

蒸煮时间对滩羊肉蒸煮损失、嫩度及水分分布的影响

Effect of cooking loss, tenderness and water distribution of Tan sheep at different cooking time treatment

吴亮亮 罗瑞明 孔丰 田银

WU Liang-liang LUO Rui-ming KONG Feng TIAN Yin

(宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021)

(College of Agricultural, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

摘要:为了探究蒸煮时间对滩羊肉蒸煮损失、嫩度及水分分布的影响。对不同蒸煮时间处理下的滩羊肉蒸煮损失、剪切力进行测定,并结合低场核磁技术研究滩羊肉水分子 T_2 弛豫特性以及各指标间的相关性。结果表明:随着蒸煮时间的延长,滩羊肉的蒸煮损失和剪切力先增大后减小($P < 0.05$)。LF-NMR 检测到了 4 个明显的水分群,代表肉中的弱结合水(T_{21})、强结合水(T_{22})、不易流动水(T_{23})和自由水(T_{24}) 4 种存在状态。延长蒸煮时间,弛豫时间先变长后缩短, T_{23} 含量先减少后增加, T_{24} 含量先增加后减少。核磁成像结果显示,蒸煮时间的延长会使图像的亮度先增强后减弱。相关性分析结果表明,蒸煮损失与 T_{23} 、 T_{24} 呈显著正相关($P < 0.05$),相关系数分别为 0.966、0.994;剪切力与 T_{23} 呈显著正相关($P < 0.05$),相关系数为 0.846,与 T_{23} 峰面积比例呈显著负相关($P < 0.05$),相关系数为 -0.504。说明不同蒸煮时间处理下的滩羊肉的蒸煮损失、嫩度及水分分布均具有显著的变化,且各指标之间具有显著的相关性。

关键词: 蒸煮时间; 滩羊肉; 核磁共振; 水分分布

Abstract: The present study was undertaken to investigate the effects of different salt addition treatment on the cooking loss, tenderness and water distribution of Tan sheep. Cooking loss, shear force were measured and T_2 relaxation properties of water molecules by low-field NMR technology were assayed in the different treatment, the correlation among these indexes and changes of water distribution in Tan sheep with different cooking time treatment were also discussed. The results show: both cooking loss and shear force significantly increase at first and then decrease ($P < 0.05$) as cooking time goes on. LF-NMR detects four distinct water populations which represent four presence status of water in meat: weakly bound water, strongly

bound water, immobilized water and free water. Extending the cooking time, the relaxation time firstly extends and then reduces, the proportion of immobilized water firstly decreases and then increases, the content of free water firstly increases and then decreases. NMR images show that sample brightness changes from bright to weak as cooking time goes on. Correlation analysis shows that there is a significant positive correlation between cooking loss and T_{23} , T_{24} , and the correlation coefficient were 0.966, 0.994, a same correlation between shear force and T_{23} too, the correlation coefficient was 0.846, and a significant negative correlation between shear force and peak area fraction of T_{23} , the correlation coefficient was -0.504. These results indicate that different cooking time significantly affects the cooking loss, shear force and water distribution of Tan sheep, also, a significant correlation among these indexes.

Keywords: cooking time; Tan sheep; nuclear magnetic resonance; water distribution

滩羊是在特定的环境中选留培育出的珍贵绵羊物种,为宁夏优势特色畜种,其肉质鲜嫩,蛋白质、氨基酸含量丰富,胆固醇含量低,膻味很淡^[1]。蒸煮是羊肉熟制过程中所必经的过程,不但可以使羊肉获得优良的品质和风味,而且可以达到杀菌的目的。但在蒸煮的过程中会发生蛋白质的变性,肌原纤维收缩,个别肌原纤维内部水分含量下降,引起肌肉失水,从而导致羊肉质量的减少;肌纤维蛋白的变性和肌肉之间胶原蛋白的收缩,还会导致羊肉嫩度的变化^[2]。

水分是肉制品中重要的组成部分,或以结合或以游离的方式存在于肌肉的组织当中。以 3 种形式存在,包括存在于细胞间受大分子作用的结合水、存在于肌纤维组织间的不易流动水以及细胞外受到束缚作用最小的自由水,而结合水又分为强结合水和弱结合水^[3]。水分子的弛豫特性决定了蛋白质的持水能力,水分的存在形式和分布状态会直接影响产品的嫩度,也会对滩羊肉制品的产率和保质期产生一定的影响。

