

性别因素对巴美肉羊股二头肌 食用品质的影响

张宏博¹, 靳志敏¹, 刘树军², 靳 焱^{1,*}, 袁 倩¹, 王贵印²

(1. 内蒙古农业大学食品科学与工程学院, 内蒙古呼和浩特 010018;

2. 乌拉特中旗农区畜牧业专项推进办公室, 内蒙古巴彦淖尔 015300)

摘要:选择4、6、8月龄巴美肉羊各20只,按性别分类并与同月龄的小尾寒羊、苏尼特羊对比屠宰后实验指标,分别测定其股二头肌的色泽、嫩度、pH和熟肉率,研究基于性别因素的巴美肉羊肉用品质特性。各实验组4月龄母羊的 a^* 值显著($p<0.05$)大于其公羊的 a^* 值,而剪切力值显著($p<0.05$)小于同类公羊的剪切力值。而除苏尼特羊外熟肉率显著($p<0.05$)大于同类公羊的熟肉率。巴美公羊的剪切力值显著($p<0.05$)小于寒羊公羊和苏尼特公羊的剪切力值。6月龄巴美母羊和寒羊母羊股二头肌的 a^* 值显著($p<0.05$)大于其公羊的 a^* 值。巴美公羊的剪切力值分别显著($p<0.05$)小于寒羊公羊和苏尼特公羊的剪切力值。8月龄巴美母羊和巴美公羊的 a^* 值显著($p<0.05$)小于苏尼特母羊和苏尼特公羊的 a^* 值。同时,8月龄巴美母羊和苏尼特母羊的熟肉率显著($p<0.05$)大于其对应公羊的熟肉率。各实验组的pH₂₄显示6月龄表现出了优质的肉质特性,且其剪切力值随着月龄增加呈先显著下降后显著上升趋势($p<0.05$)。同时,熟肉率随着月龄增加却呈现出先显著增加后显著下降趋势($p<0.05$)。实验得出,性别因素对肉品质具有影响,巴美母羊在6月龄时表现出色泽、嫩度以及持水性能的优势。

关键词:巴美肉羊, 色泽, 嫩度, pH, 熟肉率

Effect of gender on meat qualities of *biceps femoris* of Bamei lamb

ZHANG Hong-bo¹, JIN Zhi-min¹, LIU Shu-jun², JIN Ye^{1,*}, YUAN Qian¹, WANG Gui-yin²

(1. College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, China;

2. Special Advancing Office of Graziery, Urat Middle Banner, Bayannur 015300, China)

Abstract: In this experiment, Bamei lamb at 4 months-of-age, 6 months-of-age and 8 months-of-age were chosen to make a slaughter experiment with small tailed sheep and Sunit lamb at same age. According to the comparison of colour, tenderness, pH and cooked rate from *biceps femoris* of different gender, the result showed that the value of a^* was significant higher ($p<0.05$), whereas the shear force was significant lower ($p<0.05$) in meat from female than male at 4 months-of-age among these three breed. Meanwhile, the cooked rate of these breed was significant higher ($p<0.05$) in female than that of male at 4 months-of-age, except the breed of Sunit. The value of a^* in female of Bamei and female of small tailed sheep was higher than that of male in Bamei and small tailed sheep at 6 months-of-age, respectively ($p<0.05$). Moreover, the shear force in male of Bamei was lower than that of small tailed sheep and Sunit lamb, respectively ($p<0.05$). The female of Bamei and the male of Bamei had lower value of a^* than that of Sunit ($p<0.05$). In addition, the cooked rate in female of Bamei and female of Sunit was higher than that of male at 8 months-of-age ($p<0.05$). The value of pH₂₄ exhibited an advantage quality of meat at 6 months-of-age, and the shear force in these three breed decreased from 4 months-of-age and increased from 6 months-of-age ($p<0.05$). However, the cooked rate exhibited an opposite tendency ($p<0.05$). In a conclusion, gender affected meat quality significantly, particularly for 6 months old Bamei who expressed an advantage colour, tenderness and water holding capacity.

