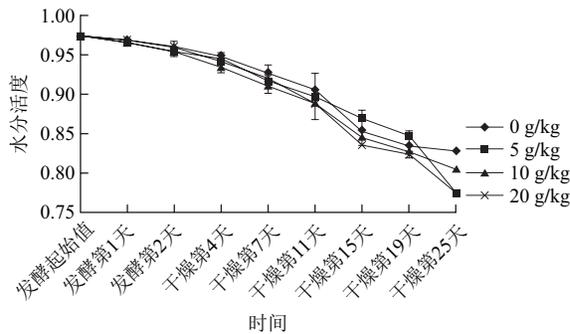


图2 葡萄糖添加量对色拉米水分活度的影响

Fig.2 Effect of glucose addition on water activity of salami

不同葡萄糖添加量对色拉米生产过程中水分活度的影响结果如图2所示,结果表明,葡萄糖添加量越多,水分活度下降越快。这主要是由于葡萄糖添加量会影响干燥起始pH值,葡萄糖添加量越多,干燥起始pH值越低,使蛋白质保水能力越差,干燥速度越快,水分活度下降也越快<sup>[20]</sup>。因此,在口感可接受范围内,增加葡萄糖添加量可加快产品干燥过程。

## 2.3 葡萄糖添加量对色拉米生产过程中乳酸菌数的影响

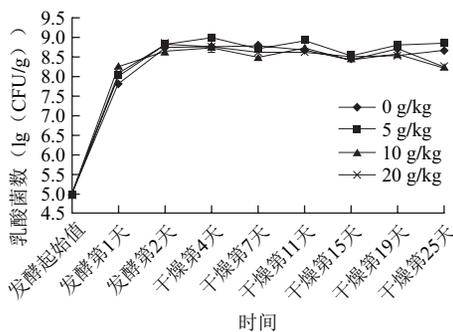


图3 葡萄糖添加量对色拉米乳酸菌数的影响

Fig.3 Effect of glucose addition on lactic acid bacteria count of salami

如图3表明,发酵初期,葡萄糖添加量为0、5、10 g/kg时,乳酸菌生长速度随着葡萄糖添加量的增多而加快( $P < 0.05$ );葡萄糖添加量高于10 g/kg时,乳酸菌生长速度不再随着葡萄糖添加量的增多而加快( $P > 0.05$ );发酵终点,乳酸菌数均达到最大菌数。进入干燥期后,

乳酸菌生长进入稳定期,葡萄糖添加量对色拉米中乳酸菌数的变化没有明显的影响。这可能是由于干燥期温度较低,乳酸菌的生长活性降低,其对葡萄糖的代谢活性也随之降低。

## 2.4 葡萄糖添加量对色拉米生产过程中大肠杆菌数的影响

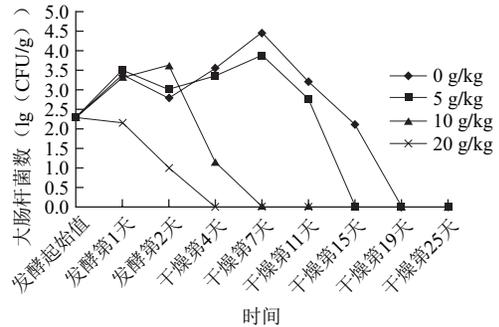


图4 葡萄糖添加量对色拉米大肠杆菌数的影响

Fig.4 Effect of glucose addition on *Escherichia coli* count of salami

如图4表明,当葡萄糖添加量小于10 g/kg时,在发酵初期大肠杆菌数显著增加,这是由于发酵期的环境条件适宜大肠杆菌的生长,而随着乳酸菌的快速生长以及pH值的下降,在发酵后期大肠杆菌数呈现下降的趋势;葡萄糖添加量为20 g/kg时,大肠杆菌呈下降趋势,这是由于高葡萄糖添加量使乳酸菌数快速增长、pH值也快速降低并且达到较低值,有效抑制大肠杆菌生长。进入干燥期后,色拉米处于低温低pH值的环境,同时随着水分活度的逐渐降低,大肠杆菌数逐渐降低直至未检出。葡萄糖添加量越高,未检出大肠杆菌时间越早,葡萄糖添加量为20 g/kg时,干燥第4天未检出大肠杆菌数,这主要由于增加葡萄糖可以更快降低色拉米pH值和水分活度,而pH值和水分活度又是色拉米生产中的关键栅栏因子,可有效抑制大肠杆菌等有害微生物的生长繁殖,保证了产品的安全性。

