

低温燕麦复合火腿肠的保质期预测及贮藏特性

张 晶^{1,2}, 王海滨^{1,2,*}, 郑 刚³, 嵇春华³

(1. 武汉轻工大学食品科学与工程学院, 湖北 武汉 430023; 2. 农产品加工湖北省协同创新中心, 湖北 武汉 430023; 3. 武汉中粮肉食品有限公司, 湖北 武汉 430200)

摘 要: 采用化学动力学原理的加速破坏性实验模型, 分别对普通火腿肠对照组(A组)、未添加防腐剂的低温燕麦复合火腿肠(B组)、添加防腐剂的低温燕麦复合火腿肠(C组)进行保质期预测研究, 并在预测的保质期范围内对低温燕麦复合火腿肠进行一些贮藏特性的研究。分析A、B和C样品分别在27、32℃和37℃贮藏条件下菌落总数的变化; 分析4℃贮藏条件下低温燕麦复合火腿肠的酸价、含水量、凝胶保水性、菌落总数及质构特性的变化。结果表明: A、B和C 3组样品在室温25℃条件下的保质期分别为25、21 d和23 d; 在低温4℃条件下的保质期分别为178、116 d和151 d。在贮藏过程中, 低温燕麦复合火腿肠的酸价、含水量、凝胶保水性和菌落总数出现不同程度的变化, 但都在有关标准安全卫生许可的范围内。所研制的低温燕麦复合火腿肠(B组)可达到116 d的货架期(贮藏温度4℃), 达到了市场货架期要求, 比较发现按GB 2760—2011《食品添加剂使用标准》要求添加防腐剂的低温燕麦复合火腿肠可达到更久的货架期。

关键词: 低温燕麦复合火腿肠; 保质期预测; 加速破坏性实验模型; 贮藏稳定性

Shelf-Life Prediction and Storage Characteristics of Low-Temperature Sausages with Added Oat

ZHANG Jing^{1,2}, WANG Hai-bin^{1,2,*}, ZHENG Gang³, JI Chun-hua³

(1. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China;
2. Hubei Collaborative Innovation Center for Processing of Agricultural Products, Wuhan 430023, China;
3. COFCO Wuhan Meat Product Co. Ltd., Wuhan 430200, China)

Abstract: Common sausages served as controls (group A), low-temperature sausages with oat and no preservatives added (group B), and low-temperature sausages with added oat and preservatives (group C) were used to predict their shelf-life by accelerated shelf-life test model (ASLT model) according to the principle of chemical kinetics, and some storage characteristics of the low-temperature sausages with added oat were evaluated during the predicted shelf life. The numbers of bacterial colonies in the samples from groups A, B and C were detected during storage at 27, 32 and 37 °C. Changes in the acid value, moisture content, water-holding capacity (WHC), bacterial colony count and textural properties of the samples from group B were detected during storage at 4 °C. The results showed that the shelf-lives of the samples from groups A, B and C were 25, 21 and 23 d at room temperature (25 °C), and 178, 116 and 151 d at 4 °C, respectively. At these storage temperatures, the acid value, moisture content, WHC and bacterial colony count of low-temperature sausages with added oat were changed, but remained at safe levels. Therefore, the low-temperature oat-fortified sausages (group B) had a 116-day shelf life at 4 °C, which reached the market standard. Furthermore we found that the shelf life was prolonged by further addition of preservatives as described in the Chinese national standard (GB 2760—2011).

Key words: low-temperature sausages with added oat; shelf-life prediction; accelerated shelf-life test model; storage stability

中图分类号: TS251.6

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 14-0268-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-2014140051

燕麦是一种古老的农作物, 属禾谷类作物, 主要分布在温带地区。近年来, 研究发现, 燕麦营养价值高, 而且具有一定的医疗作用, 有降低胆固醇、降血脂、调节

血糖、改善便秘、控制体质量、促进发育等保健作用^[1-4]。燕麦中的脂肪多为不饱和脂肪, 含18种氨基酸, 其中8种人体必需氨基酸接近FAO/WHO标准模式, 其总膳

收稿日期: 2013-08-17

基金项目: 武汉市科技局2011年十大科技产业化专项项目——都市农业与农产品加工专项(201121412515)

