

# 发酵鹿肉制品的加工特性研究

周亚军<sup>1</sup>, 王淑杰<sup>1</sup>, 苏丹<sup>1</sup>, 钱曦<sup>1</sup>, 吕晨艳<sup>1</sup>, 服部昭仁<sup>2</sup>

(1.吉林大学生物与农业工程学院, 吉林 长春 130022; 2.北海道大学农学部肉品科学研究室, 日本 札幌 60-8589)

**摘 要:** 以具有营养保健功能的鹿肉为原料, 植物乳杆菌(*L.plantarum*, L<sub>0</sub>)、嗜热链球菌(*Streptococcus thermophilus*, L<sub>1</sub>)、双歧杆菌(*Bifidobacterium*, L<sub>2</sub>)和酸性蛋白酶为发酵剂, 通过菌种的耐盐和发酵特性单因素试验, 得出: 食盐最佳用量为2.5%, 亚硝酸钠添加量为0.01%; 发酵温度相同, L<sub>0</sub>比L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>产酸效果好; L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>对过氧化值影响较小; L<sub>0</sub>、L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>降解亚硝酸盐效果好; L<sub>1</sub>降解速度比L<sub>0</sub>和L<sub>2</sub>大; 温度对发酵特性值影响较大; L<sub>0</sub>、L<sub>1</sub>和L<sub>2</sub>均适用于本发酵鹿肉制品。

**关键词:** 鹿肉; 发酵肉制品; 加工特性

## Processing Characteristics of Fermented Venison Product

ZHOU Ya-jun<sup>1</sup>, WANG Shu-jie<sup>1</sup>, SU Dan<sup>1</sup>, QIAN Xi<sup>1</sup>, LÜ Chen-yan<sup>1</sup>, Akihito HATTORI<sup>2</sup>

(1. College of Biological and Agricultural Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China;

2. Meat Science Laboratory of Agricultural Department, Hokkaido University, Sapporo 60-8589, Japan)

**Abstract** Healthy venison was fermented by *Lactobacillus plantarum* (L<sub>0</sub>), *Streptococcus thermophilus* (L<sub>1</sub>), or *Bifidobacterium* (L<sub>2</sub>) to produce low-temperature meat product with good flavor and nutrition. The strains were investigated for salt tolerance and fermentation characteristics. Results indicated that optimal amounts of NaCl and NaNO<sub>2</sub> for fermented venison production were 2.5% and 0.01%, separately. Under the same fermentation temperature, production of acid fermented by L<sub>0</sub> was higher than that by L<sub>1</sub> and L<sub>2</sub>; L<sub>1</sub> and L<sub>2</sub> had little effects on peroxide value; all three strains were able to decompose sodium nitrite and L<sub>1</sub> displayed faster decomposition speed than the others. A significant influence of temperature was seen on the fermentation properties of the strains. All three strains proved to be applicable to production of fermented venison product.

**Key words:** venison; fermented meat product; process characteristics

中图分类号: TS251

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)19-0157-06

随着鹿养殖加工业的迅速发展, 营养保健功能的鹿肉原料日益丰富<sup>[1-2]</sup>。随着生活质量的提高, 人们已不满足于吃饱, 还要求吃好, 迫切需要营养价值高、产品风味独特的高档肉制品<sup>[2]</sup>。发酵肉制品是将传统肉制品和现代生物发酵技术结合而开发的一种高档产品, 具有技术含量高、风味独特、营养价值高、易消化、适合室温贮藏、食用方便等优点, 必将深受广大消费者的喜爱<sup>[3-5]</sup>。吉林省梅花鹿养殖数量达40万头, 每年屠宰量在4~5万头, 而鹿肉制品的开发研究相对滞后, 至今国内外少见报道<sup>[6-9]</sup>。本实验以鹿肉为原料、加牛奶、鸡蛋, 借助菌种<sup>[10]</sup>和酸性蛋白酶综合发酵作用, 研制具营养保健功能、品质风味俱佳、肉蛋奶于一体的高档低温复合发酵鹿肉制品, 符合现代社会发展的需求, 必将深受广大消费者的喜爱和青睐。因此, 本实验对

推动梅花鹿养殖加工业的发展具有重要的现实意义和深远的社会意义, 为高档发酵鹿肉制品的开发提供借鉴参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

