

# 新疆风干牛肉成熟过程中理化及微生物特性分析

王俊钢<sup>1,2</sup>, 李宇辉<sup>1,2</sup>, 郭安民<sup>1,2</sup>, 韩冬印<sup>3</sup>, 刘成江<sup>1,2\*</sup>

1(新疆农垦科学院农产品加工研究所,新疆 石河子,832000)2(新疆农垦科学院农产品加工重点实验室,新疆 石河子,832000)3(新疆雨润食品有限责任公司,新疆 石河子,832000)

**摘 要** 对新疆风干牛肉自然发酵成熟过程中的理化特性和微生物变化规律进行了检测和分析。结果表明,新疆风干牛肉成熟过程中最低 pH 值在 5.78 左右;最终水分活度为 0.76,水分含量在 20% 左右;在自然风干成熟过程中酸价、过氧化值和硫代巴比妥酸值(TBA)均随时间的增加而增大。新疆风干牛肉自然发酵成熟过程中的优势菌主要有乳酸菌、葡萄球菌和微球菌。

**关键词** 新疆风干牛肉;理化特性;微生物特性

风干牛肉,也就是将新鲜牛肉经过腌制,然后自然凉干的肉制品。风干牛肉属于传统发酵肉的范畴,主要发酵方式为自然发酵,没有另外添加外源的发酵剂<sup>[1]</sup>,在新疆还没有能够实现真正意义的工业化。目前,有关新疆特色风干牛肉的研究相对较少,自然发酵过程中的微生物种类和以及发酵机理还不够明确<sup>[2-3]</sup>,传统方法生产风干牛肉加工过程中的一些关键性技术仍然限制了自然发酵风干肉的大规模生产<sup>[4]</sup>。新疆特色风干牛肉的微生物主要包括乳酸菌、葡萄球菌、微球菌以及一些酵母菌和霉菌<sup>[5-6]</sup>。将这些微生物分离纯化后制备成发酵剂添加在风干牛肉中,将能够有效缩短发酵时间,降低生产成本,改善产品品质,保证产品风味的稳定性,对进一步实现传统食品标准化有一定的现实意义。

本项目对新疆特色风干牛肉自然晾晒成熟过程中的微生物和理化指标变化情况进行研究,分析其变化规律,从而为新疆传统风干牛肉的现代化生产以及产品质量的提高提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

鲜牛肉、食盐、大蒜、生姜、胡椒、香叶、味精、酱油、十三香、料酒等调味料均购于新疆石河子市友好超市。

电热恒温水浴锅,上海普简一起有限公司;电热恒温培养箱,上海一恒科技有限公司;pH 计,哈纳沃德仪器(北京)有限公司。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 新疆特色风干牛肉加工工艺

选料→切条(10 cm × 10 cm × 40 cm)→初腌(直接用盐涂在肉表面,排除大部分血水)→复腌(腌制剂按照一定配方均匀涂抹在生鲜牛肉表面)→自然风干→成品

说明:初腌条件为 5% 的盐,室温条件下腌制 6 h;复腌条件为 3.5% ~ 4.5% 的盐,0.2% 的花椒、0.35% 的八角、0.1% 的茴香、0.6% 的孜然、4% 的料酒,10 ~ 15 ℃ 条件下腌制 25 ~ 30 d,自然风干。

#### 1.2.2 理化指标检测

盐分含量:参照 GB/T 12457—1990 的方法检测。

水分活度( $a_w$ ):使用便携式水分活度仪(Novasina MS 1 -  $a_w$ )直接检测。按照 GB/T 9695.112—1988 的原理,采用康威氏皿扩散法测定。

水分含量:参照 GB/T 5009.13—1995 的直接干燥法测定。

pH 值:参照 GB/T 9692.5—2003,采用手持式 HANNA pH 仪测定。取 10 g 肉,剪碎,加入 90 mL pH 为 7.0 的蒸馏水,浸泡 30 min 并不断搅拌,之后用 pH 计进行检测,每组检测 3 次取平均值,此为该肉样的 pH 值<sup>[7]</sup>。

酸价测定:样品处理参照鞠波等<sup>[8]</sup>的方法:剪取香肠样品 10 g,绞碎后置于 250 mL 具塞碘量瓶中加入 30 ~ 60 ℃ 沸程的石油醚 80 mL,于 4 ℃ 冰箱中浸泡 6 h,过滤,取滤液在 60 ℃ 水浴锅中挥发掉石油