作者简介: 张晶(1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为肉禽深加工机理与技术。E-mail: gaint8@126.com

*通信作者: 王海滨(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为营养与功能食品。E-mail: whb6412@163.com

食纤维含量达到17%~21%，可溶性膳食纤维（主要为β-葡聚糖）约占总膳食纤维含量的1/3，且谷物中的β-葡聚糖主要存在于燕麦和大麦中，对预防和改善冠状动脉硬化造成的心脏病、抗结肠癌、改善肠道微生物菌群、提高免疫力、预防肥胖等方面有重要作用^[5-10]。经常食用燕麦可有效降低血清胆固醇、甘油三酯和血清低密度脂蛋白胆固醇水平^[11]，能够刺激胰岛素分泌，提高胰岛素的敏感性，减少胰岛素抵抗，促进肝糖原和肌糖原合成，具有显著改善糖耐量的作用^[12]，含燕麦的保健食品按照我国卫生部颁布的《保健食品功能学评价程序和检验方法》^[13]进行检验和评价，认为其具有多项保健功能。低温肉制品是指在常压条件下经蒸煮、熏烤等热加工，使肉制品中心温度达到75~85℃的肉制品^[14]。低温肉制品较高温肉制品有明显的优势，其最大程度地保留了肉制品本身的风味、营养和口感，综合品质高于高温肉制品^[15]，随着近年来冷链物流的逐渐普及和快速发展，低温肉制品或将成为未来肉制品发展的主要趋势，但也存在杀菌温度较低而导致的微生物安全问题，因此对其进行保质期及贮藏特性研究尤为必要。

将燕麦与肉品有机复合，实现其营养和风味互补，是研制开发新型营养健康型肉制品的一个重要思路 and 方向。有关燕麦食品的研究，已有相关报道，杜亚军^[16-17]进行了燕麦膳食纤维肉脯的研制，并将燕麦麸添加到西式香肠中，研究了复合香肠的特性；翟爱华等^[18]进行了燕麦营养面包的研制，杨悦等^[19]进行了燕麦膳食纤维压缩肉丸的研究；董吉林等^[20]研究了燕麦胶在肉糜中的应用。有关低温燕麦复合火腿肠的品质特性研究，本实验室已有前期报道，夏建新等^[21]对燕麦复合火腿肠进行了感官、质构和保水性的研究；夏建新等^[22]通过肌肉嫩度仪及质构仪对燕麦复合火腿肠的品质特性测定进行了比较研究。但是，添加燕麦后的低温复合火腿肠的贮藏稳定性尚未有相关报道，而这是决定产品开发成功的关键因素之一，因此，有必要对此开展较系统的科学研究。本实验对低温燕麦复合火腿肠有关保质期预测及贮藏特性方面的研究分析，以期为该新产品的市场化开发提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

A组样品：低温普通火腿肠对照组；B组样品：未添加防腐剂的低温燕麦复合火腿肠；C组样品：添加防腐剂的低温燕麦复合火腿肠（以上实验样品均由本实验室制备）。

平板计数琼脂（PCA） 青岛高科园海博生物技术有限公司；尼龙复合肠衣 河北众诚公司；D-异抗坏血酸钠（食用级） 江西省德兴市百勤异VC钠有限公

司；山梨酸钾 南通奥凯生物技术开发有限公司；乳酸链球菌素 浙江新银象生物工程有限公司。

1.2 仪器与设备

YX280A手提式不锈钢蒸汽消毒器 上海三申医疗器械有限公司；HH-4型数显恒温水浴锅 国华电器有限公司；一次性培养皿（经环氧乙烷灭菌）、移液枪（100~1 000 μL） 美国Eppendorf公司；KG1313枪头（100~1 000 μL） 上海博耀生物科技有限公司；SW-CJ-2D型双人单面净化工作台 苏州净化设备有限公司；KRC-100CA低温培养箱、LRH-150F生化培养箱 上海齐欣科学仪器有限公司；LRH-150F智能生化培养箱 上海飞跃实验仪器有限公司；80-2型医用低速离心机 金坛市医疗仪器厂；TA-XT2i物性测试仪 英国SMS公司。