植物乳杆菌(编号1.557) 中国科学院微生物研究所菌种保藏中心; 嗜热链球菌、双歧杆菌 北京川秀科技有限公司。

新鲜梅花鹿腿部精肉 长春市双阳区鹿乡; 大豆分离蛋白 吉林不二蛋白有限公司; 马铃薯淀粉 黑龙江讷河淀粉厂; 牛奶、鸡蛋; 复合磷酸盐 徐州天嘉食用化工有限公司; 食盐、蔗糖、葡萄糖、亚硝酸钠、味精、五香粉、蒜末、姜末、红曲米、卡拉胶、天

收稿日期: 2009-02-15

基金项目: 长春市科技计划国际合作项目(08GH11); 教育部留学回国人员科研启动基金项目(教外司留20071108)

作者简介: 周亚军(1966—), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉品科学与加工新技术。E-mail: zhouruyilang@163.com

然猪肠衣 永和食品添加剂商店; 酸性蛋白酶 广西庞博生物制品公司。

酪蛋白胨、牛肉提取物、酵母提取物; 土温 80(化学纯)、琼脂、葡萄糖、无水乙酸钠、柠檬酸氢二铵、碳酸钙、 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 、亚硝酸盐、碘化钾、冰醋酸、异辛烷、硫代硫酸钠、可溶性淀粉、盐酸、氢氧化铵、氢氧化钠、硫酸锌、对氨基苯磺酸、盐酸萘乙二胺、甲醛、乙醇均为分析纯。

## 1.2 仪器与设备

HG303-4 电热恒温培养箱 南京实验仪器厂; DK-98-1型双联水浴锅 余姚市东方电工仪器厂; YMSI-280B 手提式压力蒸汽灭菌器 镇海金鑫医疗器械有限公司; SW-CJ-2F 双人双面无菌操作台 苏州净化设备有限公司; PHS-25 数字酸度计 杭州东星仪器设备厂; 722N 可见分光光度计 上海精密科学仪器有限公司; 玻璃仪器气流烘干机 巩义市予华仪器有限责任公司; DZ-600/2S 真空包装机 中国诸城市技工机械厂; GB204 型电子分析天平 瑞士 Mettler Toledo 公司; TGS12-4 绞肉-灌肠两用机 广州市番禺恒联食品机械厂; HC-TP11-10 架盘药物天平 上海精科天平仪器厂; BCD-266SN 美菱生态保鲜箱 合肥美菱股份有限公司; PH070A 恒温干燥箱 上海一恒科技有限公司; XSZ-4G 生物显微镜 重庆光学仪器厂。

## 1.3 方法

### 1.3.1 发酵鹿肉制品的配方

鹿肉 1kg、鸡蛋 2 个、鲜牛奶 100ml、大豆分离蛋白 50g、马铃薯淀粉 50g、食盐 25g、复合磷酸盐 2g、亚硝酸钠 0.1g、蔗糖 10g、味精 10g、红曲米 2.5g、卡拉胶 6g、葡萄糖 10g、五香粉 2g、蒜末 5g、姜末 5g。

### 1.3.2 加工工艺流程

低温复合发酵鹿肉制品的加工工艺流程如图 1。

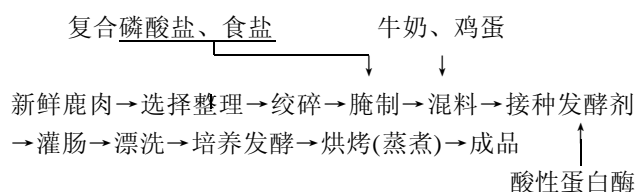


图 1 发酵鹿肉制品的加工工艺流程

Fig.1 Process flow of fermented venison product

### 1.3.3 理化特性指标测定

pH 值<sup>[11]</sup>: 取 10g 样品在研钵中研细后加 90ml 蒸馏水, 浸提 20min, 过滤后取滤液用酸度计测定 pH 值; 水分: 常压干燥法; 亚硝酸盐<sup>[11]</sup>: 盐酸萘乙二胺比色法, 按 GB/T5009.33—2003 方法; 过氧化值<sup>[12]</sup>: 按 GB/T5538—2005 方法; 氨基酸态氮<sup>[12]</sup>: 电位滴定法; 吸

光度及光密度: 722N 可见分光光度计。发酵过程中每隔一定时间取样测上述各项指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 菌种的耐盐特性