第一作者:硕士,副研究员(刘成江为通讯作者,E-mail:lcj\_5@sina.com)。

基金项目:新疆生产建设兵团工业科技攻关与成果转化项目(项目编号:2015AB023)

收稿日期:2016-03-28,改回日期:2016-06-14

醚,得到肉脂备用。按照 GB/T 5009.44—1996 中油脂的酸价测定方法。

过氧化值测定:样品处理方法参照酸价的方法。测定方法按照 GB/T 5009.37—1996 中油脂的过氧化值测定方法。

硫代巴比妥酸值(TBA 值)的测定:参照 WITTE<sup>[9]</sup>的方法,准确称取研磨均匀的风干牛肉样品 10 g,置于 100 mL 具塞三角瓶内,加入 50 mL 7.5% 的三氯乙酸溶液(含 0.1% EDTA),振摇 30 min,用双层滤纸过滤,重复用双层滤纸过滤 1 次。准确移取上述滤液 5 mL 置于 25 mL 比色管内,加入 5 mL TBA 溶液(0.02 mol/L),混匀。加塞,置于 90 ℃ 水浴锅内保温 40 min,取出冷却 1 h,移入小试管内离心 5 min (2 000 r/min),上清液倾入 25 mL 比色管内,加入 5 mL 三氯甲烷,摇匀,静置,分层,吸出上清液分别在 532 nm 和 600 nm 波长处比色(同时做空白试验),记录吸光值,并按公式(1)计算 TBA 值。

$$\text{TBA}(\text{mg/kg}) = (A_{532} - A_{600}) \times 4.68 \times \frac{1}{m \times \frac{5}{50}} \quad (1)$$

式中: $m$ ,样品质量,g;4.68:换算系数(1个OD值相当于丙二醛的质量, $\mu\text{g}$ )。

### 1.2.3 微生物分析

分别将  $T_0$  和  $T_1$  的所有样品,取 10 g 无菌条件下剪碎,放入 90 mL 灭菌生理盐水中,振荡 2 min,之后分别将样品用无菌生理盐水 10 倍稀释,备用。