Key words: Bamei lamb; colour; tenderness; pH; cooked rate

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)06-0131-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.06.021

巴美肉羊是内蒙古最新培育并获得农业部正式命名的肉羊新品种,具有体格较大,体质结实,肉用体

型明显以及早熟性等特点^[1-3]。近年来,随着该品种肉羊的开发,其产业地位也在内蒙古越来越受到重视,

收稿日期: 2014-05-12

作者简介: 张宏博(1986-),男,博士研究生,研究方向:畜产品加工。

* 通讯作者: 靳焱(1964-),男,博士,教授,研究方向:畜产品安全生产。

基金项目: 国家自然科学基金项目(31160330)。

且其相关研究也与日俱增。如张宏博等进行的巴美肉羊屠宰品质和肉品质研究^[4-6]；张宏博等进行的巴美肉羊营养品质的研究和生长发育以及等级肉产量的研究^[7-8]；贾雪晖等进行的不同排酸方式对巴美肉羊肉品质的影响的研究^[9]，以及腾克等进行的巴美肉羊与小尾寒羊杂交羔羊生长发育及屠宰性能研究^[10]。

然而，由于当时屠宰数量的限制，所有的相关研究都没有涉及性别因素对巴美肉羊食用品质的影响。相反，已有很多研究表明性别因素对肉羊食用品质有着很重要的影响^[11-13]。Dransfield和Lee分别研究了性别因素对食用品质的影响^[14-15]；Wylie^[16]研究了性别因素对肉羊生长发育的影响；Rodríguez^[17]研究了性别因素对于肉羊胴体质量的影响。以上研究说明，性别因素在肉羊品种培育、个体生长发育以及肉品质方面有着重要作用，需要在做相关肉品质研究中进行充分开展。

因此，本文依据实验羊只的不同性别，通过对不同月龄的巴美肉羊、小尾寒羊和苏尼特羊食用品质的测定，对该项研究的重要指标如pH₂₄、嫩度和熟肉率进行针对性分析^[18-20]，旨在确定巴美肉羊在该方面的优势和劣势，为更好地探索其培育方法，实现该品种肉羊的优质优价提供参考^[21]。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

肉样 来源于内蒙古乌拉特中旗农区畜牧业专项推进办公室的巴美肉羊育种园区。

TC-P2A全自动测色色差计 上海生物生化实验仪器公司；PH-10 Sartorius普及型pH计 京赛多利斯科学仪器有限公司；多孔恒温水浴锅 余姚远东数控仪器厂；CL-M嫩度仪 上海精密科学仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品预处理 随机选择相同饲养条件下的巴美肉羊、小尾寒羊、苏尼特羊各60只，按4、6、8月龄分3次将该180只实验羊屠宰。每次分3组，每组随机选择20只，即巴美肉羊组、小尾寒羊组、苏尼特羊组，共60只进行现场屠宰，记录性别并取肉样进行食用品质相关指标的测定。场地选于内蒙古渔蒙家食品有限公司屠宰车间化验室。

1.2.2 指标测定方法 将胴体沿脊柱左右劈半，左半胴体宰后45min测定初始pH，记做pH₀，4℃静置排酸24h测定终极pH，记做pH₂₄；右半胴体选择股二头

肌依次测定色泽、嫩度、熟肉率。

色泽的测定：先用校正板将TC-P2A全自动测色色差仪标准化，然后将镜口垂直并紧扣肉面进行色泽的测定。每个肉面按每1.5cm²改变3次位置重复测定后取平均值。其中，a*表示红色程度，a*值越大颜色越深，反之越浅。L*值表示亮度，L*值越大色泽越白，反之越暗^[22]。

