

运输温度对牦牛肉品质的影响及其相关性分析

Quality changes and correlation of yak meat under transport temperature

李升升^{1,2} 靳义超^{1,2} 闫忠心^{1,2}

LI Sheng-sheng^{1,2} JIN Yi-chao^{1,2} YAN Zhong-xin^{1,2}

(1. 青海大学畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016; 2. 青海省畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810016)

(1. Academy of Animal and Veterinary Sciences, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016, China;

2. Qinghai Academy of Animal and Veterinary Sciences, Xining, Qinghai 810016, China)

摘要: 分别在 4, 6, 8, 10, 12 °C 条件下模拟运输牦牛肉 4 h, 研究运输温度对牦牛肉汁液流失、蒸煮损失、肉色、剪切力、挥发性盐基氮和菌落总数的影响, 并分析运输温度与各指标之间的相关性。结果表明: 随着运输温度的升高, 牦牛肉的汁液流失、蒸煮损失、挥发性盐基氮和菌落总数显著增大 ($P < 0.05$); 剪切力值显著下降 ($P < 0.05$); 肉色差异不显著 ($P > 0.05$); 相关性分析表明, 除 a^* 值外, 运输温度与汁液流失、蒸煮损失、 L^* 值、剪切力、挥发性盐基氮和菌落总数均显著相关 ($P < 0.05$)。总体来看, 运输温度升高会使牦牛肉的品质下降, 但在牦牛肉的运输中减少温度波动可最大限度地保持牦牛肉的品质。

关键词: 牦牛肉; 运输温度; 品质; 相关性

Abstract: Drip loss, cooking loss, Color, shear force, total volatile basic nitrogen, and total bacterial count of yak meat were measured after being transported at 4, 6, 8, 10, 12 °C for 4 hours, respectively, and the correlation of transport temperature and quality were also analyzed. Results: with the increase of transport temperature, drip loss, cooking loss, total volatile basic nitrogen, and total bacterial count of yak meat significantly increased ($P < 0.05$); shear force of yak meat significantly decreased ($P < 0.05$); the color of yak meat had no significant difference ($P > 0.05$). Correlation analysis indicated that there were significantly correlation of transport temperature with drip loss, cooking loss, L^* value, shear force, total volatile basic nitrogen, and total bacterial count ($P < 0.05$). In summary, the yak meat quality decreased with the transport temperature increase, but yak meat quality could be kept by reduce temperature fluctuation in transport.

基金项目: 农业部公益性行业(农业)专项资助(编号: 201303083); 藏牦牛品质杂交利用及特色产品开发技术研究资助(编号: 2014-HZ-806)

作者简介: 李升升, 男, 青海大学助理研究员, 硕士。

通信作者: 靳义超(1958—), 男, 青海大学研究员。

E-mail: jinyichao88@163.com

收稿日期: 2017-02-18

Keywords: yak meat; transport temperature; quality; correlation

牦牛是生长于青藏高原及其沿线高寒地区的物种。据报道^[1], 中国的牦牛数量约为 1 400 万头, 约占全球总量的 90% 以上。牦牛肉因具有肉质鲜美、高蛋白、低脂肪的特点, 而被广大消费者所接受。热鲜肉和冷冻肉是当前牦牛肉的主要产品形式, 然而冷鲜肉已成为当今肉品的发展趋势, 因此, 对具有良好品质和资源的牦牛肉来说, 冷鲜牦牛肉具备深度开发的价值和意义。

冷鲜肉是在宰后迅速冷却至 0~4 °C, 并在分割包装、运输贮藏和销售中保持在 0~4 °C 的生鲜肉。目前, 对冷鲜牛肉的研究多集中在包装贮藏和保鲜保质方面, 李升升等^[2]研究了不同包装方式对冷鲜牛肉的保鲜效果, 表明气调包装可使牛肉具有较好的品质; O'Suhivan 等^[3]报道 50% O₂, 20% CO₂ 和 30% N₂ 包装牛肉具有较好的感官品质; 孙天利等^[4]研究表明冰温贮藏结合气调包装可使牛肉具有更长的保质期; 李升升等^[5]研究了不同阻气性和阻氧性包装材料对冷鲜牛肉品质的影响, 研究结果表明高阻气、阻氧材料可显著延缓冷鲜牛肉品质的劣变。对于冷鲜牦牛肉运输环节的研究尚未见报道。

为此, 本研究拟通过研究不同运输温度对牦牛肉汁液流失、蒸煮损失、肉色、剪切力、挥发性盐基氮(TVB-N)和菌落总数的影响, 明确运输温度对牦牛肉品质的影响, 并探讨运输温度与各指标间的相关性, 为牦牛肉运输过程中温度控制提供理论支持和技术依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂

冷鲜牦牛肉: 青海裕泰畜产品有限公司;

盐酸: 分析纯, 南京化学试剂股份有限公司;

氯化钠: 分析纯, 天津市红岩化学试剂厂;

硼酸: 分析纯, 天津市大茂化学试剂厂;

氧化镁:分析纯,天津市科密欧化学试剂有限公司;
 乙醇:分析纯,天津市恒兴化学试剂制造有限公司;
 甲基红:指示剂,上海试剂三厂;
 溴甲基绿:指示剂,天津市凯通化学试剂有限公司;
 营养琼脂:生化试剂,北京奥博星生物技术有限责任公司。

1.1.2 主要仪器设备

电子秤:JM-B3003 型,诸暨市超泽衡器设备有限公司;
 全自动测色色差计:ADCI-60-C 型,北京辰泰克仪器技术有限公司;
 数显式肌肉嫩度仪:C-LM3B 型,东北农业大学工程学院;
 电热恒温水浴锅:HH-6 型,上海比朗仪器有限公司;
 中心温度计:TP-3001 型,苏州市沧浪区泰式电子经营部;
 凯氏定氮仪:QYKDN-C 型,上海乔跃电子有限公司;
 立式压力蒸汽灭菌器:YXQ-LS-30 型,上海博迅实业有限公司医疗设备厂;
 洁净工作台:VSF-900 型,苏州工业园区鸿基洁净科技有限公司;
 电热恒温培养箱:DNP-9272 型,宁波东南仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 样品处理 牦牛宰后在 0~4 ℃冷库成熟 72 h,去除牦牛肉表面的筋膜和脂肪,分割成约 160 g 肉样,进行托盘包装,参考 GB/T 20799—2006《鲜、冻肉运输条件》的规定,模拟运输温度分别为 4,6,8,10,12 ℃,运输时间 4 h,测定不同样品的品质和理化指标变化。

1.2.2 指标测定方法

(1) 汁液流失的测定:样品包装前的重量记为 W_x ,运输后取肉样称重记为 W_y ,按式(1)计算汁液流失。

$$DL = \frac{W_x - W_y}{W_x} \times 100\%, \tag{1}$$

式中:
 DL ——汁液流失,%;
 W_x ——样品包装前的重量,g;
 W_y ——样品运输后的重量,g。

(2) 蒸煮损失的测定:将取出后的样品称重记为 W_a ,装入蒸煮袋中在 80 ℃水浴中熟制,至样品中心温度达到 70 ℃后,取出肉样,擦干样品表面水分,冷却至室温称重记为 W_b ,按式(2)计算蒸煮损失。

$$CL = \frac{W_a - W_b}{W_a} \times 100\%, \tag{2}$$

式中:
 CL ——蒸煮损失,%;
 W_a ——样品蒸煮前的重量,g;
 W_b ——样品蒸煮后的重量,g。

(3) 肉色的测定:取肉样,用刀切开露出新鲜的切面在空气中氧化 30 min 后进行测定,校准设备后,测定样品的

L^* 值和 a^* 值,一个样品选取 3 个点,测定结果取平均值。

(4) 剪切力的测定:将样品蒸煮后,沿平行于肌纤维方向切取 30 mm×10 mm×10 mm 的肉样,用剪切力仪测定样品的剪切力,每个样品至少测 3 个平行,结果取平均值。