细菌总数测定:参照国标 4789.2—2010。

乳杆菌总数测定:参照 De MAN 方法<sup>[10]</sup>,用 MRS 琼脂培养基,有氧条件下 25 ℃,培养 3 d。

微球菌和葡萄球菌:使用上海科兴商贸有限公司生产的高盐甘露醇琼脂(MSA)培养基倒平板,30 ℃,培养 48~72 h。

肠杆菌总数测定:使用上海科兴商贸有限公司生产的 VBRGA 培养基。平板在 37 ℃ 培养 24 h。

酵母菌和霉菌:使用马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)倒平板,28 ℃ 培养 5 d。

## 2 结果与讨论

### 2.1 新疆特色风干牛肉自然晾挂成熟过程中理化指标变化

#### 2.1.1 盐分含量变化

由图 1 可以看出,整个风干过程盐分含量一直呈上升趋势,腌制初期盐分含量上升明显,后期则放缓,这是由于前期水分快速蒸发所导致的,自然风干

12 天后,盐分含量基本保持平稳,腌制结束。

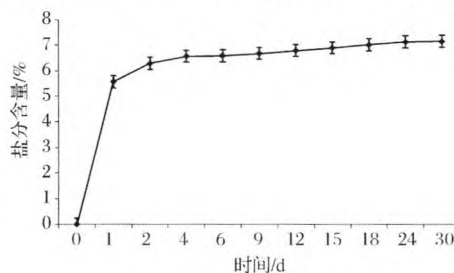


图 1 新疆特色风干牛肉自然风干过程中盐分含量变化

Fig. 1 The change of salt content during the ripening process

#### 2.1.2 水分活度和水分含量变化

新疆风干牛肉生产过程中水分活度变化和水分含量变化情况如图 2 所示。

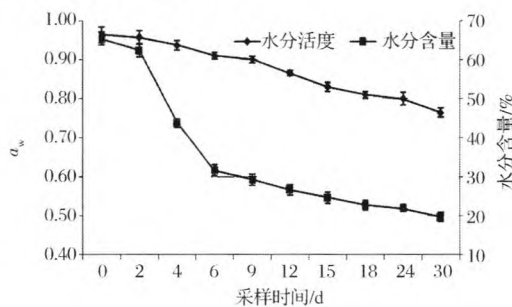


图 2 新疆特色风干牛肉自然风干过程中水分活度( $a_w$ )和水分含量变化

Fig. 2 The change of  $a_w$  and moisture content during the ripening process

由图 2 可知,水分活度在干燥前 15 天迅速下降,从第 0 天的 0.96 降低到第 15 天的 0.83 ( $P < 0.01$ ),之后则下降比较平缓 ( $P > 0.05$ ),直到风干结束(第 30 天),水分活度才降到 0.76。在整个风干过程中,风干牛肉随着时间的延长,水分含量不断减少,尤其是在风干的前 6 天,水分含量直接从原来的 65.33% 下降到 31.63% ( $P < 0.01$ ),以后开始缓慢下降,在风干第 12 天以后,风干牛肉中的水分含量基本趋于稳定,保持在 20% 左右。

新疆风干牛肉制作的关键就是在于迅速降低原料肉中的水分含量,由于是自然风干,因此必须在较短的时间内使得水分快速下降,只有这样才能保证风干牛肉的品质,才能避免腐败味的产生。 $a_w$  是影响风干牛肉口感和贮藏品质的重要因素<sup>[11]</sup>。首先, $a_w$  影响风干牛肉的微观组织结构, $a_w$  越低,风干牛肉的自由水含量也就越低,蛋白质胶体结构的保水性也越低,口感也就越干硬<sup>[12]</sup>;另外, $a_w$  还直接影响着风干

牛肉中的微生物的繁殖速度<sup>[13]</sup> (包括有益微生物和有害微生物)。

### 2.1.3 pH 值、酸价、过氧化值和 TBA 值变化

由表 1 可以看出,新疆风干牛肉自然风干过程中 pH 值在风干的前 9 天明显下降 ( $P < 0.01$ ),这主要是风干牛肉在成熟过程中会有乳酸菌发酵,乳酸菌大量繁殖会分解碳水化合物产生乳酸,从而导致风干牛肉 pH 值下降<sup>[14-15]</sup>。之后 pH 值逐渐升高,直到第 18 天达到 6.68 ( $P < 0.01$ ),pH 值的升高说明蛋白质开始分解变成胺类化合物,这类化合物是碱性的,其量的逐渐增多必然会导致 pH 值的升高<sup>[9]</sup>,随着时间的延长风干牛肉的 pH 值在第 30 天后开始稳定在 6.10,这与国内一些发酵肉 (四川香肠,金华火腿) 成品的 pH 值有一定的差异<sup>[16-17]</sup>,这可能是由于不同产地肉制品中主要微生物种类有一定的区别,其对肉中蛋白质的降解作用不同而导致的。

表 1 风干牛肉成熟过程中理化指标变化

Table 1 Physico-chemical properties of Xinjiang dry-cured beef during the ripening process

采样时间/d	pH 值	酸价/ (mg · KOH · g <sup>-1</sup> )	过氧化值/ (meq · kg <sup>-1</sup> )	TBA 值/ (mg 丙二醛 · kg <sup>-1</sup> )
0	6.18 ± 0.45 <sup>d</sup>	0.68 ± 0.017 <sup>a</sup>	2.17 ± 0.17 <sup>a</sup>	0.214 ± 0.016 <sup>a</sup>
2	6.05 ± 0.34 <sup>bc</sup>	0.74 ± 0.020 <sup>b</sup>	2.34 ± 0.21 <sup>ab</sup>	0.237 ± 0.013 <sup>b</sup>
4	5.94 ± 0.27 <sup>b</sup>	0.78 ± 0.014 <sup>c</sup>	2.45 ± 0.16 <sup>b</sup>	0.262 ± 0.009 <sup>c</sup>
6	5.90 ± 0.18 <sup>ab</sup>	0.84 ± 0.022 <sup>d</sup>	2.68 ± 0.045 <sup>b</sup>	0.305 ± 0.011 <sup>d</sup>
9	5.78 ± 0.33 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.013 <sup>e</sup>	3.27 ± 0.14 <sup>c</sup>	0.341 ± 0.007 <sup>e</sup>
12	6.42 ± 0.24 <sup>c</sup>	0.98 ± 0.008 <sup>f</sup>	5.16 ± 0.47 <sup>d</sup>	0.373 ± 0.014 <sup>f</sup>
15	6.51 ± 0.51 <sup>c</sup>	1.06 ± 0.016 <sup>g</sup>	11.34 ± 0.81 <sup>e</sup>	0.378 ± 0.011 <sup>f</sup>
18	6.68 ± 0.28 <sup>f</sup>	1.17 ± 0.021 <sup>h</sup>	15.62 ± 0.76 <sup>f</sup>	0.426 ± 0.024 <sup>g</sup>
24	6.27 ± 0.36 <sup>d</sup>	1.84 ± 0.019 <sup>i</sup>	10.76 ± 0.59 <sup>g</sup>	0.463 ± 0.014 <sup>h</sup>
30	6.10 ± 0.47 <sup>d</sup>	1.96 ± 0.011 <sup>j</sup>	19.56 ± 1.02 <sup>h</sup>	0.518 ± 0.021 <sup>i</sup>