基金项目: 国家科技支撑计划课题(编号:2015BAD29B05)

作者简介: 吴亮亮,男,宁夏大学在读硕士研究生。

通讯作者: 罗瑞明(1964—),男,宁夏大学教授,博士。

E-mail: ruimingluo.nx.cn

收稿日期: 2015-11-23

低场核磁共振技术(LF-NMR)作为一种新型的无损检测方法,近年来被广泛地应用在食品科学领域,尤其是用于肉品科学领域对水分状态和流动性方面的检测^[4],例如冻融过程中肉的持水力变化^[5]、屠宰前后肌肉中原肌纤维水分的分布和迁移特征等^[6]。传统的检测技术只能通过蒸煮损失、滴水损失等表观指标来体现水分的变化,而利用低场核磁技术能够方便快捷并对样品中水分的分布状态和变化规律做到无损检测。但在不同蒸煮时间下,滩羊肉的水分分布变化,还未有相应的报道。因此,本研究拟利用 LF-NMR 技术分析蒸煮过程中滩羊肉的水分分布变化,通过对传统指标的测定,与核磁水分的变化建立相关性分析,以期为 LF-NMR 技术在今后用于熟肉制品水分分布的相关研究提供参考,达到对肉品加工过程中实时把控的目的。

1 材料与方法

1.1 试验材料

滩羊肉:6 月龄,大夏牧场清真食品有限公司。

1.2 仪器与设备

恒温水浴锅:H-SY2L-NI 6-C 型,北京长源实验设备厂;

质构仪:TA-XT2i 型,英国 Stable Microsystem 公司;

低场核磁共振图像分析仪:NMR20 型,上海纽迈电子科技有限公司;

电子天平:AL240 型,上海梅特勒—托利多仪器有限公司。

1.3 试验方法

选取羊后腿肉背最长肌部分,切成大小、形状相近,重 50 g 左右的肉块。在 80 ℃ 水浴锅中进行蒸煮,分别蒸煮 0.5,1,2,4 h。蒸煮完成沥水并冷却至室温后进行蒸煮损失的测定,并置于 0~4 ℃ 条件下冷却 12 h,分别用于剪切力和低场核磁共振的测定。每项指标做 3 个重复。

1.3.1 蒸煮损失的测定 先将分割好的肉样进行称重(b_0),蒸煮后控水,冷却至室温,取样称重(b_1),按式(1)计算蒸煮损失:

$$w = \frac{b_0 - b_1}{b_0} \times 100\%, \tag{1}$$

式中:

w ——蒸煮损失,%;

b_0 ——煮制前肉样重,g;

b_1 ——煮制后肉样重,g。

1.3.2 剪切力的测定 将影响样品测试的结缔组织去除,平整垂直地将样品切割成 2 cm×2 cm×2 cm。物性测试仪所用探头为 HDP/ WBV,剪切前速度 2 mm/s,剪切时速度 5 mm/s,剪切后速度 10 mm/s,位移 30 mm。然后用物性测试仪垂直肌纤维方向测定每个肉样的剪切力,单位 g。每组重复 3 次。

1.3.3 NMR 横向弛豫时间(T_2)测定 根据文献[7]的方法,修改如下:测试温度:32 ℃,质子共振频率22.4 MHz下,采用 CPMG 脉冲序列(90° 脉冲和 180° 脉冲之间的时间 τ =200 μ s),采样点数 241 000,重复采样次数 4,谱宽 100 kHz,

重复间隔时间 1 200 ms。取 2 g 肉样放入核磁管中,并放入仪器中进行检测,重复 3 次试验。

1.3.4 样品 NMR 成像方法 根据文献[8]的方法,修改如下:横向弛豫时间分析完直接对样品进行核磁成像分析,通过多层自旋回波序列得到滩羊肉样品图像。本试验选择冠状面(X=0,Y=1,Z=0)进行成像,中心频率23.226 MHz,重复等待时间 1 000 s,回波时间 17.6 ms,最后经 8 次扫描,重复累加而得倒成像图谱。