嫩度的测定：将肉样切成25mm×25mm×40mm规格的肉条，用厚度为35mm的燕尾型刀片，在QTS质构仪上测定剪切力值^[23]。

熟肉率的测定^[24]：取约100g左右的肉样并记录其煮前质量(m₁)，然后75℃水浴煮制45min，晾至室温后记录其煮后质量(m₂)按照下式计算熟肉率。

$$\text{熟肉率}(\%) = (m_2/m_1) \times 100$$

1.3 数据处理与统计分析

数据统计采用DPS v6.55版进行ANOVA单因素方差分析(p<0.05)，数值以均值±标准差表示。

2 结果与讨论

2.1 不同品种对食用品质的影响

由表1可知，三组实验羊中母羊和公羊股二头肌的L*值差异不显著(p>0.05)。然而，小尾寒羊的L*值显著大于巴美肉羊和苏尼特羊的L*值(p<0.05)；巴美肉羊的L*值显著大于苏尼特羊的L*值(p<0.05)。各实验组母羊的a*值显著大于其公羊的a*值(p<0.05)。

各实验组母羊的剪切力值显著小于其同品种公羊剪切力值(p<0.05)。巴美母羊的剪切力值虽然小于寒羊母羊和苏尼特母羊的剪切力值，但差异并不显著(p>0.05)。然而，巴美公羊的剪切力值显著小于寒羊公羊和苏尼特公羊的剪切力值(p<0.05)。除苏尼特羊外母羊的熟肉率显著大于同类公羊的熟肉率(p<0.05)。然而，实验组中各母羊之间和各公羊之间其熟肉率却没有显著差异(p>0.05)。

该部分实验结果与Dransfield^[15]对公羊母羊L*的研究结果一致，却与Kerr和Hopkins^[25]的研究结果相反，主要原因是本实验中实验羊采用相同的饲养方法以及与前人不同的测定仪器Minolta Chroma Meter。

由表2可知，巴美母羊和小尾寒羊母羊股二头肌的a*值显著大于其公羊的a*值(p<0.05)，而苏尼特母羊的a*值虽然也大于其公羊的a*值，但并不显著(p>0.05)。各实验组母羊的剪切力值显著小于其对应的公羊的剪切力值(p<0.05)，同时，巴美公羊的剪切力值分别

表1 4月龄不同品种食用品质相关指标的方差分析

Table 1 Variance analysis on the eating quality among different breed of 4 months-of-age

指标	巴美肉羊		小尾寒羊		苏尼特羊	
	母	公	母	公	母	公
L*	25.87±2.87 ^b	25.91±3.74 ^b	27.28±3.34 ^a	27.37±2.13 ^a	22.57±2.99 ^c	22.92±1.45 ^c
a*	3.89±1.51 ^c	3.53±0.93 ^d	5.05±0.57 ^a	4.76±1.11 ^b	3.17±0.83 ^e	3.08±0.96 ^f
pH ₀	6.69±0.28 ^a	6.75±0.39 ^a	6.74±0.15 ^a	6.72±0.33 ^a	6.71±0.27 ^a	6.71±0.23 ^a
pH ₂₄	5.71±0.19 ^a	5.73±0.17 ^a	5.75±0.11 ^a	5.78±0.21 ^a	5.79±0.15 ^a	5.79±0.23 ^a
剪切力(N)	47.01±12.94 ^d	49.99±19.97 ^c	47.38±9.85 ^d	53.05±12.77 ^b	48.55±12.34 ^{cd}	57.28±11.54 ^a
熟肉率(%)	77.85±13.77 ^a	74.49±11.59 ^b	78.14±12.13 ^a	74.35±16.20 ^b	76.23±12.99 ^{ab}	73.08±13.75 ^b

注：同行上标不同小写字母表示差异显著(p<0.05)；表2、表3同。

显著小于寒羊公羊、苏尼特公羊的剪切力值 ($p < 0.05$)。

研究结果与Johnson、Wojtysiak和Lind的研究结果一致,即公羊的剪切力值显著大于同品种母羊的剪切力值,这是由公羊与母羊的肌纤维特征及结构造成的^[26-28]。

