

网络出版时间:2015-03-12 14:17

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2015.04.018

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150312.1417.018.html>

秦川肉牛、荷斯坦牛及其杂交后代 生长发育和产肉性能研究

咎林森^{1,2}, 朱光星¹, 田万强^{1,2}, 辛亚平^{1,2}, 王洪宝^{1,2}

(1 西北农林科技大学 动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2 国家肉牛改良中心, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】** 分析比较秦川肉牛、荷斯坦牛及其杂交后代生长发育及产肉性能等经济性状。**【方法】** 选择健康的 6 月龄秦川肉牛新品系公牛、阉牛、母牛(分别简称为秦川公牛、秦川阉牛、秦川母牛)、荷斯坦公牛、阉牛(分别简称为奶牛公牛、奶牛阉牛)和荷斯坦牛与秦川肉牛新品系杂交后代公牛、阉牛、母牛(分别简称为奶秦杂公牛、奶秦杂阉牛、奶秦杂母牛)各 5 头, 共 8 组, 进行 18 个月的标准化育肥, 测定 7~24 月龄的体质量, 每隔 90 d 测定 1 次, 计算平均日增质量; 至 24 月龄屠宰实验牛并进行胴体分割, 测定屠宰率、净肉率、胴体产肉率、肉骨比及各部位肉质量。**【结果】** 各组试验牛在 13~18 月龄生长发育速度最快, 荷斯坦牛生长发育速度较秦川肉牛和奶秦杂牛快。秦川肉牛的产肉性能明显优于荷斯坦牛, 但与奶秦杂牛差异不显著。**【结论】** 杂交改良牛既遗传了秦川肉牛优良肉质性能, 也遗传了荷斯坦牛生长速度快的优点; 秦川肉牛新品系已具备肉牛品种的基本特征; 荷斯坦牛公犊经过育肥, 也表现出良好的肉用性能。

【关键词】 秦川肉牛; 荷斯坦牛; 杂交改良牛

【中图分类号】 S813

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2015)04-0007-05

Growth and meat production performance of Qinchuan beef cattle, Holstein cattle and their hybrids

ZAN Lin-sen^{1,2}, ZHU Guang-xing¹, TIAN Wan-qiang^{1,2},

XIN Ya-ping^{1,2}, WANG Hong-bao^{1,2}

(1 College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 National Beef Improvement Center, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** The purpose of this study was to compare the growth and meat production performance of Qinchuan beef cattle, Holstein cattle and their hybrids. **【Method】** Healthy Qinchuan beef cattle (5 bulls, 5 castrated bulls and 5 cows), Holstein cattle (5 bulls, 5 castrated bulls), and Qinchuan beef cattle × Holstein hybrids (5 bulls, 5 castrated bulls and 5 cows) with age of 6 months were selected for a standard fattening of 18 months. Their weights were measured every 90 days and daily increase of weight was calculated. All cattle were slaughtered at the age of 24 months, their carcasses were cut, and the dressing percentage, net meat percentage, neat percentage of carcass and beef/bone ratio and meat quality in every part were calculated. **【Result】** All the cattle grew fastest during the age of 13—18 months. Holstein cattle grew faster than Qinchuan beef cattle and Qinchuan × Holstein hybrids. Beef performance of Qin-

【收稿日期】 2013-11-25

【基金项目】 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-38); 国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD28B04-03); 陕西省科技统筹创新工程计划项目(2014KTZB02-02-01); 新疆建设兵团重大科技计划项目(2014AA001-1)

【作者简介】 咎林森(1963—), 男, 陕西扶风人, 教授, 博士生导师, 主要从事肉牛、奶牛遗传改良与种质创新研究。

E-mail: zanlinsen@163.com

chuan beef cattle was better than those of Holstein cattle ($P<0.05$) and Qinchuan $\times$ Holstein hybrids ($P>0.05$).【Conclusion】Qinchuan $\times$ Holstein hybrids inherited the characteristics of high-quality beef performance from Qinchuan beef cattle and fast growth performance from Holstein. New lines of Qinchuan beef cattle already had the characterizations of beef cattle breeds, and Holstein cattle showed good meat quality after fattening.