1.4 统计分析

该试验数据的图像绘制利用 origin 8.0,SPSS 21.0 软件进行方差分析和皮尔逊相关分析,每组试验进行 3 次重复。

2 结果与讨论

2.1 蒸煮时间对滩羊肉蒸煮损失的影响

由图 1 可知,随着蒸煮时间的延长,滩羊肉的蒸煮损失呈先上升后下降的趋势。当蒸煮时间小于 1 h 时,滩羊肉的蒸煮损失显著增加($P<0.05$),这可能是羊肉在蒸煮过程中,肌肉纤维受热收缩造成纤维结构的致密性下降而导致脱水造成的。蒸煮至 1 h 时,蒸煮损失达到最高值;蒸煮 1~4 h 时,滩羊肉的蒸煮损失出现了显著下降($P<0.05$),可能是羊肉中的胶原蛋白变性,胶原蛋白的交联程度降低,逐渐溶解后形成凝胶,使得羊肉保水性增加所致^[9]。Lorenzo 等^[10]研究发现加热后诱导蛋白质变性,使得较少的水分在蛋白质结构中通过毛细力被截留造成失水,而通过肌原纤维与肌原纤维胶原蛋白的交互作用使肉品的保水性得以提高。

2.2 蒸煮时间对滩羊肉嫩度的影响

肉制品的嫩度可以通过剪切力直接反映出来,剪切力越大,肉制品的嫩度越小。由图 2 可知,随着蒸煮时间的延长,滩羊肉的剪切力呈先上升后下降的趋势。蒸煮小于 1 h 时,剪切力显著上升,可能是加热使得肌原纤维变性而聚集收缩,使得滩羊肉的嫩度降低;而随着蒸煮时间延长,剪切力明显下降($P<0.05$),当蒸煮时间超过 2 h 时,剪切力值下降不显著($P>0.05$)。这种情况可能是随着羊肉蒸煮时间的延长,导致肌动球蛋白的脱水收缩,以及肌间胶原蛋白的收缩,从而形成松散的弹性聚合物,最终使其嫩度增加^[11]。

2.3 弛豫特性

在肉与肉制品持水特性的检测中,常用 T_2 (横向)弛豫时

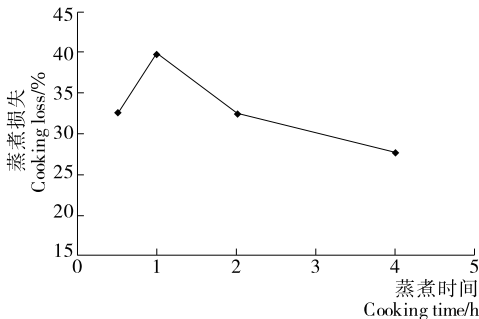


图 1 蒸煮时间对滩羊肉蒸煮损失的影响

Figure 1 Effects of different cooking time on cooking loss in Tan sheep

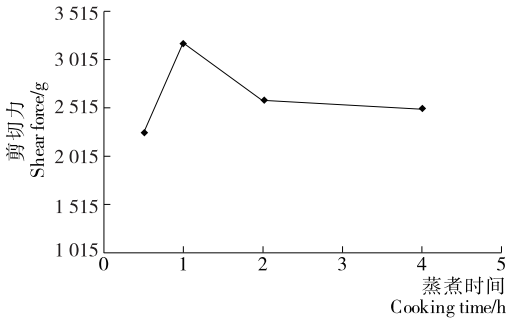


图 2 蒸煮时间对滩羊肉剪切力的影响
Figure 2 Effects of different cooking time on shear force Tan sheep

间作为测定肉品的指标,因为 T_2 的变化范围更加广泛,不像 T_1 有较大的局限性,敏感度较 T_2 弱。不同的 T_2 弛豫时间,能较容易地区分不同状态的水分分布^[12]。

由图 3 可知,经反演后出现了 4 个峰: T_{21} (0.01~0.46 ms)、 T_{22} (1.2~3.0 ms)、 T_{23} (20.4~118.4 ms)、 T_{24} (118.4~285.2 ms)。根据出峰时间及峰面积大小可以认为,4 个峰代表了蒸煮过程中水分的 3 种不同存在状态:其中 T_{21} 代表弱结合水, T_{22} 代表强结合水, T_{23} 代表不易流动水, T_{24} 代表自由水,其中 T_{21} 和 T_{22} 统称为结合水 (T_{2b})^[13]。由图 4 可知,随着蒸煮时间延长, T_{23} 和总峰面积均呈现先减小后增大的趋势,而 T_{24} 峰面积呈现相反趋势,且有明显的差异 ($P<0.05$)。