由表3可知,各实验组股二头肌的 L^* 值和 a^* 值在其同品种公母之间没有显著差异 ($p > 0.05$),然而,巴美母羊和巴美公羊的 a^* 值分别于寒羊母羊和寒羊公羊相比,差异不显著 ($p < 0.05$),然而却显著小于苏尼特母羊和苏尼特公羊的 a^* 值 ($p < 0.05$)。寒羊母羊的剪切力值显著小于寒羊公羊的剪切力值 ($p < 0.05$),然而,巴美母羊和苏尼特母羊的剪切力虽然小于其对应公羊的剪切力,但差异并不显著 ($p > 0.05$)。巴美母羊和苏尼特母羊的熟肉率显著大于其对应公羊的熟肉率 ($p < 0.05$),而寒羊母羊的熟肉率虽然也大于其对应公羊的熟肉率,但差异并不显著 ($p > 0.05$)。

2.2 不同月龄对食用品质的影响

由图1~图3可知,各实验组的 pH_{24} 随着月龄增加呈先下降后上升趋势,但并不显著 ($p > 0.05$)。然而,该研究的 pH_{24} 的范围却在5.4~5.7的正常范围之内^[26]。

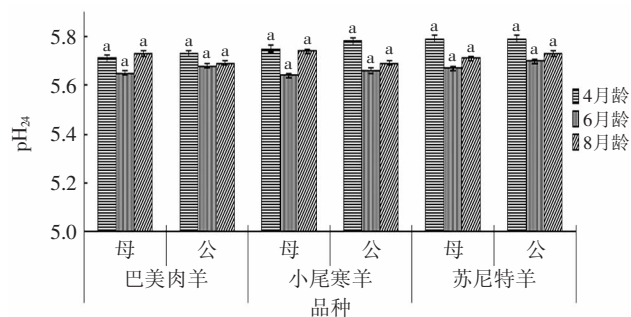


图1 pH_{24} 变化趋势

Fig.1 Changing patterns of pH_{24}

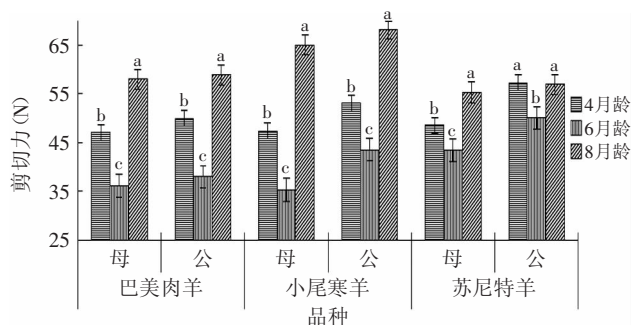


图2 剪切力值变化趋势

Fig.2 Changing patterns of shear force

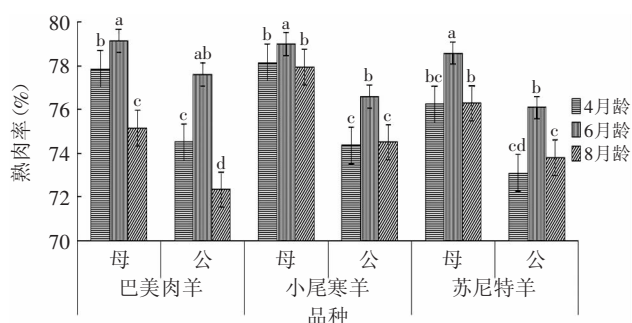


图3 熟肉率变化趋势

Fig.3 Changing patterns of cooked rate

同时,各实验组肉羊在6月龄时,其 pH_{24} 小于5.8,表现出了优质的肉质特性^[31]。同时,该项研究结果与Dransfield、Johnson以及Bain对Suffolk肉羊公羊的 pH_{24} 显著大于母羊 pH_{24} 的研究结果一致,这是由不同性别其肌纤维结构与特性,以及不同月龄中生理成熟度的不同造成的^[15,26,30]。

各实验组的剪切力值随着月龄增加呈先显著下

表2 6月龄不同品种食用品质相关指标的方差分析

Table 2 Variance analysis on the eating quality among different breed of 6 months-of-age