Key words: Qinchuan beef cattle; Holstein; Qinchuan $\times$ Holstein hybrid

秦川牛因主产于陕西关中“八百里秦川”而得名。虽然秦川牛具有耐粗饲、抗逆性强、肉质好等优点,但也存在生长慢、产肉量较低、泌乳力不足等缺点^[1]。荷斯坦奶牛原产荷兰,具有生长速度快、肉质细嫩、产奶量高等优势^[2],其与秦川牛杂交可改良秦川牛生长速度慢、泌乳力低等缺点。为加速秦川肉牛的肉用选育改良步伐,探寻最佳杂交组合,科研人员曾先后引入利木赞、安格斯、德国黄牛、日本和牛等品种对秦川牛进行改良^[3-5];为了改善秦川牛乳用性能,也有学者引入荷斯坦牛对其进行杂交改良^[6-7]。本试验以秦川肉牛、荷斯坦牛及其杂交后代为研究对象,对其生长情况进行了测量,同时比较了其产肉性能,综合分析引入荷斯坦牛杂交改良秦川肉牛的效果,旨在为秦川肉牛综合生产性能的提高及荷斯坦牛公犍育肥提供试验依据。

1 材料与方法

试验用牛来自西北农林科技大学国家肉牛改良中心良种繁育场。随机选取健康的 6 月龄秦川肉牛新品系公牛、阉牛、母牛(分别简称秦川公牛、秦川阉牛、秦川母牛),荷斯坦公牛、阉牛(分别简称奶牛公牛、奶牛阉牛)及荷斯坦牛与秦川肉牛新品系杂交后代公牛、阉牛、母牛(分别简称奶秦杂公牛、奶秦杂阉牛、奶秦杂母牛)各 5 头,共 8 组,进行 18 个月

(2010-12-14—2012-06-14)的标准化育肥。

试验牛育肥期日粮配制参照《NRC 肉牛饲养标准》执行^[8]。试验牛按组分群饲养,日喂料 2 次(07:00 和 15:00),自由饮水。每日清理牛床粪便,观察牛只采食、排泄和精神状况等;并根据牛只体质量、增重、采食情况进行日粮的调整。试验期内每 90 d 为 1 个试验阶段,试验牛于每阶段的第 89 和 90 天连续 2 d 空腹称体质量,计算平均值,获得每个育肥阶段试验牛体质量,再求平均日增质量。

育肥期结束后进行屠宰,宰前禁食 24 h;胴体分割按《秦川牛胴体生产与分割技术规范》执行。试验数据采用 SPSS 17.0 软件进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 试验牛的平均日增质量

由表 1 可以看出,各组试验牛的平均日增质量均以 13~18 月龄最大,随后有所下降或保持平稳。奶牛公牛的平均日增质量最高,奶秦杂母牛最低,平均日增质量由高到低依次为奶牛公牛(1.22 kg/头)>奶秦杂公(1.20 kg/头)>奶牛阉牛(1.18 kg/头)>秦川公牛(1.12 kg/头)>奶秦杂阉牛(1.11 kg/头)>秦川阉牛(1.06 kg/头)>秦川母牛(0.84 kg/头)>奶秦杂母牛(0.77 kg/头)。

表 1 7~24 月龄试验牛的平均日增质量

Table 1 Average daily weight gain of cattle at the age of 7~24 months							kg/头
组别 Group	7~9 月龄 7~9 months	10~12 月龄 10~12 months	13~15 月龄 13~15 months	16~18 月龄 16~18 months	19~21 月龄 19~21 months	22~24 月龄 22~24 months	
秦川公牛 Qinchuan bull	0.72±0.14	0.71±0.14 ab	1.08±0.17 a	1.12±0.12 a	1.01±0.12 a	0.93±0.13 a	
秦川阉牛 Qinchuan steer	0.71±0.10	0.97±0.16 a	0.97±0.15 a	1.06±0.84 a	0.91±0.05 a	0.96±0.14 b	
秦川母牛 Qinchuan cow	0.72±0.10	0.66±0.15 b	0.72±0.07 bB	0.84±0.04 b	0.73±0.09 b	0.73±0.10 b	
奶牛公牛 Holstein bull	0.69±0.10	1.05±0.07 a	1.22±0.06 aA	1.08±0.15 a	1.09±0.26 a	0.95±0.28 a	
奶牛阉牛 Holstein steer	0.63±0.06	1.08±0.05 a	0.93±0.15 a	1.15±0.11 a	1.18±0.04 a	1.14±0.28 a	
奶秦杂公牛 Hybrid bull	0.70±0.04	0.88±0.11 a	0.96±0.09 a	1.20±0.02 a	0.86±0.19 ab	0.97±0.14 a	
奶秦杂阉牛 Hybrid steer	0.69±0.02	0.87±0.10 ab	1.11±0.12 a	1.03±0.13 a	1.02±0.28 a	0.74±0.31 ab	
奶秦杂母牛 Hybrid cow	0.65±0.06	0.74±0.81 ab	0.73±0.13 b	0.77±0.12 b	0.72±0.07 b	0.65±0.09 b	