菌种的耐盐特性是指菌种培养基的耐食盐和亚硝酸盐特性, 本实验对其进行研究, 主要是从耐盐特性角度选择菌种, 确定食盐和亚硝酸盐的用量。

#### 2.1.1 菌种的耐食盐性

肉制品中加食盐能改善风味、防腐保鲜、提高持水力、抑制腐败菌的生长、减少微生物酶对蛋白质的分解。发酵肉制品中, 食盐含量少, 无抑菌作用; 含量大, 发酵剂生长受抑制, 发酵中 pH 值下降过慢, 易引起更耐盐的致病菌(金黄色葡萄球菌)的生长, 给产品安全带来隐患。因此, 发酵肉制品用菌种应有良好耐食盐性, 其用量应考虑对产品的风味、蛋白质的保水力及其对微生物的影响, 不同食盐浓度下菌种的光密度值见表 1。

表 1 不同食盐下菌种的光密度值

Table 1 OD values of cell suspensions of L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> and L<sub>0</sub> with different concentrations of NaCl

食盐质量分数(%)	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
0.5	0.913	0.833	0.846
1.0	0.888	0.820	0.830
1.5	0.822	0.780	0.747
2.0	0.776	0.725	0.673
2.2	0.771	0.659	0.658
2.5	0.756	0.622	0.614
3.0	0.675	0.509	0.525
4.0	0.629	0.466	0.486
5.0	0.618	0.301	0.413
6.0	0.586	0.295	0.389

注: 表中 OD 值为菌种经 30℃ 培养箱培养 48h, 于波长 600nm 处测得数值。下同。

由表 1 可得, L<sub>0</sub> 耐盐性最强, 食盐质量分数达 5.0%~6.0% 时, 仍有大部分 L<sub>0</sub> 菌存活, 食盐对该菌影响较小; L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub> 耐盐性较差, 食盐浓度超 3.0%, 生长受较大影响, 尤其是 L<sub>1</sub>。食盐达 3.0%, 菌数明显下降, 食盐达 6.0% 时, 生长困难。实验表明, 食盐用量 2.0%~3.0% 时, 三菌种生长较好; 就耐盐性而言, 三菌种都可作鹿肉发酵剂, L<sub>0</sub> 最好。

#### 2.1.2 菌种的耐亚硝酸盐性

由表 2 可知, 三菌种在亚硝酸盐用量由 0 增至 0.2% 时其光密度值下降并非特别明显, 相比较 L<sub>0</sub> 下降的最明显, L<sub>2</sub> 个数下降百分率为 17.47%, 最低, 说明亚硝酸钠在此范围内对 L<sub>2</sub> 的生长影响不大。对 L<sub>0</sub>, 亚硝酸钠用量由 0.04% 增至 0.06% 时, OD<sub>600nm</sub> 由 0.879 下降至

0.790, 仍有相当数量的菌存活。由分析可知, 亚硝酸钠用量小于 0.04%, 三种菌存活状态都很好。本实验亚硝酸钠用量取 0.01%, 即 0.050g/kg 肉。

表2 不同亚硝酸钠下菌种的光密度值  
Table 2 OD values of cell suspensions of L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> and L<sub>0</sub> with different concentrations of NaNO<sub>2</sub>

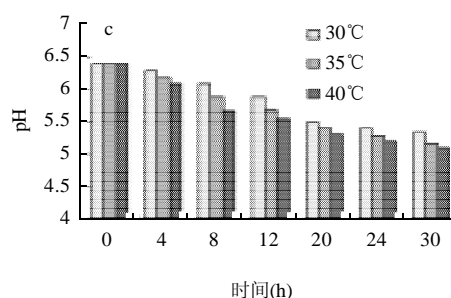
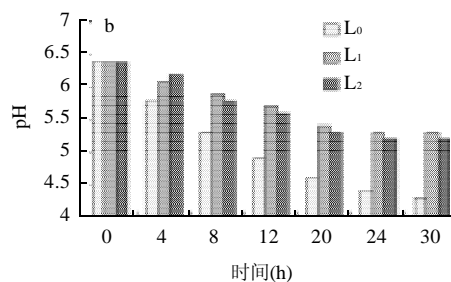
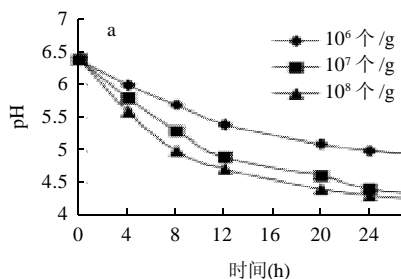
亚硝酸钠用量(%)	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
0.000	1.138	0.913	0.830
0.005	0.988	0.888	0.799
0.010	0.951	0.822	0.789
0.020	0.927	0.776	0.782
0.030	0.901	0.771	0.779
0.040	0.879	0.759	0.777
0.060	0.790	0.751	0.775
0.100	0.762	0.748	0.730
0.150	0.751	0.730	0.712
0.200	0.745	0.702	0.685