指标	巴美肉羊		小尾寒羊		苏尼特羊	
	母	公	母	公	母	公
L^*	22.65±3.71 ^a	23.54±2.93 ^a	23.59±5.85 ^a	23.92±5.48 ^a	22.63±4.99 ^a	23.78±1.96 ^a
a^*	6.77±3.55 ^a	6.38±4.21 ^b	6.92±3.96 ^a	6.29±2.88 ^b	4.99±5.01 ^c	4.48±3.11 ^c
pH_0	6.75±0.25 ^a	6.68±0.39 ^a	6.69±0.24 ^a	6.73±0.17 ^a	6.80±0.33 ^a	6.77±0.37 ^a
pH_{24}	5.65±0.17 ^a	5.68±0.34 ^a	5.64±0.31 ^a	5.66±0.22 ^a	5.67±0.90 ^a	5.70±0.85 ^a
剪切力(N)	36.11±18.58 ^d	38.00±19.22 ^c	35.29±16.56 ^c	43.53±18.31 ^f	43.44±17.55 ^b	50.05±17.71 ^a
熟肉率(%)	79.13±12.01 ^a	77.61±11.97 ^a	79.01±15.32 ^a	76.59±11.25 ^a	78.58±12.51 ^a	76.08±11.81 ^a

表3 8月龄不同品种食用品质相关指标的方差分析

Table 3 Variance analysis on the eating quality among different breed of 8 months-of-age

指标	巴美肉羊		小尾寒羊		苏尼特羊	
	母	公	母	公	母	公
L^*	26.99±5.52 ^a	27.15±5.44 ^a	28.38±6.97 ^a	28.75±4.78 ^a	29.21±5.74 ^a	29.99±4.87 ^a
a^*	13.53±1.28 ^b	12.85±2.67 ^b	13.74±1.55 ^b	13.11±2.25 ^b	19.55±3.97 ^a	18.57±2.35 ^a
pH_0	6.71±0.27 ^a	6.77±0.55 ^a	6.73±0.14 ^a	6.69±0.27 ^a	6.74±0.39 ^a	6.74±0.88 ^a
pH_{24}	5.73±0.18 ^a	5.69±0.35 ^a	5.74±0.09 ^a	5.69±0.25 ^a	5.71±0.14 ^a	5.73±0.36 ^a
剪切力(N)	58.03±15.18 ^c	58.88±11.25 ^c	65.03±16.14 ^b	68.25±12.66 ^a	55.27±15.15 ^d	56.96±17.21 ^{cd}
熟肉率(%)	75.14±10.66 ^a	72.33±12.25 ^b	77.93±12.01 ^a	74.50±14.94 ^{ab}	76.28±10.47 ^a	73.79±11.04 ^b

降后显著上升趋势($p<0.05$)。研究结果与Devine对于羊肉剪切力值随着月龄增加的变化规律一致,即由于肌纤维结构与特性的不同而导致^[29]。同时,各实验组中作为评价肉质持水性能的熟肉率随着月龄增加却呈现出先显著增加后显著下降趋势($p<0.05$)。实验结果与Pinkas、Miller以及Pearce对月龄与熟肉率关系的研究结果一致,即肉质持水性能的熟肉率随着月龄增加却呈现出先显著增加后显著下降趋势^[31-32]。