注:同一列中字母相同表示差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

酸价大小代表样品中游离脂肪酸总量的多少。从表 1 中可以看出,酸价从第 0 天的 0.68 mgKOH/kg 增加到底 30 天的 1.96 mgKOH/kg,在成熟期的第 18 ~ 24 天增加最为明显 ( $P < 0.01$ ),这说明在这段时间内,风干牛肉中的脂类分解较多,从而导致了大量的游离脂肪酸的积累,这将有利于风味物质的形成。

过氧化值是脂类物质氧化后的第一个中间产物,性质极其不稳定,可分解为酸,醛和酮等小分子物质<sup>[18]</sup>,因此可以从过氧化值的大小判断肉中脂类物质收到的氧化程度,从表 1 可以看出,贮藏的前 6 天,过氧化值变化不大 ( $P > 0.05$ ),在第 12 ~ 18 天,过氧化值有明显的增加 ( $P < 0.01$ ),之后又迅速降低,最终在第

30 天后达到 19.56 meq/kg ( $P < 0.01$ ),这表明在这段时间内,游离脂肪酸被快速氧化,中间产物积累过多而导致其过氧化值增加,但其性质不稳定性决定其会在短时间内被重新分解成小分子物质,而降低过氧化值。有研究表明,适量的过氧化值有利于风干牛肉风味的形成,过量则会导致有不良的哈败味<sup>[19]</sup>。

TBA 值是指脂肪收到氧化的程度。从表 1 可以看出,TBA 值随着风干牛肉成熟时间的延长,其值在不断增加,这表明风干牛肉脂肪氧化的最终产物在不断积累,直到第 30 天达 0.518 mg 丙二醛/kg。

### 2.1.4 风干牛肉成熟过程中微生物变化

新疆特色风干牛肉是新疆自然发酵肉制品的一种,在风干牛肉成熟过程中,其 pH 值基本上保持在 6.0 左右,对大部分的微生物起不到抑制作用,因此  $a_w$  的变化对微生物种类和数量的影响就显得非常重要。风干牛肉加工过程中盐分含量基本上保持在 4% 左右,这就会导致产品的  $a_w$  较低,从而使得风干牛肉中微生物变化趋势的不同。本实验对风干牛肉成熟过程中细菌总数 (PCA 计数)、乳酸菌 (MRS)、肠杆菌 (VRBD)、肠球菌、葡萄球菌和微球菌 (MSA)、酵母菌和霉菌 (PDA) 进行了测定,结果见表 2。

从表 2 可以看出,风干牛肉的初始细菌总数在  $8.50 \times 10^5$  CFU/g,在风干牛肉自然风干的第 1 天细菌总数有一个明显的增加 ( $P < 0.05$ ),这可能是因为风干牛肉制作初期外源微生物的污染所致。第 2 天时细菌总数下降,这可能是由于添加了盐和亚硝酸盐及一些香辛料抑制了微生物的生长。之后,细菌总是总体呈现先增加后减少的趋势,最高时细菌总数达到了  $8.0 \times 10^8$  CFU/g,当在第 30 天检测时细菌总数值为  $3.60 \times 10^8$  CFU/g。这是由于风干羊肉在贮藏初期,水分含量比较大,且水分活度较高,营养丰富,从而导致了微生物的大量繁殖,但是当到后期,水分含量和水分活度降低,盐分含量升高,这些条件限制了需求高水分微生物的生长繁殖<sup>[5]</sup>,总体数量有所下降,但最终细菌总数值仍相对较高。