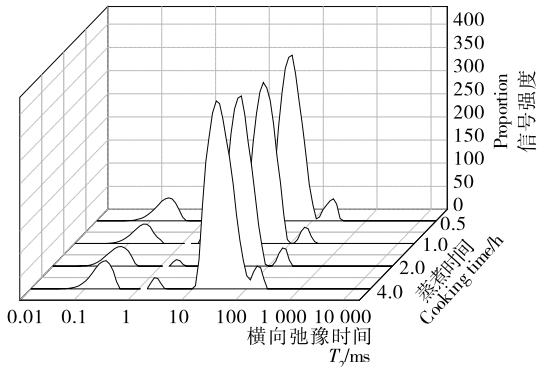


图 3 不同蒸煮时间处理下滩羊肉的水分分布的变化
Figure 3 Change of water distribution from Tan sheep at different cooking time treatment

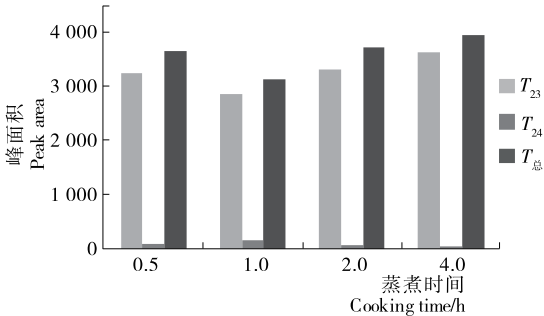


图 4 滩羊肉 T_{23} 、 T_{24} 及总分面积随蒸煮时间的变化趋势
Figure 4 T_{23} 、 T_{24} and T_{total} of Tan sheep at different cooking time and salt addition treatment

表 1 可反映出蒸煮时间对不易流动水和自由水都有较大的影响,在蒸煮时间低于 1 h 的范围内,4 个不同的峰,也就是 4 种不同状态的水分向慢弛豫的方向移动,且变化比较明显 ($P<0.05$);当大于 1 h 时, T_{2b} 向快弛豫的方向移动,但对 T_{2b} 的影响不大 ($P>0.05$),这是因为结合水存在于细胞内部,由分子间作用力将其束缚,很难通过蒸煮使其发生改变; T_{23} 和 T_{24} 同样也向快弛豫的方向移动,且差异显著 ($P<0.05$),这可能是蒸煮时间的延长使肌原纤维蛋白数量增加,能容纳更多的水分,使得滩羊肉的持水力增强^[14]。

表 1 不同蒸煮时间处理滩羊肉的横向弛豫时间 (T_2) 变化[†]
Table 1 Change of T_2 relaxation time from Tan sheep at different cooking time treatment

蒸煮时间/h	T_{21} 弛豫时间/ms	T_{22} 弛豫时间/ms	T_{23} 弛豫时间/ms	T_{24} 弛豫时间/ms
0.5	0.26 ± 0.08^b	1.56 ± 0.30^b	52.90 ± 2.92^c	136.21 ± 5.16^b
1.0	0.40 ± 0.14^a	1.98 ± 0.16^a	96.51 ± 1.03^a	166.51 ± 1.95^a
2.0	0.28 ± 0.05^b	1.56 ± 0.00^b	67.81 ± 0.46^b	135.78 ± 0.94^b
4.0	0.25 ± 0.01^b	1.53 ± 0.17^b	34.55 ± 1.86^d	109.51 ± 1.35^c

[†] 同列不同小写字母表示数值差异显著 ($P<0.05$)。

由表 2 可知,随着蒸煮时间的延长, T_{2b} 和 T_{23} 峰面积百分数都呈现先减小后增大,而 T_{24} 峰面积百分数为先增大后减小,说明随着蒸煮时间的增加,结合水和不易流动水均先减小后增大,且不易流动水减少比较显著 ($P<0.05$);而自由水则先增加后减少,表现出蒸煮过程中水分迁移的变化。出现此现象的原因可能是加热导致胶原蛋白变性溶解,形成凝胶,阻止了不易流动水从肌纤维中流失形成自由水,同时蒸煮时间的延长会破坏水分子与蛋白质结合的氢键,导致纤维外部空间的变大,从而可以容纳更多的自由水,而随着蒸煮时间的进一步延长,部分自由水渗透至肉品表面而流失^[15]。