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),标相同或不标字母表示差异不显著($P>0.05$)。

Note: Different lowercase letters in each column indicate significant difference ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extreme significant difference ($P<0.01$), while same letters or no letters indicate no difference ($P>0.05$).

2.2 试验牛的产肉性能

由表 2 可以看出,对于同一品种(品系、组合)而言,公牛与阉牛的屠宰率、净肉率、胴体产肉率、肉骨比差异不显著($P>0.05$)。秦川肉牛(秦川公牛、秦川阉牛)和奶秦杂牛肉骨比极显著高于荷斯坦牛(奶牛公牛、奶牛阉牛)($P<0.05$)。

表 2 各组试验牛的屠宰性状

Table 2 Carcass traits of experimental cattle				
项目 Group	屠宰率/% Dressing percentage	净肉率/% Net meat percentage	胴体产肉率/% Neat percentage of carcass	肉骨比 Beef/bone value
秦川公牛 Qinchuan bull	61.58±1.32 a	50.13±1.68 a	83.50±3.22	5.30±0.63 a
秦川阉牛 Qinchuan steer	58.64±3.16 a	48.35±3.21 a	82.75±4.57	5.27±1.04 a
秦川母牛 Qinchuan cow	56.15±2.28 b	48.16±2.05 a	79.85±7.61	4.25±0.29 b
奶牛公牛 Holstein bull	60.27±5.19 a	49.32±4.67 a	80.54±5.69	4.22±1.09 b
奶牛阉牛 Holstein steer	59.86±6.47 a	48.18±3.74 a	78.53±6.84	4.69±3.19 b
奶秦杂公牛 Hybrid bull	60.64±7.31 a	49.32±3.16 a	86.82±4.27	4.97±2.34 a
奶秦杂阉牛 Hybrid steer	59.09±5.93 a	47.02±2.98 ab	85.18±8.04	4.84±0.48 a
奶秦杂母牛 Hybrid cow	55.30±6.44 b	43.54±4.60 b	83.67±5.31	4.98±1.69 a

由表 3 可以看出,对秦川牛和奶秦杂交牛而言,阉牛多数部位肉的质量高于母牛,但低于公牛。秦川公牛的黄瓜条、米龙部位肉质量极显著高于秦川阉牛,其他各部位肉质量差异不显著;秦川阉牛与秦川母牛相比,除上脑、臀肉质量差异显著、膝圆质量差异极显著外,其他各部位肉质量差异不显著。奶秦杂阉牛大部分部位肉的质量低于奶秦杂公牛,但差异不显著;奶秦杂阉牛与母牛相比,除牛柳、上脑、眼肉质量差异显著,黄瓜条、米龙、胸肉和牛前柳质量差异极显著外,其他各部位肉质量差异不显著。奶牛公牛与阉牛各部位肉的质量均差异不显著。

对于相同性别不同品种(系、组合)而言,奶秦杂公牛多数部位肉的质量高于秦川公牛,但低于奶牛公牛;奶秦杂公牛与奶牛公牛相比,西冷、牛腱的质量差异显著,黄瓜条、米龙、胸肉和牛前柳的质量差异极显著,其他部位肉的质量差异不显著;奶秦杂公牛各部位肉的质量低于秦川公牛,但差异不显著。奶秦杂阉牛多数部位肉的质量高于秦川阉牛,而低于奶牛公牛。奶秦杂阉牛与秦川阉牛各部位除米龙质量差异极显著外,其他部位差异不显著;奶秦杂阉牛与奶牛阉牛相比,除西冷、牛腱质量差异显著,上脑、黄瓜条、米龙、胸肉和牛前柳质量差异极显著外,其他各部位肉质量差异不显著。奶秦杂母牛和秦川母牛相比,除黄瓜条质量差异极显著外,其他各部位肉质量差异不显著。