风干牛肉中的乳酸菌在自然风干的前 6 天逐渐增加,在这段时间内,风干牛肉的 pH 值由 6.18 降到 5.90,乳酸菌的大量繁殖使得肉中 pH 值的降低。另外,乳酸菌不耐低  $a_w$ ,因此,从第 6 天开始起菌落数量开始趋于稳定,最终维持在  $1.48 \times 10^7$  CFU/g。

肠杆菌在自然风干的第 1 天一直处于下降趋势,直到第 30 天,并且由最初的  $4.10 \times 10^3$  CFU/g 降低到  $10^2$  CFU/g 左右,在最后的产物中仍能检出肠杆

菌,这可能是由环境污染或者人为污染所造成的。而肠球菌从自然风干初期到后期其数量一直维持在  $10^5$  CFU/g 以下。因此,从食品安全的角度来看,肠杆菌和肠球菌数的指标均符合国标要求。

表 2 新疆特色风干牛肉成熟过程中各中微生物的变化  
Table 2 Change of microorganisms of Xinjiang dry-cured beef during ripening process

采样 时间/d	细菌总数 lg(CFU/g)	乳酸菌 lg(CFU/g)	肠杆菌 lg(CFU/g)	肠球菌 lg(CFU/g)	葡萄球菌和微球菌 lg(CFU/g)	酵母菌和霉菌 lg(CFU/g)
0	$5.39 \pm 0.47^a$	$4.78 \pm 0.24^a$	$3.15 \pm 0.22^c$	$3.86 \pm 0.37^b$	$3.11 \pm 0.11^a$	$3.14 \pm 0.21^a$
1	$7.89 \pm 0.21^e$	$6.23 \pm 0.45^b$	$5.24 \pm 0.33^b$	$4.01 \pm 0.21^{bc}$	$5.12 \pm 0.17^b$	$3.30 \pm 0.18^a$
2	$6.24 \pm 0.23^b$	$6.28 \pm 0.47^b$	$3.68 \pm 0.27^e$	$3.25 \pm 0.27^a$	$5.84 \pm 0.21^c$	$4.62 \pm 0.27^c$
4	$7.98 \pm 0.18^f$	$6.41 \pm 0.36^b$	$3.42 \pm 0.15^d$	$4.26 \pm 0.24^{de}$	$6.45 \pm 0.26^d$	$4.94 \pm 0.24^d$
6	$8.45 \pm 0.24^j$	$8.14 \pm 0.72^i$	$3.21 \pm 0.26^e$	$4.44 \pm 0.36^e$	$8.64 \pm 0.31^f$	$5.86 \pm 0.43^f$
9	$7.85 \pm 0.76^d$	$7.15 \pm 0.64^e$	$3.54 \pm 0.31^d$	$4.31 \pm 0.41^{de}$	$7.96 \pm 0.24^e$	$5.68 \pm 0.32^{ef}$
12	$8.10 \pm 0.82^f$	$6.86 \pm 0.37^d$	$3.86 \pm 0.24^f$	$4.20 \pm 0.37^{de}$	$7.84 \pm 0.35^e$	$5.42 \pm 0.16^e$
15	$8.24 \pm 0.69^i$	$6.68 \pm 0.49^e$	$3.26 \pm 0.26^e$	$4.12 \pm 0.28^{de}$	$8.01 \pm 0.42^e$	$5.06 \pm 0.23^d$
18	$8.52 \pm 0.73^k$	$7.45 \pm 0.64^f$	$4.02 \pm 0.17^g$	$4.18 \pm 0.21^{cd}$	$8.17 \pm 0.37^e$	$4.96 \pm 0.19^d$
24	$7.46 \pm 0.65^c$	$7.62 \pm 0.47^g$	$2.86 \pm 0.32^b$	$4.68 \pm 0.30^f$	$7.86 \pm 0.46^e$	$4.45 \pm 0.22^c$
30	$8.17 \pm 0.71^h$	$7.84 \pm 0.56^h$	$2.14 \pm 0.23^a$	$4.45 \pm 0.24^e$	$7.98 \pm 0.27^e$	$4.05 \pm 0.27^b$