1.3 方法

1.3.1 低温火腿肠样品的制备

基本配方：以猪肉为100 g计（其中猪瘦肉95 g、肥膘5 g），燕麦片8 g、玉米淀粉10 g、NaCl 3 g、大豆分离蛋白2 g、复合磷酸盐0.5 g、亚硝酸钠0.005 g、D-异抗坏血酸钠0.05 g、山梨酸钾0.15 g、乳酸链球菌素0.05 g、冰水27 g。

其中，在上述基本配方的基础上：A组样品是除燕麦片、山梨酸钾和乳酸链球菌素不添加外，其余都添加；B组样品是除山梨酸钾和乳酸链球菌素不添加外，其余都添加；C组样品为上述基本配方。

工艺流程：原料肉预处理→斩拌→配料、经处理的燕麦片→斩拌→灌肠封口→煮制成型（常压100℃水浴煮制）→冷却→成品→贮藏。

1.3.2 低温燕麦复合火腿肠保质期预测

根据其他食品保质期预测的方法^[23-25]，参照黄梅香等^[26]的方法，采用加速破坏性实验（accelerated shelf-life test, ASLT）模型进行保质期加速预测，此方法主要依据化学动力学原理，通过将样品贮藏于一定温度条件下，加快微生物繁殖速度，从而达到快速预测食品保质期的目的^[27-28]。

通过提高肉制品的贮存温度来加速肉制品变质，以实现快速测定肉制品的保质期。其模型公式为式（1）：

$$Q_5^{(T_1-T_2)/5} = f_2/f_1 \quad (1)$$

式中： Q_5 为温度相差5℃时货架寿命的比值； T_1 为确定货架寿命的已知温度点； T_2 为所求货架寿命的温度点； f_1 、 f_2 为分别为在温度 T_1 、 T_2 条件下的货架寿命。

同时，在低于最高实验温度的任何温度条件下，两次测试的时间间隔计算见式（2）：

$$t_2 = t_1 Q_5^{\Delta T/5} \quad (2)$$

式中： t_1 为最高实验温度 T_1 时每次测试之间的时间间

隔/d; t_2 为较低实验温度 T_2 时每次测试之间的时间间隔/d;
 Q_5 为温度相差5℃时货架寿命的比值; $\Delta T=T_1-T_2$ 。

将上述3种样品均分为3个批次,将这3个批次的产品分别置于37、32℃和27℃的恒温培养箱里,并于制作当天测定3种样品的初始菌落总数。菌落总数测定方法采用GB 4789.2—2010《食品微生物学检验:菌落总数测定》。

置于37℃条件下的产品需每天测定菌落总数;置于32℃环境下的产品每隔2d取出测定菌落总数;置于27℃环境下的产品每隔3d取出测定菌落总数;当菌落总数超标(菌落总数>50 000 CFU/g, GB 2726—2005《熟肉制品卫生标准》)时停止测定,并记录保藏时间。

以保存时间为横坐标、菌落总数(因数值较大,以其对数值表示)为纵坐标绘制每个温度的曲线。

根据每个产品在特定温度下的保存时间计算 Q_5 ,计算公式为式(3)、(4):

$$Q_5' = f_{32^\circ\text{C}}/f_{37^\circ\text{C}} \quad (3)$$

$$Q_5'' = f_{27^\circ\text{C}}/f_{32^\circ\text{C}} \quad (4)$$

Q_5 取 Q_5' 与 Q_5'' 的平均值。

推算产品在室温25℃和低温4℃条件下的保质期,见公式(5)、(6):

$$f_{25^\circ\text{C}} = f_{37^\circ\text{C}} Q_5^{2.4} \quad (5)$$

$$f_{4^\circ\text{C}} = f_{37^\circ\text{C}} Q_5^{6.6} \quad (6)$$

1.3.3 水分含量的测定

参照GB 5009.3—2010《食品中水分的测定》的方法。

1.3.4 凝胶保水性(water-holding capacity, WHC)的测定

取样品并切成10 mm×10 mm×10 mm的方块,置于离心管中,在室温条件下以4 000 r/min离心30 min,取出用滤纸吸干表面水分,称质量。每个样品检测重复3次,计算见式(7):