## 2.2 发酵肉制品成熟过程中的发酵特性值变化

菌种发酵单因素试验的接种量和发酵条件: L<sub>0</sub>、L<sub>1</sub>和 L<sub>2</sub>的发酵温度 35℃、接种量分别取 10<sup>6</sup>、10<sup>7</sup>和 10<sup>8</sup>个/g (稀释前后用量均取 20ml), 酸性蛋白酶(可促进发酵, 缩短发酵肉制品成熟时间)用量 1g, 发酵时间 30h; 30℃和 40℃发酵时, 菌种 L<sub>1</sub>接种量 10<sup>7</sup>个/g(用量 20ml), 发酵时间 30h, 酸性蛋白酶用量也是 1g。经计算, 将三菌种接种量分别用移液管取出, 用无菌水将其稀释到相同的体积, 然后按 20ml/kg 肉将其分别接种于原料肉馅中。

### 2.2.1 pH 值

由图 2a 可看出, 对菌种 L<sub>0</sub>, pH 值和产酸速度随接种量增大下降速度加快, 在 4~12h, pH 值下降速度都较快, 24h 后 pH 值变化趋于缓慢。由图 2b 可知, 接种量相同, pH 值下降速度 L<sub>0</sub> > L<sub>2</sub> > L<sub>1</sub>; 接种量 10<sup>7</sup>个/g 时, 三菌种产酸速度相差较大, 尤其是 L<sub>0</sub>产酸速度比其他两菌种大很多; L<sub>0</sub>、L<sub>2</sub>的产酸效果比 L<sub>1</sub>好。由图 2c 可看出, 发酵开始至 8h, 不同温度下的 pH 值差值变大, 随温度升高 pH 下降幅度增大, 产酸速度 30℃ < 35℃ < 40℃; 24h 后不同温度下 pH 差值减小; 发酵过程中温度对产酸速度影响较大; 30℃时产酸慢, 不宜快速发酵。



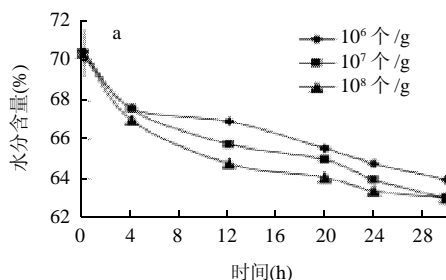
a.菌种为 L<sub>0</sub>; b.菌种接种量 10<sup>7</sup>个/g; c.菌种为 L<sub>1</sub>, 接种量为 10<sup>7</sup>个/g。下同。

图2 不同工艺参数对发酵中 pH 值的影响

Fig.2 Effects of inoculation quantity of L<sub>0</sub>, fermentation strain and temperature on pH value change during fermentation

### 2.2.2 水分含量

由图 3a 可知, 水分含量随发酵时间的延长而逐渐减少; 水分含量下降程度因接种量而异, 即 10<sup>8</sup>个/g > 10<sup>7</sup>个/g > 10<sup>6</sup>个/g。由图 3b 可看出, 发酵中各菌种水分含量下降都很明显, 开始 4h, L<sub>1</sub>和 L<sub>2</sub>的水分含量下降程度比 L<sub>0</sub>要小, 即 L<sub>0</sub> > L<sub>2</sub> > L<sub>1</sub>; 对发酵肉制品, 水分含量下降快, 不易长杂菌, 发酵肉制品越安全。由图 3c 可知, 发酵过程中水分含量下降程度为 35℃和 40℃明显大于 30℃; 发酵开始, 不同温度下水分含量变化较小, 后期变化增大; 温度由 30℃升至 35℃比由 35℃升至 40℃对水分含量影响大; 30℃水分下降慢, 对发酵肉制品的安全性不利。因此, 发酵温度对水分含量变化影响较大。