(5) 挥发性盐基氮(TVB-N)的测定:按 GB/T 5009.44—2003 中的半微量凯氏定氮法执行。

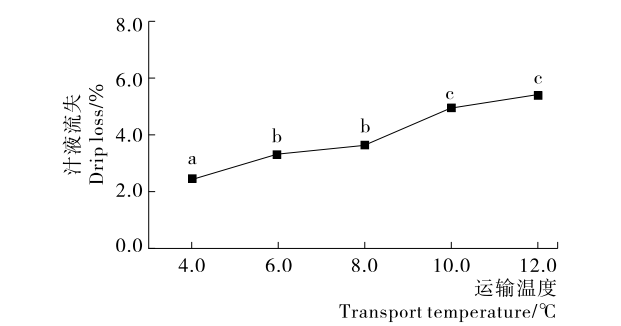
(6) 菌落总数的测定:按 GB 4789.2—2010 执行。

1.2.3 统计方法 采用 SPSS 17.0 对数据进行(ANOVA)方差分析,对不同处理的各平均数采用 Duncan 多重比较法分析其差异显著性。

2 结果与分析

2.1 对牦牛肉汁液流失的影响

汁液流失是畜产品品质的重要评价指标之一,可以反映肉品的持水性能^[6]。由图 1 可知,随着运输温度的升高,牦牛肉的汁液流失率显著上升($P<0.05$),说明运输温度波动对托盘包装冷鲜牦牛肉的汁液流失影响较大。汁液流失是肌肉组织中的水分从肌肉组织内部转移到表面,蒸发或流出的过程^[7]。由于运输过程中温度升高,会促使肉品表面的水分蒸发或聚积成滴流出,肌肉内部与表面之间形成压力差,导致水分从肌肉内部持续转移到肌肉表面,造成汁液流失增加,温度越高压力差越大,肌肉汁液流失就越严重。



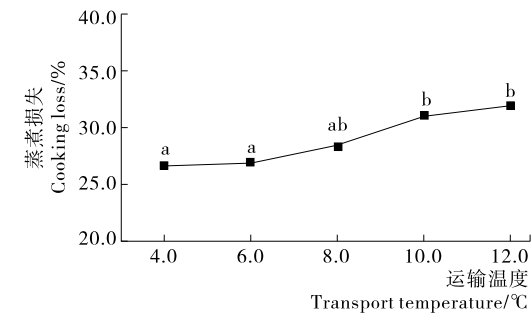
不同字母代表差异显著($P<0.05$)
 图 1 运输温度对牦牛肉汁液流失的影响
 Figure 1 Effect of transport temperature on drip loss of yak meat

2.2 对牦牛肉蒸煮损失的影响

蒸煮损失是样品在受热时,因水分流失引起的重量损失^[8],是肉品评价的重要指标之一。由图 2 可知,在运输温度波动范围内,随着运输温度的增加,蒸煮损失显著增加($P<0.05$),说明运输温度对牦牛肉的蒸煮损失影响较大。当运输温度升高,肌肉内源酶的作用加强且微生物繁殖增加,导致肌肉蛋白降解和组织结构被破坏程度加剧^[9-10],持水能力降低,蒸煮损失增大。

2.3 对牦牛肉色度的影响

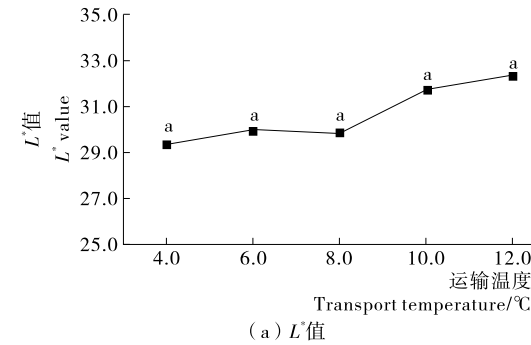
肉色是消费者评价肉品品质的重要指标之一。由图 3 可知,在运输温度波动范围内,随着运输温度的增加,样品 L^* 值呈上升趋势, a^* 值呈下降趋势,但是 L^* 和 a^* 值的变化差异不显著($P>0.05$)。 L^* 值与肉品的水分含量相关,随着运输温度的升高,肌肉中的水分由肌肉内部迁移到肉品表



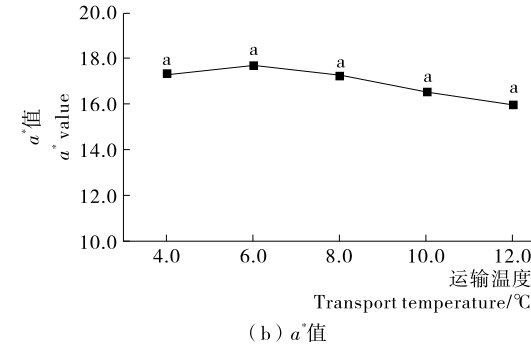
不同字母代表差异显著($P<0.05$)

图 2 运输温度对牦牛肉蒸煮损失的影响

Figure 2 Effect of transport temperature on cooking loss of yak meat



(a) L^* 值



(b) a^* 值

相同字母代表差异不显著($P>0.05$)

图 3 运输温度对牦牛肉色度的影响

Figure 3 Effect of transport temperature on color of yak meat

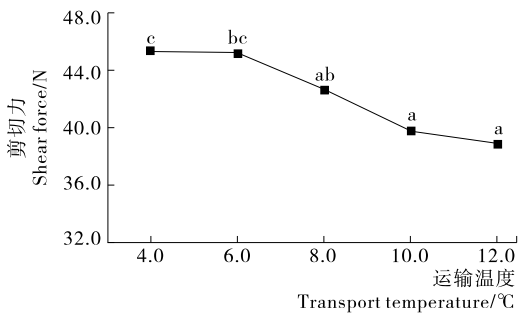
面,肉品表面的含水量增加使得肉品的 L^* 值升高,此变化趋势与汁液流失一致。 a^* 值与氧合肌红蛋白有关^[11],随着运输温度的升高,加速氧合肌红蛋白与氧反应形成高铁肌红蛋白,使牛肉的红色值(a^*)下降,由于运输时间较短,所以红色值虽然有下降趋势,但是差异不显著($P>0.05$)。