注:同一列中字母相同表示差异不显著( $P>0.05$ )。

葡萄球菌和微球菌被看做是发酵肉制品品质形成关键的微生物,其具有很好的呈香和发色作用,并且还能有效降低发酵肉制品中亚硝酸盐的含量。风干牛肉中葡萄球菌和微球菌在自然风干的前 6 天从  $1.35 \times 10^3$  CFU/g 上升到  $4.40 \times 10^8$  CFU/g ( $P<0.01$ ),此后一直稳定在  $10^8$  CFU/g 左右( $P>0.05$ ),成为优势菌,其数量比乳酸菌还要高一个数量级,这与内蒙古农业大学的曾静瑜的研究略有不同<sup>[5]</sup>,这可能是由于 2 个地区环境不同所导致的,本研究中的风干牛肉制作是在新疆塔城地区的冬季制作,温度较低,发酵速度相对较慢,其产品中的 pH 值下降相对缓慢,使得自然存在的葡萄球菌和微球菌具有很好的生长环境,球菌的生长影响了乳酸菌的生长,乳酸菌的生长也影响了球菌的生长,两者之间具有一定的协同作用。国内的学者研究发现<sup>[20]</sup>,葡萄球菌和微球菌对发酵肉制品的风味影响较大,本研究中葡萄球菌和微球菌也是该地区风干牛肉中的优势发酵微生物。因此,葡萄球菌和微球菌很可能对新疆风干牛肉特征风味物质的形成起到了至关重要的作用。

酵母菌和霉菌菌群数量从第 0 天的  $10^3$  CFU/g 逐渐升高到底 6 天的  $8.25 \times 10^5$  CFU/g ( $P<0.05$ ),而后又逐渐下降,第 30 天时在  $1.50 \times 10^4$  CFU/g 左右。国外有的学者认为,酵母菌和霉菌是肉制品的腐败微生物<sup>[21-22]</sup>,但是,国外也有一些香肠和火腿在生产过程中本身就接种有不产毒素的产黄青霉和纳地青霉,从而生产口感独特的肉制品。国内南方的一些发酵肉在 5~7 月份也会大量长霉菌,且会使得风味

更佳,因此,本风干牛肉中的霉菌可能也会为风味形成提供帮助。

3 结论

(1)新疆风干牛肉在自然风干过程期间最低 pH 值在 5.78 左右,风干牛肉在成熟过程中水分含量和水分活度都逐渐下降,水分含量在风干的第 6 天后下降缓慢,最后维持在 20% 左右。水分活度则在风干的前 18 天下降迅速,最后基本稳定在 0.70 左右。

(2)在本实验过程中,新疆风干牛肉在自然风干成熟过程中酸价、过氧化值和 TBA 值都是随着时间的延长而不断增加的。

(3)新疆风干牛肉自然风干过程中的优势菌种为葡萄球菌、微球菌和乳酸菌。在风干的第 30 天时乳酸菌的数量为  $1.48 \times 10^7$  CFU/g,而葡萄球菌和微球菌的数量在维持在  $4.40 \times 10^8$  CFU/g 左右。整个成熟期肠杆菌数量呈下降趋势,最后只有  $10^2$  CFU/g 左右,肠球菌的数量在一直维持在  $10^5$  CFU/g 以下,酵母菌和霉菌数量在第 6 天增加到  $8.25 \times 10^5$  CFU/g,而后则不断下降,第 30 天时已经下降到  $1.50 \times 10^4$  CFU/g 左右。

参 考 文 献

[1] 刘娅,唐慧.浅析新疆传统食品的工业化[J].食品科技,2007,28(4):18-21.  
[2] 段艳.乳酸菌的筛选及其对羊肉干发酵香肠品质特性的影响[D].内蒙古:内蒙古农业大学,2013:12.