3 结论

三组实验羊同品种母羊和公羊之间未表现出色泽的明显差异,仅在4月龄时各实验组母羊的 a^* 值显著大于其公羊的 a^* 值($p<0.05$)和6月龄时巴美母羊和小尾寒羊母羊股二头肌的 a^* 值显著大于其公羊的 a^* 值($p<0.05$)。4月龄母羊的剪切力值显著($p<0.05$)小于其同品种公羊剪切力值。其中,4月龄巴美公羊的剪切力值显著($p<0.05$)小于寒羊公羊和苏尼特公羊的剪切力值。同时,除苏尼特羊之外,各实验组母羊的熟肉率显著大于同类公羊的熟肉率($p<0.05$)。6月龄时各实验组母羊的剪切力值显著小于其对应的公羊剪切力值($p<0.05$),同时,巴美公羊的剪切力值分别显著小于寒羊公羊、苏尼特公羊的剪切力值($p<0.05$)。8月龄时,巴美母羊和巴美公羊的 a^* 值分别与寒羊母羊和寒羊公羊相比,差异不显著($p<0.05$),然而却显著小于苏尼特母羊和苏尼特公羊的 a^* 值($p<0.05$)。各实验羊除苏尼特羊外,巴美肉羊和小尾寒羊的母羊和公羊之间未表现出剪切力值的差异,而巴美母羊和苏尼特母羊的熟肉率显著($p<0.05$)大于其对应公羊的熟肉率。同时,各实验组的pH246月龄时表现出了优质的肉质特性,且各实验组的剪切力值随着月龄增加成先显著下降后显著上升趋势,而熟肉率却呈现出先显著增加后显著下降趋势。同时,该研究中未涉及的性别因素对营养品质影响也具有很强的研究价值,有待于肉品研究者做进一步的深入研究。

参考文献

- [1] 郑建梅. 巴美肉羊在河套地区肉羊产业中的支撑作用[J]. 中国草食动物, 2010(1): 130-131.
- [2] 王海平. 巴美肉羊培育方法的研究与应用[C]. 全国养羊生产与学术研讨会论文集. 中国畜牧兽医学会养羊学分会全国养羊生产与学术研讨会论文集, 2010: 177-178.
- [3] 高爱琴, 李虎山, 王志新, 等. 巴美肉羊肉用性能和肉质特性研究[J]. 畜牧与兽医, 2008, 44(2): 45-48.
- [4] 张宏博, 刘树军, 腾克, 等. 巴美肉羊屠宰性能和胴体质量的研究[J]. 食品科学, 2013, (34) 13: 10-13.
- [5] 张宏博, 李云, 靳辉, 等. 巴美肉羊净肉质量与净肉率预测模型建立[J]. 肉类研究, 2012, 5: 33-37.
- [6] 张宏博, 王贵印, 袁倩, 等. 巴美肉羊食用品质的研究[J]. 食品科学, 2013, 19(34): 19-22.
- [7] 张宏博, 刘树军, 靳志敏, 等. 巴美肉羊生长发育和胴体等级肉产量的研究[J]. 肉类研究, 2013, 1: 12-15.
- [8] 张宏博, 刘树军, 靳志敏, 等. 巴美肉羊营养品质的研究[J]. 肉类工业, 2013, 5: 17-19.
- [9] 贾雪晖, 王小斌, 靳辉, 等. 不同排酸方式对巴美肉羊肉品质的影响的研究[J]. 肉类研究, 2012, 5: 21-24.
- [10] 腾克, 张宏博, 王贵印, 等. 巴美肉羊与小尾寒羊杂交羔羊生长发育及屠宰性能研究[J]. 肉类研究, 2012, 3: 17-21.
- [11] Craigie CR, Lambe NR, Richardson R I, et al. The effect of sex on some carcass and meat quality traits in Texel ewe and ram lambs[J]. Animal Production Science, 2012, 52, 601-607.
- [12] Rodríguez A B, Bodas R, Prieto N, et al. Effect of sex and feeding system on feed intake, growth, and meat and carcass characteristics of fattening Assaf lambs[J]. Livestock Science, 2008, 116(1-3), 118-125.
- [13] Rodríguez AB, Landa R, Bodas R, et al. Carcass and meat quality of Assaf milk fed lambs: Effect of rearing system and sex[J]. Meat Science, 2008, 80(2), 225-230.
- [14] Lee G J, Harris D C, Ferguson B D, et al. Growth and carcass fatness of ewe, wether, ram and cryptorchid crossbred lambs reared at pasture: effects of weaning age[J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1990, 30, 743-747.
- [15] Dransfield E, Nute G R, Hogg B W, et al. Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs[J]. Animal Production Science, 1990, 50, 291-299.
- [16] Wylie ARG, Chestnutt D M B, Kilpatrick D J. Growth and carcass characteristics of heavy slaughter weight lambs: Effects of sire breed and sex of lamb and relationships to serum metabolites and IGF-1[J]. Animal Science, 1997, 64(2), 309-318.
- [17] Rodríguez A B, Bodas R, Landa R, et al. Animal performance, carcass traits and meat characteristics of Assaf and Merino×Assaf growing lambs[J]. Livestock Science, 2011, 138(1-3), 13-19.
- [18] Gökdağ Ö, Atay O, Eren V, et al. Fattening performance, carcass and meat quality characteristics of Kivircik male lambs[J]. Tropical Animal Health Production, 2012, 44, 1491-1496.
- [19] Das A K, Dass G, Singh N P. Growth carcass characteristics and meat quality of Muzaffarnagari lambs at various stages under intensive and semi-intensive management[J]. Indian Journal of Animal Sciences, 2008, 78(5), 541-546.
- [20] Karim S A, Porwal K, Kumar S, et al. Carcass traits of Kheri lambs maintained on different system of feeding management[J]. Meat Science, 2007, 76(3), 395-401.
- [21] Macit M, Karaoglu M, Esenbuga N. Growth performance of purebred Awassi, Morkaraman and Tushin lamb and their crosses under semi-intensive management in Turkey[J]. Small Ruminant Research, 2001, 42: 169-172.
- [22] Mancinira Hunt M C. Current research in meat color[J]. Meat Science, 2005, 1: 100-121.
- [23] 靳辉. 高压处理对鲜牛肉感观性能的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 1999.
- [24] Warriss P D. Meat science: an introductory text [M]. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2000.
- [25] Kerr M J, Hopkins D L. Effect of cone type when measuring fresh colour of sheep meat using a Minolta Chroma Meter[J]. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 2010, 28, 113.
- [26] Johnson P L, Purchas R W, Mcewan J C, et al. Carcass