2.4 对牦牛肉剪切力的影响

剪切力反映的是样品被切碎的难易程度,直接关系到肉品的食用品质和加工品质^[12]。由图 4 可知,随着运输温度的升高,样品剪切力总体呈显著下降趋势($P<0.05$),尤其是 6 °C 以后剪切力值迅速降低,说明运输温度对牦牛肉的嫩度有较大影响。分析认为运输温度升高,肉品内源酶作用增强且组织中的微生物迅速繁殖,导致肉品的结构蛋白降解,剪切力值降低。

2.5 对牦牛肉挥发性盐基氮的影响

挥发性盐基氮(TVB-N)是指肉品在酶和微生物的作用



不同字母代表差异显著($P<0.05$)

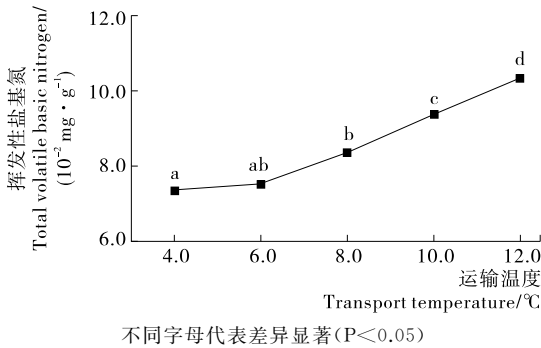
图 4 运输温度对牦牛肉剪切力的影响

Figure 4 Effect of transport temperature on shear force of yak meat

下,使肌肉蛋白质分解而产生的氨及胺类等碱性含氮物质,是肉品鲜度评价的重要指标^[13]。由图 5 可知,随着运输温度的升高,牦牛肉的 TVB-N 总体呈显著增加趋势($P<0.05$),尤其是 6 °C 以后 TVB-N 值显著增加($P<0.05$),说明运输温度对牦牛肉的 TVB-N 有较大影响。随着运输温度的增加,肉品中的微生物迅速繁殖,降解了肌肉中的蛋白质,产生的氨及胺类物质导致了牦牛肉的 TVB-N 增加。

2.6 对牦牛肉菌落总数的影响

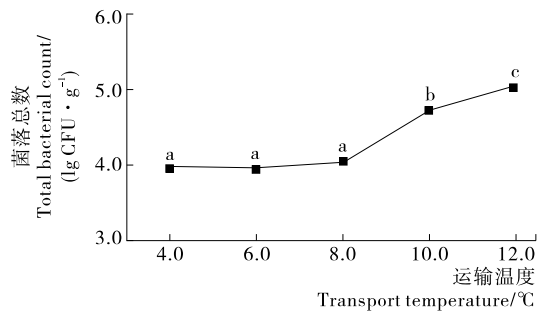
菌落总数是用来判定肉品被微生物污染程度的指标,也是反映肉品鲜度的重要指标^[14]。由图 6 可知,随着运输温度的升高,试验样品的菌落总数总体呈显著增加趋势($P<$



不同字母代表差异显著($P<0.05$)

图 5 运输温度对牦牛肉挥发性盐基氮的影响

Figure 5 Effect of transport temperature on TVB-N of yak meat



不同字母代表差异显著($P<0.05$)

图 6 运输温度对牦牛肉菌落总数的影响

Figure 6 Effect of transport temperature on total bacterial count of yak meat

0.05),尤其是 8 ℃以后菌落总数显著增加($P<0.05$),说明运输温度对牦牛肉的菌落总数有较大影响。温度是影响微生物生长的主要因素之一^[15],随着运输温度的增加,微生物迅速增殖,导致菌落总数增加。此变化规律与挥发性盐基氮的变化趋势一致。

2.7 相关性分析

将运输温度与牦牛肉的汁液流失、蒸煮损失、 L^* 值、 a^* 值、剪切力、TVB-N 和菌落总数进行相关性分析,结果见

表 1。

由表 1 可知,除 a^* 值外,温度与汁液流失、蒸煮损失、 L^* 值、剪切力、TVB-N 和菌落总数各指标均显著相关($P<0.05$)。汁液流失、蒸煮损失、 L^* 值、TVB-N 和菌落总数随运输温度的增加呈现劣变趋势,表现为数值增大;而剪切力随运输温度的增加呈现品质改善趋势,表现为数值减小;总体来看运输温度与汁液流失、蒸煮损失、 L^* 值、TVB-N、菌落总数呈正相关,而与剪切力呈负相关。