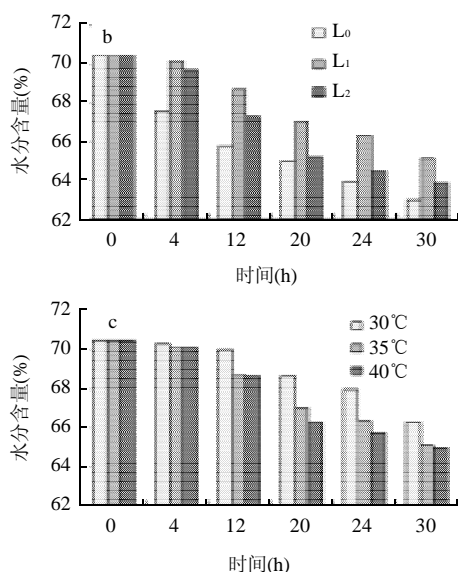


图3 不同工艺参数对发酵中水分含量的影响

Fig.3 Effects of inoculation quantity of  $L_0$ , fermentation strain and temperature on water content change during fermentation

### 2.2.3 过氧化值(POV)

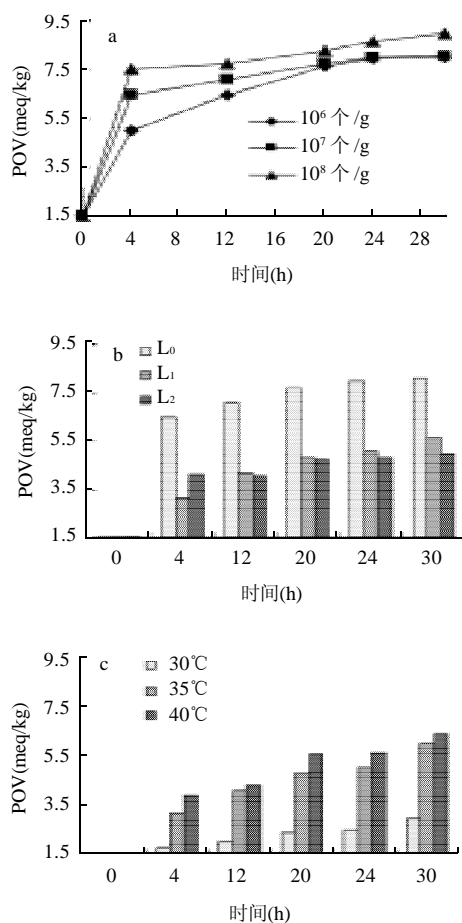


图4 不同工艺参数对发酵中过氧化值的影响

Fig.4 Effects of inoculation quantity of  $L_0$ , fermentation strain and temperature on peroxide value change during fermentation

由图4a可看出,发酵开始,过氧化值迅速上升,之后上升趋势逐渐平缓;过氧化值升高程度随接种量的增加而增大,即 $10^8$ 个/g >  $10^7$ 个/g >  $10^6$ 个/g。由图4b可知,不同菌种的过氧化值, $L_0$ 增加程度最大, $L_1$ 次之, $L_2$ 最小;30h时, $L_0$ 接种量 $10^8$ 个/g时过氧化值最大为9.04meq/kg,肉制品要求小于10meq/kg。过氧化值越低,发酵肉制品的品质越好。图4c可看出,温度对过氧化值影响较大,发酵时间相同,温度高过氧化值大;发酵过程中,35、40℃比30℃过氧化值升高程度大,30h时,35℃和40℃相差不多;30℃升至35℃比35℃升至40℃对过氧化值影响大。