所谓核磁共振图像法,是通过选择适当的脉冲序列,从而获得回波信号,使样品的体素与图像上的像素逐一对应,找到每个截面上的信号点,再将信号传入计算机,通过计算机处理得到的图像。亮度的不同反映出了样品中自由水的含量的不同,自由水的含量越多,在图中显示越亮^[16]。不同蒸煮时间处理下滩羊肉的核磁成像图见图 5。

表 2 不同蒸煮时间处理滩羊肉的低场核磁弛豫峰面积百分数 (T_2) 变化[†]

Table 2 Effect of different cooking time treatment on T_2 peak area fraction of water from Tan sheep

蒸煮时间/h	T_{21} 峰面积比例/%	T_{22} 峰面积比例/%	T_{23} 峰面积比例/%	T_{24} 峰面积比例/%
0.5	7.28 ± 0.40^a	1.26 ± 0.12^a	88.58 ± 1.06^a	2.92 ± 0.16^a
1.0	7.22 ± 0.09^a	1.16 ± 0.13^a	86.60 ± 2.88^b	3.80 ± 0.51^b
2.0	7.24 ± 0.20^a	1.21 ± 0.15^a	89.14 ± 0.82^a	2.41 ± 0.11^c
4.0	7.29 ± 0.29^a	1.25 ± 0.27^a	89.22 ± 1.55^a	1.84 ± 0.07^d

[†] 同列不同小写字母表示数值差异显著 ($P<0.05$)。

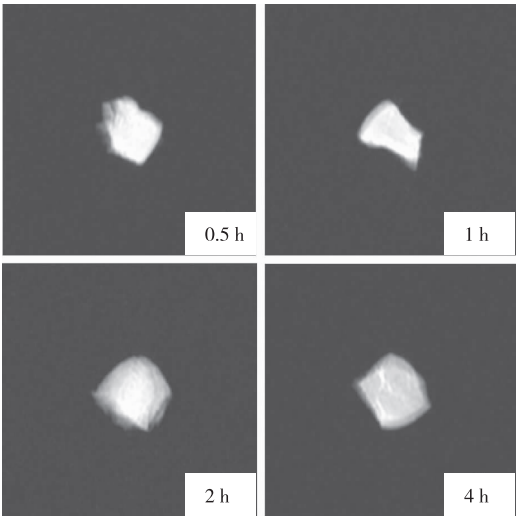


图5 不同蒸煮时间处理下滩羊肉的核磁成像图
Figure 5 The NMR images of different cooking time treatment from Tan sheep

表3 不同蒸煮时间处理下的滩羊肉测定指标的相关性分析[†]

Table 3 Correlational analyses of indexes considered in Tan sheep at different cooking time treatment

指标	T_{22}	T_{23}	T_{24}	T_{21} 峰面积比例	T_{22} 峰面积比例	T_{23} 峰面积比例	T_{24} 峰面积比例	蒸煮损失	剪切力
T_{21}	0.852	0.940**	0.923	-0.990*	-0.959*	-0.792	0.808	0.921	0.675
T_{22}		0.888	0.894	-0.778	-0.875	-0.986*	0.899	0.936	0.691
T_{23}			0.968*	-0.961*	-0.930	-0.850	0.882	0.966*	0.846*
T_{24}				-0.864	-0.823	-0.897	0.968*	0.994**	0.635
T_{21} 峰面积百分数					0.954*	0.700	-0.718	-0.857	-0.460
T_{22} 峰面积百分数						0.789	-0.706	-0.847	-0.373
T_{23} 峰面积百分数							-0.938	-0.967	-0.504*
T_{24} 峰面积百分数								0.922	0.347
蒸煮损失									0.883*

† *表示显著相关(P<0.05);**表示极显著相关(P<0.01)。

对蒸煮损失和剪切力与弛豫特性的相关性分析可知,滩羊肉在蒸煮过程中其蒸煮损失和剪切力的变化可通过区域特性的变化来表示,特别是不易流动水和自由水的弛豫时间和含量的变化;不易流动水和自由水的 T_2 越长,蒸煮损失将会增大;不易流动水 T_2 越长,含量降低,剪切力反而越大。这可能是蒸煮过程改变了肌原纤维蛋白的数量和凝胶特性,从而更好地对水分进行束缚,特别是不易流动水,进而能更好地反映出水分分布的特性^[8]。