## 3 结论

本实验针对不同葡萄糖添加量对色拉米生产过程中pH值、水分活度、乳酸菌数和大肠杆菌数的影响进行了研究。结果表明,随着葡萄糖添加量增多,色拉米pH值下降越快,终点pH值越低;水分活度也随着葡萄糖添加量的增多下降越快。发酵期葡萄糖添加量越多,乳酸菌生长速度越快,进入干燥期后,葡萄糖添加量对色拉米中乳酸菌数的变化没有明显影响;葡萄糖添加量越高,未检出大肠杆菌时间越早。因此,在可接受的酸度和口感范围内,适当增加葡萄糖添加量,可有效保证色拉米的使用安全性并缩短生产周期,降低生产成本。



参考文献:

- [1] 王中帅, 赵改名, 张春晖, 等. 响应面法优化低硝色拉米加工工艺的研究[J]. 食品科技, 2011, 36(9): 144-148.
- [2] 江洪波, 薛文斌. 发酵香肠的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(10): 75-77.
- [3] 孟少华, 薛向阳, 傅琳秋, 等. 发酵香肠及其产品开发的研究现状[J]. 肉类工业, 2006(2): 18-20.
- [4] 马汉军. 乳酸发酵中式香肠的菌种及工艺研究[J]. 食品科学, 1997, 18(8): 25-28.
- [5] INCZE K. Dry fermented sausages[J]. Meat Science, 1998, 49(1): 169-177.
- [6] 田寒友, 李家鹏, 任琳, 等. 萨拉米生产过程中pH和水分含量主要影响因素的研究[J]. 食品科技, 2011, 36(1): 89-93.
- [7] 刘战丽, 罗欣. 发酵肠生产中的栅栏因子和安全生产[J]. 肉类工业, 2002(12): 10-12.
- [8] LÓPEZ DÍAZA T M, GONZÁLEZ B C J, MORENO A B, et al. Effect of temperature, water activity, pH and some antimicrobials on the growth of *Penicillium olsonii* isolated from the surface of Spanish fermented meat sausage[J]. Food Microbiology, 2002, 19(1): 1-7.
- [9] DEUMIERA F, COLLIGANA A. The effects of sodium lactate and starter cultures on pH, lactic acid bacteria, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. levels in pure chicken dry fermented sausage[J]. Meat Science, 2003, 65(3): 1165-1174.
- [10] TABANELLA G, MONTANARIA C, GRAZIAB L, et al. Effects of  $a_w$  at packaging time and atmosphere composition on aroma profile, biogenic amine content and microbiological features of dry fermented sausages[J]. Meat Science, 2013, 94(2): 177-186.
- [11] MARCOS B, AYMERICH T, GUARDIA M D, et al. Assessment of high hydrostatic pressure and starter culture on the quality properties of low-acid fermented sausages[J]. Meat Science, 2007, 76(1): 46-53.
- [12] MORATALLA M L L, NOGUE T V, CID S B, et al. Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries[J]. Food Chemistry, 2008, 107(2): 912-921.
- [13] 王卫, 何容. 不同类型发酵香肠产品特性及其栅栏效应的比较研究[J]. 食品科技, 2003, 28(1): 32-35.
- [14] 谢爱英, 张富新, 陈颖. 发酵香肠的pH值、水分含量与水分活度( $a_w$ )的关系及其对制品贮藏性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(11): 143-146.
- [15] 王卫. 发酵香肠加工的栅栏效应与加工优化[J]. 肉类研究, 2003, 17(2): 19-22.
- [16] 中国商业联合会商业标准中心, 国家加工食品质量监督检验中心(广州), 广州市产品质量监督检验所. GB/T 9695.5—2008/ISO 2917: 1999. 肉与肉制品: pH值测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [17] 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所. GB 4789.35—2010 食品微生物学检验: 乳酸菌检验[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [18] 中华人民共和国卫生部. GB 4789.3—2010 食品微生物学检验: 大肠菌群计数[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [19] KALTSCNMITT K. The key points of technology on Salami produced in China[J]. Meat Research, 2002(4): 16-19.
- [20] 赵俊仁, 孔保华. 复合发酵剂生产风干肠对产品质构及游离氨基酸的影响[J]. 食品工业科技, 2007, 28(10): 132-135.