(下转第142页)

physicochemical properties of carboxymethyl *Fritillaria ussuriensis* Maxim. starches[J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 80(3):768-773.

[6] 黄静, 潘丽军. 一种快速准确测定羧甲基淀粉取代度的方法[J]. 食品工业科技, 2003, 24(3):82-84.

[7] 郭庆兴, 童群义. 交联羟丙基羧甲基木薯淀粉性质的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(23):122-124.

[8] ZHOU G, LUO Z, FU X. Preparation and characterization of starch nanoparticles in ionic liquid-in-oil microemulsions system[J]. Industrial Crops and Products, 2014, 52:105-110.

[9] SELAMAT M E, SULAIMAN O, HASHIM R, et al. Measurement of some particleboard properties bonded with modified carboxymethyl starch of oil palm trunk[J]. Measurement, 2014, 53:251-259.

[10] SPYCHAJ T, WILPISZEWSKA K, ZDANOWICZ M. Medium and high substituted carboxymethyl starch: Synthesis, characterization and application[J]. Starch-Stärke, 2013, 65(1-2):22-33.

[11] LIU J, MING J, LI W, et al. Synthesis, characterisation and *in vitro* digestibility of carboxymethyl potato starch rapidly

prepared with microwave-assistance[J]. Food Chemistry, 2012, 133(4):1196-1205.

[12] LUO Z, XU Z. Characteristics and application of enzyme-modified carboxymethyl starch in sausages[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(10):1993-1998.

[13] FANG J, FOWLER P, TOMKINSON J, et al. The preparation and characterisation of a series of chemically modified potato starches[J]. Carbohydrate Polymers, 2002, 47(3):245-252.

[14] LAVAL O S, LECHNER M D, HARTMANN B, et al. Carboxymethyl cocoyam starch: Synthesis, characterisation and influence of reaction parameters[J]. Starch-Stärke, 2007, 59(5):224-233.