表 3 试验牛不同部位肉的质量

Table 3 Meat weights of different parts					kg/头
部位 Part	秦川公牛 Qinchuan bull	秦川阉牛 Qinchuan steer	秦川母牛 Qinchuan cow	奶牛公牛 Holstein bull	
牛柳 Tenderloin	5.15±0.55 ab	4.93±0.55 ab	4.54±0.28 b	6.42±0.34 a	
西冷 Striploin	8.43±0.64 bAB	7.99±1.13 bB	6.57±1.06 bB	10.24±2.14 aA	
上脑 High rib	16.12±1.95 abAB	15.27±2.45 bB	11.66±0.77 cBC	17.71±2.68 aAB	
眼肉 Ribeye	7.73±1.41a	7.75±1.19 a	6.88±0.72 ab	8.71±0.88 a	
肋条肉 Rib cut	1.30±0.12	1.40±0.35	1.74±0.54	1.50±0.45	
牛腱 Beef shank	14.16±0.36 b	13.32±2.96 bc	11.20±1.28 c	19.13±3.49 a	
黄瓜条 Silverside	14.99±1.90 bB	11.12±0.97 cC	12.32±4.11 bcBC	20.24±4.36 aA	
臀肉 Beef rump	11.26±1.69 ab	12.31±2.11 a	9.87±0.86 b	13.15±3.06 a	
米龙 Topside	17.30±1.76 bBC	14.14±2.01 cD	14.92±2.68 cCD	24.61±5.31 aA	
膝圆 Knuckle	10.77±1.28 bBC	11.20±1.56 bB	8.08±0.07 cC	13.32±3.02 aAB	
牛腩 Beef flank	18.07±2.07	17.32±2.15	17.44±1.96	21.62±4.23	
胸肉 Brisket	10.83±1.31 bB	11.24±1.86 abAB	7.72±0.93 cC	13.56±4.53 aA	
牛前 Beef neck	12.41±3.75 bAB	10.28±5.66 bcBC	9.78±1.46 cC	14.04±4.92 aA	
牛前柳 Triangle meat	2.57±0.28 abAB	2.16±0.14 bBC	2.18±0.30 bBC	3.53±0.86 aA	
部位 Part	奶牛阉牛 Holstein steer	奶秦杂公牛 Hybrid bull	奶秦杂阉牛 Hybrid steer	奶秦杂母牛 Hybrid cow	
牛柳 Tenderloin	6.55±0.65 a	5.10±0.13 ab	5.24±0.17 a	4.00±0.07 b	
西冷 Striploin	11.35±2.26 aA	8.65±1.68 bAB	8.31±2.03 bAB	7.21±1.59 bB	
上脑 Highrib	18.79±1.85 aA	16.39±2.10 abAB	13.85±1.87 bBC	10.68±0.85 cC	
眼肉 Ribeye	8.47±0.61 a	7.62±0.61 a	7.58±1.02 a	5.96±1.46 b	

续表 3 Continued table 3

项目 Position	奶牛阉牛 Holstein steer	奶秦杂公牛 Hybrid bull	奶秦杂阉牛 Hybrid steer	奶秦杂母牛 Hybrid cow
肋条肉 Rib cut	1.57±0.26	1.51±0.02	1.73±0.16	1.07±0.18
牛腱 Beef shank	18.44±3.98 a	13.64±1.74 bc	13.86±1.67 bc	10.00±2.51 c
黄瓜条 Silverside	20.32±3.61 aA	15.29±2.18 bB	12.96±2.40 bcBC	8.86±1.93 dD
臀肉 Beef rump	13.26±2.43 a	11.68±2.49 ab	10.76±1.55 ab	9.66±0.75 b
米龙 Topside	24.17±2.87 aA	18.72±1.58bB	17.17±2.81 bBC	12.68±0.79 cD
膝圆 Knuckle	14.01±3.21aA	11.45±1.23 abAB	12.03±1.24 abAB	9.56±0.87 bcBC
牛腩 Beef flank	22.02±1.52	19.98±2.01	24.42±3.60	11.94±0.47
胸肉 Brisket	13.34±2.65 aA	10.82±1.14 bB	10.34±1.80 bB	7.06±0.68 cC
牛前 Beef neek	13.87±3.24 aA	10.62±0.71 bcBC	10.92±1.86 bcBC	10.20±2.14 bcBC
牛前柳 Triangle meat	3.68±1.01 aA	2.62±0.08abAB	2.52±0.29 abAB	1.74±0.08 cC