$$\text{WHC}/\% = (\text{样品离心后质量}/\text{样品离心前质量}) \times 100 \quad (7)$$

1.3.5 菌落总数的测定

参照GB 4789.2—2010《食品微生物学检验:菌落总数测定》的方法。

1.3.6 酸价的测定

参照GB/T 5009.44—2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》的方法。

1.3.7 质构特性测定

采用英国SMS公司生产的TA-XT2i物性测试仪进行测定。测定方法应用质构剖面分析方法(texture profile analysis, TPA),测定参数如下:测试前速率:2.0 mm/s;测试速率:1.0 mm/s;测试后速率:1.0 mm/s;试样变形(压缩比):40%;两次压缩中停顿时间:5.0 s;探头类型:P100;样品规格:10 mm高的圆柱体;测定时环境温度:25℃。测定结果主要取硬度、弹性、黏聚性、咀嚼性4个指标。

1.4 数据分析与处理

实验数据采用Excel 2010进行初步处理后,然后采用SPSS 17.0统计软件,用单因素方差分析(One way ANOVA)进行统计分析,由Fisher LSD分析均值间差异,以 $P<0.05$ 判断差异有显著性,每个实验重复3次,结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示。作图采用Origin 8.5软件处理以表示出变化趋势。

2 结果与分析

2.1 低温燕麦复合火腿肠的保质期预测

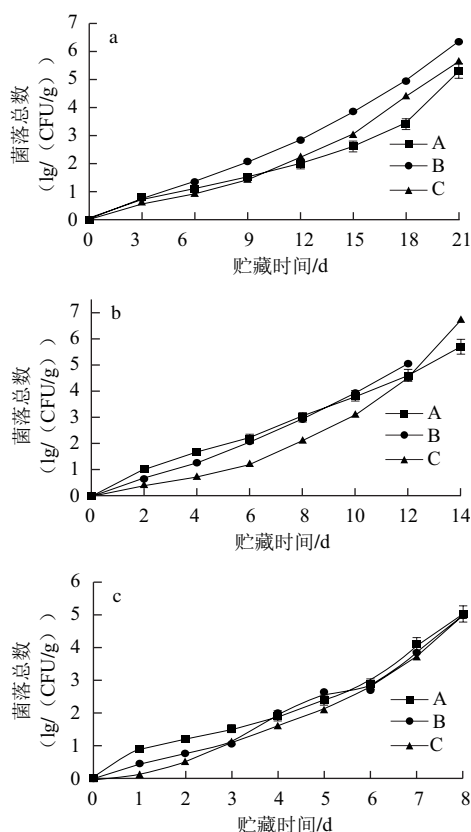


图1 27 (a)、32 (b)、37 (c) °C条件下3组低温火腿肠菌落生长曲线的变化

Fig.1 Bacterial growth curves of sausages from three groups at 27 (a), 32 (b) and 37 (c) °C

由图1可得,通过加速实验,3种火腿肠贮藏过程中,菌落总数呈不断上升趋势。在27℃条件下A、B和C组火腿肠的贮藏期分别为20、18 d和20 d;32℃条件下A、B和C的贮藏期分别为13、12 d和13 d;37℃条件下A、B和C的贮藏期分别为8、8 d和8 d。

根据公式(3)、(4)得到 $Q_A=1.60$ 、 $Q_B=1.50$ 、 $Q_C=1.56$ 。

根据公式(5)、(6)得到A、B和C 3种火腿肠样品在室温25℃条件下的保质期分别为25、21 d和23 d;在低温4℃条件下的保质期分别为178、116 d和151 d。

可以看到, 3种火腿肠的保质期相差不大, 保质期最短的是B样品, 即低温燕麦复合火腿肠; 其次是C样品, 即添加防腐剂的低温燕麦复合火腿肠; 保质期最长的是A样品, 即普通火腿肠对照组(未添加燕麦片的火腿肠)。

与未添加防腐剂的燕麦火腿肠比较, 当复合防腐剂的添加形式为每100 g猪肉中(瘦肉+肥膘)D-异抗坏血酸钠0.05 g、山梨酸钾0.15 g、乳酸链球菌0.05 g时, 燕麦复合火腿肠的保质期得到明显延长, 在4℃和25℃条件下分别为151 d和23 d。