- [3] ARNAU J, Gou P, COMAPOSADA J. Effect of the relative humidity of drying air during the resting period on the composition and appearance of dry-cured ham surface[J]. *Meat Science*, 2003, 52(2): 98-100.
- [4] 周光宏. 肉品加工学[M]. 第二版. 北京: 中国农业出版社, 2008: 226.
- [5] 曾静瑜. 自然冷冻风干牛肉品质形成与微生物变化规律的研究[D]. 内蒙古: 内蒙古农业大学, 2014: 31-33.
- [6] MORETTI V M, MADONIA G, DIAFERIA C, et al. Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions[J]. *Meat Science*, 2004, 66: 845-854.
- [7] 王宁. 冷却羊肉腐败菌菌相变化及其控制技术研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.
- [8] 鞠波, 王方宪, 郑诚, 等. 出口冻猪肉过氧化值检测方法的探讨[J]. *肉类研究*, 2000, 14(4): 43-48.
- [9] WITTE V C, KRAUSE G F, BAILEY M E. A new extraction method for determining P-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage[J]. *Food Science*, 1970, 35: 582-585.
- [10] MAN J C D, ROGOSA M, SHARPE M E. A medium for the cultivation of lactobacilli[J]. *Journal of Applied Bacteriology*, 1960, 23(1): 130-135.
- [11] 谢小雷, 李侠, 张春晖, 等. 不同干燥方式对牛肉干物性特性的影响[J]. *农业工程学报*, 2015, 31(s1): 346-354.
- [12] 顾苗青, 周厚源, 李汴生, 等. 肉鸡翅根烘烤过程中品质变化[J]. *食品与发酵工业*, 2014, 40(11): 64-69.
- [13] 连风, 赵伟, 杨瑞金. 低水分活度食品的微生物安全研究进展[J]. *食品科学*, 2014, 35(19): 333-336.
- [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): 143-145.
- [15] 何煜波. 乳杆菌属发酵过程中变化的研究[J]. *肉类工业*, 2002, 23(5): 23-28.
- [16] 张富新, 李佳. 传统中式香肠自然晾挂成熟过程中生理生化特性及微生物的变化[J]. *西北农业科技大学学报(自然科学版)*, 2006, 34(10): 159-163.
- [17] 张亚军. 金华火腿蛋白降解与其品质的关系[D]. 杭州: 浙江大学, 2004: 32-34.
- [18] 马长伟, 张松山, 刘欢, 等. 对反映腌腊肉制品脂肪氧化酸败程度指标的探讨[J]. *肉类研究*, 2007, 21(6): 4-6.
- [19] 沙坤. 新疆风干牛肉质量特征及风味物质形成机制的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2015: 48-49.
- [20] 孙宝忠. 干腌牛肉加工过程中微生物变化、作用及机理[D]. 北京: 中国农业大学, 2004: 27-28.
- [21] AMBROSIADIS J, SOULTOS N, ABRAHIM A, et al. Physicochemical, microbiological and sensory attributes for the characterization of Greek traditional sausages[J]. *Meat Science*, 2004, 66(2): 279-287.
- [22] SAMELIS J, METAXOPOULOS J, VLASSI M, et al. Stability and safety of traditional Greek salami-a microbiological ecology study[J]. *International Journal of Food Microbiology*, 1998, 44(1-2): 69-82.

## Physico-chemical and microbial properties of Xinjiang dry-cured beef during the ripening process

WANG Jun-gang<sup>1,2</sup>, LI Yu-hui<sup>1,2</sup>, GUO An-min<sup>1,2</sup>,  
HAN Dong-yin<sup>3</sup>, LIU Cheng-jiang<sup>1,2\*</sup>

1(Institute of Agro-products Processing Science and Technology Xinjiang Academy of  
Agricultural and Reclamation Science, Shihezi 832000, China)

2(Key Laboratory of Agro-Products Processing, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi 832000, China)

3(Yu Run Food Limited Company of Xinjiang, Shihezi 832000, China)

**ABSTRACT** The changes of physico-chemical and microbial properties of Xinjiang dry-cured beef during the ripening process under natural fermentation were determined and analyzed in present study. Results showed that the lowest pH of the Xinjiang dry-cured beef was about 5.78 during the ripening process.  $a_w$  was 0.76 and moisture content was about 20% in final products. The acidity value, peroxide value and TBA value increased gradually during the natural air-drying. That the predominant microorganisms in xinjiang dried beef were *Lactobacillus*, *Staphylococcus* and *Micrococcus*.

**Key words** Xinjiang dried beef; physico-chemical property; microbial property