表 1 运输温度与牦牛肉各品质指标的相关性分析[†]

Table 1 Correlation analysis of yak meat quality and transport temperature

品质指标	汁液流失	蒸煮损失	L^* 值	a^* 值	剪切力	TVB-N	菌落总数
运输温度	0.934 **	0.751 **	0.631 *	-0.468	-0.836 **	0.920 **	0.883 **

[†] * 在 0.05 水平上显著相关; ** 在 0.01 水平上显著相关。

3 结论

本试验研究了运输温度对牦牛肉加工和贮藏品质的影响,并对运输温度与牦牛肉各品质指标进行了相关性分析。结果表明:在运输过程中,随着运输温度的增加,牦牛肉的汁液流失和蒸煮损失显著增大;肉色变化不显著;剪切力值显著减小;挥发性盐基氮和菌落总数显著增加。相关性分析表明:除 a^* 值外,运输温度与各指标存在显著相关性,运输温度与汁液流失、蒸煮损失、 L^* 值、TVB-N、菌落总数呈正相关,而与剪切力呈负相关。综合各指标的变化和相关性分析,推荐牦牛肉运输温度为 4~6 ℃,牦牛肉因运输温度波动造成的品质劣变相对较小。本试验研究了牦牛肉品质随运输温度升高的变化规律,但对运输温度波动引起的微生物增殖和内源酶对蛋白质的降解等问题还需深入探讨。

参考文献

[1] SHI Xi-xiong, YU Qun-li, HAN Ling, et al. Changes in meat quality characteristics and Calpains activities in Gannan Yak (Bos grunniens) meat during post mortem ageing[J]. Journal of Animal and Veterinary Advances, 2013, 12(3): 363-368.

[2] 李升升, 靳义超. 包装对冷鲜牛肉冷藏保鲜效果的影响[J]. 家畜生态学报, 2016, 37(5): 37-41.

[3] OSUHIVAN M G, CRUZ-ROMERO M, KERRY J P. Carbon dioxide flavor taint in modified atmosphere packed beef steaks [J]. Food Science and Technology, 2013, 44(10): 2 193-2 198.

[4] 孙天利, 岳喜庆, 张平, 等. 冰温结合气调包装对牛肉品质的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(5): 239-244.

[5] 李升升, 靳义超, 谢鹏. 包装材料阻隔性对牛肉冷藏保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(15): 256-260.

[6] YANG Xiao-yin, ZHANG Yi-min, ZHU Li-xian, et al. Effect of packaging atmosphere on storage quality characteristics of heavily marbled beef longissimus steaks [J]. Meat Science, 2016, 117: 50-56.

[7] JEREMIAH L E, GIBSON L L, AALHUS J L, et al. Assessment of palatability attributes of the major beef muscles[J]. Meat science, 2003, 65(3): 949-958.

[8] 李升升. 热处理对牦牛肉品质的影响及其相关性分析[J]. 食品与机械, 2016, 32(4): 207-210.

[9] UNDERWOOD K, MEANS W J, DU Min. Caspase3 is not likely involved in the postmortem tenderization of beef muscle [J]. Journal of Animal Science, 2008, 86(4): 960-966.

[10] ZAKRYS-WALIWANDER P I, O’ SULLIVAN M G, O’ NEILL E E, et al. The effects of high oxygen modified atmosphere packaging on protein oxidation of bovine M. longissimus dorsi muscle during chilled storage[J]. Food Chenistry, 2012, 131(2): 527-532.

[11] LUND M N, LAMETSCH R, HVID M S, et al. High oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage[J]. Meat Science, 2007, 77(3): 295-303.

[12] HYLDIG G, NIELSEN D. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle[J]. Journal Teature Stud., 2001, 329(3): 219-242.

[13] 杨立新, 赵亚许, 王建中. 高密度二氧化碳技术对预包装红烧肉菜肴储藏品质的影响[J]. 食品与机械, 2015, 31(5): 174-176.

[14] BAYRAKTAROGLU A G, KAHRAMAN T. Effect of muscle stretching on meat quality of biceps femoris from beef[J]. Meat science, 2011, 88(3): 580-583.

[15] ERCOLINI D, RUSSO F, TORRIERI E, et al. Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2006, 72(7): 4 663-4 671.