[15] JULIANO B O, PERE C M, BLAKENY A B, et al. International cooperative testing on the amylose content of milled rice[J]. Starch-Stärke, 1981, 33(5):157-162.

[16] 谭义秋, 赵汉民, 农克良, 等. 机械活化木薯淀粉羧甲基化产物糊性质的研究(I)[J]. 食品科学, 2010, (3):102-105.

[17] 许永亮, 程科, 赵思明, 等. 大米淀粉的分子量分布及其与粘性的相关性研究[J]. 中国农业科学, 2007, 40(3):566-572.

(上接第134页)

composition and meat quality differences between pasture-reared ewe and ram lambs[J]. Meat Science, 2005, 71, 383-391.

[27] Wojtyśiak D, Kaczor U, Poltowicz K, et al. The effects of sex and slaughter weight on muscle fibre characteristics and physicochemical properties of lamb longissimus thoracis muscle[J]. Animal Science Papers and Reports, 2010, 28, 61-69.

[28] Lind V, Berg J, Eilertsen S M, et al. Effect of gender on meat quality in lamb from extensive and intensive grazing systems when slaughtered at the end of the growing season[J]. Meat Science, 2011, 88, 305-310.

[29] Devine C E, Graafhuis A E, Muir P D, et al. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs[J]. Meat

Science, 1993, 35, 63-77.

[30] Bain W E, McLean N J, Young E A, et al. BRIEF COMMUNICATION: effect of sex on colour and pH of chilled lamb loins[J]. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 2009, 69, 101-103.

[31] Pinkas A, Marinova P, Tomov I, et al. Influence of age at slaughter, rearing technique and pre-slaughter treatment on some quality traits of lamb meat. Meat Science, 1982, 6(4), 245-255.

[32] 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.

(上接第137页)

差异明显, 发芽燕麦全粉在最适合温度下产生还原糖的量显著高于未发芽的燕麦 ($p < 0.01$), 发芽燕麦全粉的总酚含量约为未发芽燕麦的2倍。

参考文献

[1] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2009:2.

[2] Binqiang Tian, Bijun Xie, John Shi, et al. Physicochemical changes of oat seeds during germination[J]. Food Chemistry, 2010, 119(3):1195-1200.

[3] Talina Vanessa Nieto-Nieto, Yi Xiang Wang, Lech Ozimek, et al. Effects of partial hydrolysis on structure and gelling properties of oat globular proteins[J]. Food Research International, 2014 (55):418-425.

[4] David M Peterson. Oat Antioxidants[J]. Journal of Cereal Science, 2001, 33(2):115-129.

[5] N Tapola, H Karvonen, L Niskanen, et al. Glycemic responses of oat bran products in type 2 diabetic patients[J]. Nutrition,

Metabolism and Cardiovascular Diseases, 2005, 15(4):255-261.

[6] 徐建国. 燕麦发芽过程中游离氨基酸及体外消化率的变化[J]. 陕西农业科学, 2012(1):3-5.

[7] 王振宇, 段开红, 田瑞华, 等. 燕麦啤酒发酵工艺研究[J]. 酿酒科技, 2013(11):36-39.

[8] 徐托明. 燕麦茶的研发及其风味物质的评价研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.

[9] R D Waniska, J E Kinsella. Foaming properties of proteins: evaluation of a column aeration apparatus using albumin[J]. Journal of Food Science, 1979, 44(5):1398-1403.

[10] 张龙翔, 张庭芳, 李令媛. 生化实验方法和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005:1-3.

[11] 杜双奎, 杨红丹, 于修焯, 等. 食用豆粉功能特性与糊化特性[J]. 中国食品学报, 2011, 11(2):77-86.

[12] 张红雨. 低醇紫山药饮料的可控发酵及其营养成分分析[D]. 天津: 天津商业大学, 2014.

[13] 付晓燕, 吴茜, 李书艺, 等. 燕麦发芽前后酚类物质的组成变化及结构鉴定[J]. 中国农业科学, 2013, 46(17):3669-3679.