由此看出, 添加燕麦片使得复合火腿肠的保质期缩短了, 燕麦中虽含有很多对人体有益的功能成分, 但并不能延长其复合肉制品的保质期, 这可能是多种物质共同作用, 导致了该结果, 其具体原因有待于进一步研究。通过分析比较, 加入燕麦片的复合火腿肠不利于更长时间的贮藏, 但整体来讲, 影响结果并不明显, 在4℃环境下同样可以达到3个月(90 d)的保质期, 作为低温火腿肠, 已达到了市场上的基本保质期水平, 可以作为一种新产品进行投放市场的开发研究。通过添加合理的防腐剂, 可适当延长燕麦复合火腿肠的保质期。

2.2 低温燕麦复合火腿肠(B组样品)贮藏稳定性

由于在上述保质期预测实验中发现, 添加了燕麦片的B组样品的预测保质期(116 d)已达到市场上的常见保质期水平(90 d), 所以暂不添加防腐剂, 考虑对低温燕麦复合火腿肠(B组样品)进行了贮藏稳定性研究, 将低温燕麦复合火腿肠置于4℃条件下贮存3个月, 每个月检测其菌落总数、酸价、含水量、凝胶保水性和质构等指标, 其中火腿肠肠衣选择尼龙复合肠衣。

2.2.1 低温燕麦复合火腿肠贮藏过程中酸价的变化

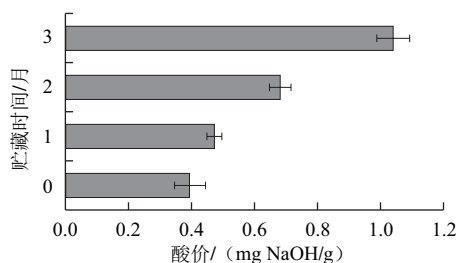


图2 4℃贮藏条件下低温燕麦复合火腿肠酸价的变化

Fig.2 Change in acid value of samples from group B at 4℃

由图2可知, 低温燕麦复合火腿肠的酸价在贮藏的过程中呈整体升高趋势, 其中贮藏前低温燕麦复合火腿肠的酸价为0.395 mg NaOH/g, 贮藏3个月后, 酸价达到1.04 mg NaOH/g。在3个月低温贮藏期间, 燕麦复合火腿肠的酸价略有上升趋势, 但都在安全卫生合格范围内(参照GB 2730—2005《腌腊肉制品卫生标准》规定, 灌肠制品的酸价≤4.0 mg/g)。

2.2.2 低温燕麦复合火腿肠贮藏过程中含水量及WHC的变化

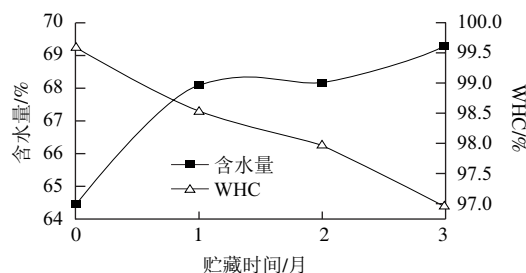


图3 4℃贮藏条件下低温燕麦复合火腿肠含水量及WHC的变化

Fig.3 Changes in moisture content and WHC of samples group B at 4℃

由图3可知, 在4℃贮藏的过程中, 低温燕麦复合火腿肠的含水量的变化总体呈上升趋势, 其中贮藏第2个月时, 含水量并没有发生明显变化, 基本没有变化, 但当贮藏了3个月, 其含水量又进一步升高; 而低温燕麦复合火腿肠的WHC的变化总体呈现出下降的趋势, 但下降幅度不大。其含水量和WHC的变化可能是由于燕麦复合火腿肠的凝胶结构发生了一些变化, 使其凝胶保水性略微下降, 导致原来与肉品结合很紧密的水分变得较为“松弛”, 从而导致火腿肠样品的“表观含水量”略有上升。