3 结论

滩羊肉通过不同蒸煮时间处理后,其肉制品中的水分子的分布情况有显著的变化。随着蒸煮时间的延长,滩羊肉中不易流动等水分子与肌原纤维蛋白的结合程度先减弱后增强,从而导致滩羊肉的蒸煮损失和剪切力出现先增大后减小的趋势,且变化显著(P<0.05)。核磁成像显示,蒸煮前期,由于不易流动水迁移形成自由水,导致核磁图像亮度增加,而随着蒸煮时间延长,由于自由水渗出至样品表面而流失,

由图5可知,蒸煮时间不同,其核磁图像的亮度也有所不同,当蒸煮1 h时,核磁图像的亮度最大,而随着蒸煮时间的延长,亮度逐渐减弱,也就是说,蒸煮到1 h时,肌纤维组织内部的水分大量迁移形成自由水造成图像亮度增加,而随着蒸煮时间的延长,自由水迁移到样品表面造成水分流失,而直观的在核磁图像中表现为亮度的减弱。

2.4 相关性分析

本试验研究了不同蒸煮时间处理下的滩羊肉蒸煮损失、剪切力和水分分布的变化。结果发现,蒸煮时间对滩羊肉的蒸煮损失和剪切力都有较大影响,这可能与肌原纤维蛋白的凝胶特性、数量、网络结构以及 T_2 弛豫特性有关^[8, 13]。因此,对滩羊肉的蒸煮损失、剪切力以及 T_2 弛豫特性进行相关性分析。由表3可知,蒸煮损失与不易流动水以及自由水的弛豫时间呈显著正相关,相关系数分别为0.966,0.994;而剪切力分别与不易流动水的弛豫时间以及含量呈显著正相关以及显著负相关关系,相关系数分别为0.846,-0.504。

造成图像亮度减弱。相关性分析发现,经不同蒸煮时间处理后,滩羊肉的蒸煮损失和剪切力与不易流动水和自由水的弛豫时间、含量都有着密切的关系;蒸煮损失与不易流动水以及自由水的弛豫时间呈显著正相关,相关系数分别为0.966,0.994;而剪切力分别与不易流动水的弛豫时间及含量呈显著正相关及显著负相关,相关系数分别为0.846,-0.504。这表明,不易流动水和自由水的弛豫时间越长,蒸煮损失越大;不易流动水弛豫时间越长,峰比例越小,剪切力越大。滩羊肉蒸煮过程中的水分变化基本上可以反映其蒸煮损失以及剪切力的变化,故此,在加工过程中可以直接通过样品中水分分布的变化来表征肉制品品质的变化。

参考文献

[1] 李伟. 宁夏滩羊肉的特征香气成分分析[J]. 现代食品科技, 2013, 29(5): 1 173-1 177.
[2] 杨赫鸿, 李沛军, 刘骞, 等. 低场核磁共振技术在肉品科学研究中的应用[J]. 食品工业科技, 2012, 33(13): 400-405.

[3] Sánchez-Alonso I, Moreno P, Careche M. Low field nuclear magnetic resonance (LF-NMR) relaxometry in hake (*Merluccius merluccius*, L.) muscle after different freezing and storage conditions[J]. Food Chemistry, 2014, 153: 250-257.

[4] Bertram H C, Kohler A, BÖcker U, et al. Heat-induced changes in myofibrillar protein structures and myowater of two pork qualities. A combined FT-IR spectroscopy and low-field NMR relaxometry study[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(5): 1 740-1 746.

[5] 戚军, 高菲菲, 李春保, 等. 低场 NMR 研究冻融过程中羊肉持水力的变化[J]. 江苏农业学报, 2010, 26(3): 617-622.

[6] Pearce K L, Rosenvold K, Andersen H J, et al. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes: A review[J]. Meat Science, 2011, 89(2): 111-124.

[7] 朱晓红, 李春, 胡海涛, 等. 结合 LF-NMR 研究不同处理对酱牛肉保水性的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(4): 92-95.