### 2.2.4 亚硝酸盐含量

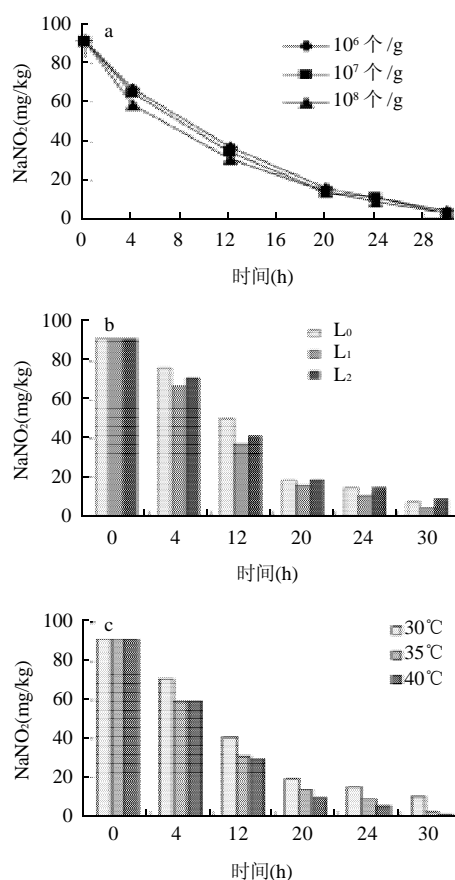
图5 不同工艺参数对发酵中NaNO<sub>2</sub>残留量的影响

Fig.5 Effects of inoculation quantity of  $L_0$ , fermentation strain and temperature on  $\text{NaNO}_2$  residue change during fermentation

发酵肉制品中加亚硝酸盐,能抑制有害菌生长和增加肉制品色泽,有利于肉类制品长期储存,但亚硝酸盐在发色的过程中生成的亚硝基化合物有致癌作用。因此应尽量降低亚硝酸盐的残留量。GB2731—88规定,肉类制品亚硝酸盐残留量 $\leq 30\text{mg/kg}$ 。实验中亚硝酸盐用量为 $100\text{mg/kg}$ 。按GB/T5009.33—2003,做出亚硝酸盐标准曲线。用分光光度计测不同浓度亚硝酸钠溶液对应吸光度,将原始数据统计分析,得回归方程:

$y=0.0158x+0.096$ , 相关系数  $r=0.9915$ , 在  $P=0.05$  时线性相关显著。发酵过程中取样, 按 GB/T5009.33—2003 测其吸光度, 并借回归方程求发酵肉制品的亚硝酸盐含量。

由图 5a 可知, 发酵中亚硝酸盐残留量下降幅度很大, 接种量大的比接种量小的下降程度大; 不同接种量, 亚硝酸盐残留量变化趋势大致相同, 即随发酵时间延长, 亚硝酸盐残留量差值逐渐变小; 发酵初期, 亚硝酸盐含量下降速度最快, 下降到 60~80mg/kg, 为原加量的 60%~80%, 发酵 12h 左右, 已降到 40mg/kg 左右, 为原加量 40%, 发酵 24h, 亚硝酸残留量全部降至 20mg/kg 以下。由图 5b 可知, 随发酵进行, 不同菌种都可迅速分解亚硝酸盐, 使发酵肉制品内亚硝酸钠的残留量逐渐减少, 增强发酵制品的安全性。由图 5c 可知, 温度对发酵肉制品的亚硝酸盐残留量影响显著, 亚硝酸盐残留量随发酵温度升高而降低; 35℃和 40℃相差不多; 温度由 30℃升至 35℃比由 35℃升至 40℃对亚硝酸盐残留量影响大。

### 2.2.5 氨基酸含量

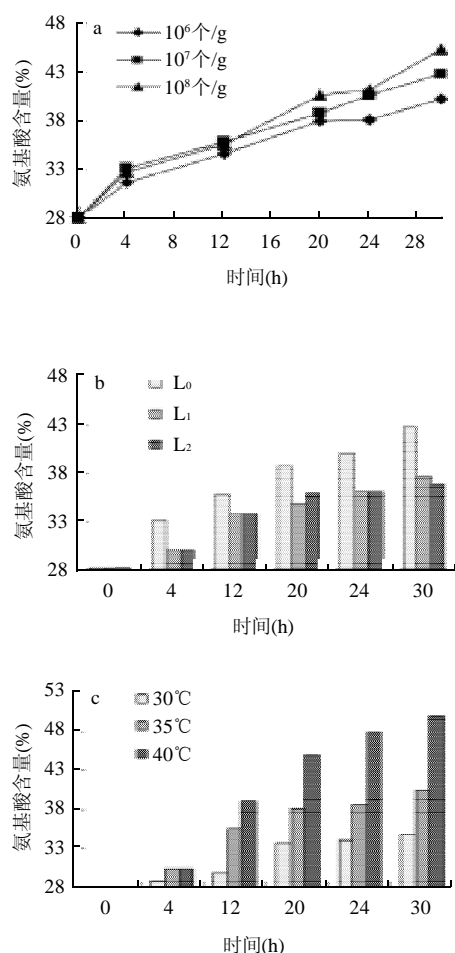


图 6 不同工艺参数对发酵中氨基酸变化的影响

Fig.6 Effects of inoculation quantity of  $L_0$ , fermentation strain and temperature on amino acid content change during fermentation