注:同行数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$);标相同小写字母或不标字母表示差异不显著($P>0.05$)。

Note:Different lowercase letters in each row indicate significant difference ($P<0.05$),different uppercase letters in each row indicate extreme significant difference ($P<0.01$),while same letters or no letters indicate no difference ($P>0.05$).

3 讨 论

品种是影响牛生长发育、产肉性能的重要因素之一^[9-11],同时性别对肉牛生长发育也有影响^[12-14],这可能与公牛睾丸分泌大量睾酮能够促进生长发育有一定的关系^[15]。在本试验中,7~12月龄试验牛平均日增质量增幅较小,13~18月龄的平均日增质量达到最大,19~21月龄的平均日增质量稍有下降。同一品种(系)相比,公牛生长速度最快,阉牛次之,母牛最慢;而同一性别不同品种(品系/组合)相比,荷斯坦牛生长速度最快,奶秦杂和秦川肉牛次之,后二者差异不显著。荷斯坦牛公牛、阉牛的最高平均日增质量分别为1.22和1.18 kg/头,较秦川公牛(1.12 kg/头)和阉牛(1.06 kg/头)分别高8.93%和11.32%。经杂交改良后的奶秦杂公牛和奶秦杂阉牛的平均日增质量分别为1.20和1.11 kg/头,比秦川公牛和秦川阉牛分别高7.14%和4.72%,但低于荷斯坦公牛和阉牛。荷斯坦牛的屠宰率、净肉率、胴体产肉率、肉骨比等屠宰性状均优于秦川肉牛和奶秦杂交牛。

综上,试验研究揭示,各组试验牛以13~18月龄生长发育速度最快;荷斯坦牛生长发育速度较秦川肉牛和奶秦杂交牛快;但是秦川肉牛的屠宰率、净肉率、胴体产肉率、肉骨比较荷斯坦牛略高;奶秦杂牛的屠宰率、净肉率、胴体产肉率、肉骨比方面与秦川肉牛差异不显著($P>0.05$),说明奶秦杂交牛既遗传了秦川肉牛的优良肉质性能,也遗传了荷斯坦牛生长速度快的优点。由以上结论可以得出奶秦杂牛已具备肉牛品种的基本特征;荷斯坦牛公犊经过标准化育肥,也表现出了良好的肉用性能。

[参考文献]

[1] 咎林森. 牛生产学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
Zan L S. Cattle science [M]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 2007. (in Chinese)

[2] 咎林森. 秦川牛选育改良理论与实践 [M]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2007.
Zan L S. Theory and practice on Qinchuan cattle selection and improvement [M]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University Press, 2007. (in Chinese)

[3] 杨晓冰, 陈 宏, 滑留帅, 等. 利木赞牛与中国西部 2 个黄牛群体杂交效果分析 [J]. 西北农业学报, 2008, 16(4): 55-58.
Yang X B, Chen H, Hua L S, et al. Effects analysis of two cattle pupolations in the west of China crossed by Limousin cattle [J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2008, 16(4): 55-58. (in Chinese)

[4] 王建安, 尹万林. 安格斯牛、和牛改良秦川牛育肥效果分析 [J]. 畜牧兽医杂志, 2010(5): 76-77.
Wang J A, Yin W L. The fattening effect of Qinchuan cattle improved by Angus and Wagyu [J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2010(5): 76-77. (in Chinese)

[5] 刘 波, 陈 宏, 蓝贤勇, 等. 秦川牛及其杂种牛生长性能及杂种优势研究 [J]. 中国畜牧杂志, 2006, 42(5): 1-4.
Liu B, Chen H, Lan X Y, et al. Research on Heterosis and growth performance in Qinchuan cattle and its hybrids [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2006, 42(5): 1-4. (in Chinese)