2.2.3 低温燕麦复合火腿肠贮藏过程中菌落总数的变化

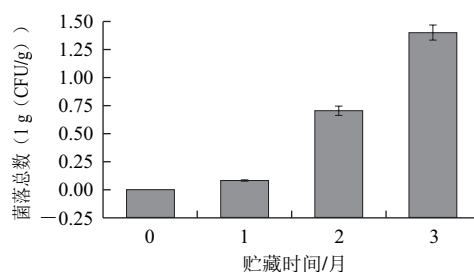


图4 4℃贮藏条件下低温燕麦复合火腿肠菌落总数的变化

Fig.4 Changes in bacterial colony count of samples from group B at 4℃

由图4可知, 低温燕麦复合火腿肠的菌落总数从开始贮藏到第3个月时呈逐步上升趋势, 当贮藏1个月时, 菌落总数很少; 当贮藏2个月时, 菌落总数有上升趋势; 当贮藏3个月时, 菌落总数增至1.4 (lg CFU/g), 可见微生物在贮藏3个月期间, 有缓慢增长趋势。但在贮藏的3个月过程中, 其菌落总数都没有超过肉灌肠卫生标准规定的菌落总数≤50 000 CFU/g的标准, 可见在3个月的贮藏期内, 燕麦复合火腿肠的微生物菌落总数未超过相关标准的要求。

2.2.4 低温燕麦复合火腿肠贮藏过程中质构的变化

由表1可得, 低温燕麦复合火腿肠的弹性呈升高趋势, 但变化不大。黏聚性呈总体升高趋势, 当贮藏3个月, 其数值显著增大。硬度值在贮藏3个月后显著降低。

咀嚼性无显著变化。其中,硬度的降低和黏聚性的增加可能与WHC的降低和含水量(表观含水量)的升高有一定关系。经感官评价,贮藏3个月的低温燕麦复合火腿肠风味口感正常,无异味。影响低温燕麦复合火腿肠质构的主要物质基础是样品中的蛋白质(来源于肉、燕麦、大豆分离蛋白)、淀粉(来源于燕麦、玉米淀粉)、脂肪(来源于肉和燕麦)、水分(来源于肉、添加的植物性原辅料、添加水),本样品凝胶网络稳定的核心成分应该是蛋白质和淀粉,在贮藏过程中,不同来源的蛋白质和淀粉会发生不同变化,从而导致复合火腿肠的质构特性产生了一定的改变;其他因素,如脂肪、水分等成分发生的变化也会影响质构特性的改变,但其机理有待于进一步研究。

表1 4℃贮藏条件下低温燕麦复合火腿肠贮藏期间质构的变化(n=3)

贮藏时间/月	硬度/N	弹性	黏聚性	咀嚼性/N
0	52.13±1.00 ^a	0.84±0.09 ^a	0.74±0.00 ^b	32.65±2.76 ^a
1	39.91±1.55 ^b	0.90±0.03 ^a	0.75±0.00 ^b	27.08±1.47 ^a
2	49.82±2.90 ^a	0.93±0.01 ^a	0.75±0.01 ^b	34.58±2.61 ^a
3	31.30±2.27 ^c	0.98±0.02 ^a	0.83±0.01 ^a	25.32±1.66 ^a

注:肩标同列相同字母表示差异不显著;不同字母表示差异显著(P<0.05)。

3 结论

通过ASLT化学动力学模型,研究了普通火腿肠对照(A组)、低温燕麦复合火腿肠(B组)和添加防腐剂的低温燕麦复合火腿肠(C组)3种火腿肠的保质期预测,结果表明,燕麦的添加在一定程度上对复合火腿肠的保质期有一定影响;由保质期预测实验可知,加入燕麦的复合火腿肠的保质期在低温(4℃)条件下可达到116d,达到了市场3个月(90d)的平均保质期水平,并且加入法定防腐剂的燕麦复合火腿肠在低温(4℃)条件下可达到151d的货架期,超过市场平均水平要求。

经过3个月低温(4℃)贮藏稳定性研究可知:低温燕麦复合火腿肠(未添加防腐剂)在3个月内菌落总数、酸价、含水量、凝胶保水性和质构特性都没有发生实质性的劣变,菌落总数、酸价和含水量都在有关标准规定的范围;通过保质期预测实验得出的保质期的结果与实际低温贮藏3个月所检测出菌落总数的结果,都达到了3个月的保质期水平。因此低温燕麦复合火腿肠产品4℃条件下贮藏的3个月内,是卫生安全的,并可以放心食用。由此可见,本实验研制的低温燕麦复合火腿肠,由于其具有较长的货架期,可以作为一种新型肉制品进行市场开发,前景广阔。

参考文献:

- QUEENAN K M, STEWART M L, SMITH K N, et al. Concentrated oat beta-glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial[J]. Nutrition Journal, 2007, 6: 6.
- DRZIKOVA B, DONGOWSKI G, GEBHARDT E. Dietary fibre-rich oat-based products affect serum lipids, microbiota, formation of short-chain fatty acids and steroids in rats[J]. British Journal of Nutrition, 2005, 94(6): 1012-1025.
- BEKERS M, MARAUSKA M, LAUKEVICS J, et al. Oats and fat-free milk based functional food product[J]. Food Biotechnology, 2001, 15(1): 1-12.
- 刘影,董利.燕麦的营养成分与保健作用[J].中国食物与营养, 2009, 15(3): 56-57.
- 杨月欣.中国食物成分表:2004[M].北京:北京大学医学出版社, 2005.
- BELL S, GOLDMAN V M, BISTRAN B R, et al. Effect of beta-glucan from oats and yeast on serum lipids[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 1999, 39(2): 189-202.
- BRENNAN C S, CLEARY L J. The potential use of cereal (1→3,1→4)-β-D-glucans as functional food ingredients[J]. Journal of Cereal Science, 2005, 42(1): 1-13.
- ÖNNING G. Cereal beta-glucans: use in foods to improve functionality and health[J]. LWT-Food Science and Technology, 2005, 19(2): 20-22.
- SUSAN L. Beta-glucans: discovering one of nature's healthiest assets[J]. Food Science and Technology, 2006, 20(3): 40-42.
- STEVENSON D G, INGLET G E. Effect of various thermal treatments on the pasting properties of enriched β-glucan oat products[J]. Journal of Food Science and Technology, 2007, 44(2): 168-173.
- 申瑞玲,程珊珊.燕麦β-葡聚糖生理功能研究进展[J].食品与机械, 2007, 23(6): 126-129.
- 董吉林,陈明,申瑞玲,等.燕麦β-葡聚糖对STZ致II型糖尿病小鼠胰岛素抵抗的影响[J].郑州轻工业学院学报:自然科学版, 2011, 26(2): 5-8.
- 卫生部.保健食品检验与评价技术规范[S].2003版.
- 汤凤霞,乔长晟.低温火腿肠工艺技术研究[J].食品工业科技, 2005, 26(4): 135-137.
- 姚伟艳.浅谈低温肉类制品的发展趋势[J].肉类工业, 2006(9): 39-40.
- 杜亚军.燕麦麸在西式香肠中的应用[J].肉类研究, 2003, 17(3): 31-35.
- 杜亚军.燕麦膳食纤维肉脯的研制[J].肉类工业, 2003(11): 15-17.
- 翟爱华,安宇,姜倩.燕麦营养面包的研制[J].黑龙江八一农垦大学学报, 2006(6): 67-70.
- 杨悦,罗成.燕麦膳食纤维压缩肉丸的研究[J].食品与发酵科技, 2011, 37(5): 103-106.
- 董吉林,申瑞玲.燕麦胶在肉糜中的初步应用研究[J].肉类研究, 2007, 21(5): 17-19.
- 夏建新,王海滨.燕麦复合火腿肠的感官、质构及保水特性研究[J].食品科学, 2010, 31(1): 98-101.
- 夏建新,王海滨,徐群英.肌肉嫩度仪与质构仪对燕麦复合火腿肠测定的比较研究[J].食品科学, 2010, 31(3): 145-150.
- 曹磊磊,沈郁,吴玉林.初均速法预测银黄口服液液的贮存期[J].江苏药学与临床研究, 2001(1): 7-8.
- 郝建素,张彦青,张五九.两种啤酒保质期预测相关性分析[J].啤酒科技, 2008(2): 39-41.
- 谢庆云,林颖枝,刘继声.单宁滴定法与高温强化法预测啤酒保质期的相关性研究[J].啤酒科技, 2004(11): 20-22.
- 黄梅香,王海滨,李睿,等.低钠盐火腿肠保质期预测及产品致病菌的聚合酶链式反应检测[J].食品科学, 2012, 33(12): 276-280.
- 郑立.微生物方法快速测定食品保质期的研究[J].中国卫生检验, 2008, 18(3): 566-567.
- 余亚英,袁唯.食品货架期概述及其预测[J].中国食品添加剂, 2007(5): 76-80.