[8] 李银, 李侠, 张春晖, 等. 利用低场核磁共振技术测定肌原纤维蛋白凝胶的保水性及其水分含量[J]. 现代食品科技, 2013, 29(11): 2 777-2 781.

[9] 周婷, 陈霞, 刘毅, 等. 加热处理对北京油鸡和黄羽肉鸡质构以及蛋白特性的影响[J]. 食品科学, 2007, 28(12): 74-77.

[10] Lorenzo J M, Cittadini A, Munekata P E, et al. Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods[J]. Meat Science, 2015, 108: 50-54.

[11] Wattanchant S. Effect of heat treatment on changes in texture, structure, and properties of Thai indigenous chicken muscle [J]. Food Chemistry, 2005, 93: 337-348.

[12] Carneiro C, Marsico E, Ribeiro R, et al. Studies of the effect of sodium tripolyphosphate on frozen shrimp by physicochemical analytical methods and Low Field Nuclear Magnetic Resonance(LF ¹H NMR)[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 50(2): 401-407.

[13] Chapleau N J, Lamballerie-Anton de M I. Changes in myofibrillar proteins interactions and rheological properties induced by high-pressure processing[J]. European Food Research and Technology, 2003, 216(6): 470-476.

[14] Straadt I K, Rasmussen M, Andersen H J, et al. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water -holding capacity and cooking loss -A combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study[J]. Meat Science, 2007, 75(4): 687-695.

[15] Cordella C B Y, Militão J S L T, Cabrol-Bass D. A simple method for automated pretreatment of usable chromatographic profiles in pattern-recognition procedures: application to HPAEC-PAD chromatograms of honeys [J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2003, 377(1): 214-219.

[16] 陈珊珊, 李然, 俞捷, 等. 永磁低场核磁共振分析原理和应用[J]. 生命科学仪器, 2009, 7(8): 49-53.

信息窗

研究表明：黑巧克力有助提高 5 K 等短距项目表现

巧克力大概是这个地球上人人都爱吃的一样东西了！不仅因为它代表了爱情,更因为它本身的美味。但很多人会因为害怕肥胖而忍痛割爱。不过,最新研究或许能为这些人提供 1 个饱口福的绝佳理由——黑巧克力可以提升短距离项目,诸如 5 K 的表现。

多年来,黑巧克力都被认为是 1 种促进心血管健康的美味食品。现在,根据英国金斯顿大学的新研究发现,表儿茶素——1 种在可可豆中发现的营养素——对跑者也具有一定的好处,与甜菜根汁(1 种很受欢迎的性能提升选择)类似。

研究人员选择了 9 名悠闲、健康、还很专业的自行车选手,并测量每日巧克力消耗量对 2 个固定自行车测试的影响。他们除了监测选手的整体健康水平外,还分别监测 2 个数据:20 min 内稳定骑行时和 2 min 全力冲刺时,选手的摄氧量。

在接下来的 2 周里,选手被分为 2 组。他们每天都摄入 40 g 巧克力,只是 1 组吃黑巧克力,而另 1 组吃白巧克力(经过加工,其表儿茶素几乎为 0)。2 周后再次进行测

试,然后将参与者的饮食对调,再在 2 周测试。

结果很明显,吃黑巧克力的那组在冲刺试验中比最初的测试距离提升了 1/10 英里(约 161 m)。更显着的是,在 20 min 稳定骑行时,吃黑巧克力的受试者吸氧量要比没吃时减少 21%,比白巧克力食用者减少 11%。

美国雪城大学理学硕士、注册营养师兼营养顾问简·乌兹卡特古伊致力于研究减少氧气需求。她解释说:“这项研究表明,那(黑巧克力)可能对跑 5 K 的跑者是有用的。它适用于中等强度、短时间的运动。要想获得优势,跑者需要在 20 min 内跑完 5 K。”黑巧克力或许能像甜菜根汁那样提高跑者的耐力,但简认为在比赛时间延长的情况下其作用也会减弱。例如,表儿茶素对那些用 45 min 跑完 5 K 的人可能没有帮助。

简对人们不加思索地增加黑巧克力摄入持保留态度。她建议那些想增加黑巧克力(即至少含 70%可可)摄入的跑者:巧克力仍是 1 种高热量食品,要注意如何吃,并希望达到怎样的效果。

(来源:www.foodmate.net)