[6] 王锦荣, 杨章平, 臧胜兵, 等. 荷斯坦奶牛生长发育规律研究 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(8): 426-429.
Wang J R, Yang Z P, Zang S B, et al. Growth and development law of Holstein cows [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2013, 41(8): 426-429. (in Chinese)

[7] 梁宏伟, 咎林森, 朱贵明, 等. 荷斯坦牛改良秦川牛效果分析 [M]//咎林森. 秦川牛选育改良理论与实践. 陕西杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2007: 252-256.
Liang H W, Zan L S, Zhu G M, et al. Effect analysis of Qinchuan cattle improvement via crossing with Holstein [M]//

Zan L S. Theory and Practice on Qinchuan cattle selection and improvement. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University Press,2007;252-256. (in Chinese)

[8] National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle [M]. Washington D C, USA: National Academy Press,1996.

[9] 毛玉胜. 秦川牛改良山地黄牛效果研究:秦本 F₁ 生长发育及产肉性能分析 [J]. 黄牛杂志,1995(1):99-103

Mao Y S. Growth disciplinarian and meat performance of F₁ based on Qinchuan cattle [J]. Journal of Yellow Cattle Science,1995(1):99-103. (in Chinese)

[10] 雷云国. 肉牛生长规律及其利用 [J]. 现代化农业,2002(5):26-28.

Lei Y G. Growth disciplinarian and its utilization of beef cattle [J]. Modern Agriculture,2002(5):26-28. (in Chinese)

[11] 姜成国,毛元廷,李香子,等. 延边黄牛公牛与阉牛产肉性能的比较 [J]. 延边大学农学报,2011,33(3):157-162.

Jiang C G, Mao Y T, Li X Z, et al. Comparison on beef performance of Yanbian yellow cattle and steers [J]. Journal of Agricultural Science Yanbian University, 2011, 33 (3): 157-162. (in Chinese)

[12] 杨瑞基,杨建春,李国强,等. 不同杂交组合肉用牛生长发育及产肉性能试验 [J]. 中国草食动物,2003,23(6):22-23.

Yang R J, Yang J C, Li G Q, et al. Growth disciplinarian and meat performance on different hybrids of cattle [J]. 2003, 23 (6):22-23. (in Chinese)

[13] 王丽哲,刘 丽,周光宏. 品种,年龄及活重对牛产肉性能的影响 [J]. 黄牛杂志,2001,27(4):12-16.

Wang L Z, Liu L, Zhou G H. Effects of breed, age and live weight on beef performance [J]. Journal of Yellow Cattle Science,2001,27(4):12-16. (in Chinese)

[14] 刘永峰,咎林森,田万强. 性别对秦川牛肥育及产肉性能影响的研究 [J]. 家畜生态学报,2007,27(6):87-89.

Liu Y F, Zan L S, Tian W Q. Effect of sex on Qinchuan cattle fattening and beef performance [J]. Acta Ecologiae Animalis Domastici,2007,27(6):87-89. (in Chinese)

[15] Field R A. Effect of castration on meat quality and quantity [J]. Journal of Animal Science,1971,32:849-858.

(上接第 6 页)

[20] Geuens E, Brouns I, Flamez D, et al. A globin in the nucleus! [J]. J Biol Chem, 2003, 278(33):30417-30420.

[21] Mammen P P, Shelton J M, Ye Q, et al. Cytoglobin is a stress-responsive hemoprotein expressed in the developing and adult brain [J]. J Histochem Cytochem, 2006, 54(3):1349-1361.

[22] 贾 浩. 基于序列特征的胞内蛋白稳定性计算分析 [D]. 南京:南京航空航天大学,2011.

Jia H. Calculation and analysis of intracellular protein stability based on sequence features [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2011. (in Chinese)

[23] 贾 浩,张小白,宋晓峰. 人类胞内蛋白半衰期与其亚细胞定位的相关性研究 [J]. 计算机与应用化学, 2011, 28(4):411-414.

Jia H, Zhang X B, Song X F. Relationship between intracellular protein half-life and subcellular localization in human cells [J]. Computers and Applied Chemistry, 2011, 28 (4): 411-414. (in Chinese)

[24] Sugimoto H, Makino M, Sawai H, et al. Structural basis of human cytoglobin for ligand binding [J]. J Mol Biol, 2004, 339 (4):873.