发酵过程中, 乳酸菌可将原料肉中的蛋白质分解为小分子氨基酸, 提高消化性, 使人体更容易吸收, 同时分解产生的小分子氨基酸为发酵肉制品提供风味成分, 使之具有独特的风味。游离态氨基酸值由电位滴定法测定, 结果用占总蛋白质含量的百分比表示。

由图 6a 可知, 氨基酸含量随发酵时间延长而不断增加, 不同接种量游离氨基酸增加趋势相同; 接种量对氨基酸变化的影响大小为  $10^8$  个/g >  $10^7$  个/g >  $10^6$  个/g; 发酵十几个小时, 接种量  $10^8$  个/g 和  $10^7$  个/g 产生游离氨基酸接近相同。由图 6b 可知, 接种量相同,  $L_0$  游离氨基酸增加程度比  $L_1$  和  $L_2$  组显著。由图 6c 可知, 温度对游离氨基酸含量影响较大, 发酵时间相同, 游离氨基酸含量随发酵温度升高而增大; 不同发酵温度时游离氨基酸差值随发酵时间延长而增大。因此, 游离氨基酸含量越大, 发酵肉制品的品质越好。

### 3 结论

3.1 由菌种的耐食盐和亚硝酸盐特性实验, 得食盐最佳质量分数为 2.5%, 亚硝酸钠理想用量为 0.01%。

3.2 鹿肉发酵肉制品的发酵特性单因素试验得出, 同温度发酵,  $L_0$  比  $L_1$  和  $L_2$  产酸效果好,  $L_1$  和  $L_2$  对过氧化值变化影响较小;  $L_1$  降解亚硝酸盐速度比  $L_0$  和  $L_2$  大; 温度对发酵肉制品的发酵特性值影响较大。

3.3  $L_0$ 、 $L_1$  和  $L_2$  三菌种单独发酵时的过氧化值、亚硝酸盐残留量均满足要求, 适用于本发酵鹿肉制品。

### 参考文献:

- [1] 孔凡真. 我国肉类企业的现状与展望[J]. 山东食品科技, 2004, 6(5): 3-5.
- [2] 姜媛媛, 刘兆庆, 王曙文. 我国肉制品的生产加工与发展趋势[J]. 肉类工业, 2004(10): 40-43.
- [3] 李华丽, 何煜波. 酸肉生产主发酵期发酵条件的确定[J]. 中国食物与营养, 2005(4): 40-43.
- [4] 王艳梅, 马俪珍. 发酵肉制品的研究现状[J]. 肉类工业, 2004(6): 41-42.
- [5] 郭锡铎. 我国发酵肉制品研究进展与未来[J]. 肉类工业, 2004(5): 1-4.
- [6] MARCO A, NAVARRO J L, FLORES M. The influence of nitrite and nitrate on microbial chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage[J]. Meat Science, 2006, 73(4): 660-673.
- [7] LEROY F, VERLUYTEN J, de VUYST L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation[J]. Food Microbiology, 2006, 106(3): 270-285.
- [8] 孟少华, 肖雪贺, 薛向阳, 等. 发酵香肠及其产品开发[J]. 肉类研究, 2005(9): 48-50.
- [9] 王卫. 发酵香肠加工的栅栏效应与加工优化[J]. 肉类研究, 2003(2): 19-22.
- [10] FORTINA M G, NICASTRO G, CARMINAT D, et al. *Lactobacillus helveticus* heterogeneity in natural cheese starters: the diversity in phenotypic characteristics[J]. Journal of Applied Microbiology, 1998, 84(1): 72-80.
- [11] 张兰威, 郭清泉, 郑冬梅, 等. 自然发酵与乳酸菌发酵风干香肠的理化特性及微生物变化[J]. 肉类工业, 2001(7): 26-28.
- [12] 王令建, 李开雄. 发酵香肠成熟过程中理化特性的变化[J]. 肉类工业, 2006(7): 30-32.