

网络出版时间:2013-12-25 11:05

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.01.029

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.01.029.html>

吉富罗非鱼生长性能评估及其表型性状 相关系数研究

朱佳杰,沈夏霜,周 宇,谭 芸,甘 西

(广西壮族自治区水产研究所,广西水产遗传育种与健康养殖重点实验室,广西南宁 530021)

[摘 要] **【目的】**探讨吉富罗非鱼的生长规律及表型性状间的相关性,为吉富罗非鱼的养殖和亲本选育提供参考依据。**【方法】**以菲律宾、马来西亚 2 个吉富罗非鱼群体及其杂交组合为试材,对它们不同生长时期的生长性状指标(体质量、体长、体高、体宽)进行测量分析。**【结果】**(1) 马来西亚、菲律宾及其杂交种 3 个群体的日增质量分别为 4.90,3.77 和 4.16 g/尾,体质量特定增长率分别为 5.63,5.42 和 5.49 %/d,3 个群体间的日增质量和体质量特定增长率差异显著($P<0.05$)。(2) 养殖 45 d 之后,马来西亚群体的日增质量显著高于菲律宾群体和杂交群体,而菲律宾群体与杂交群体的日增质量出现显著差异是在养殖 75 d 之后。(3) 3 个群体间的体长、体高、体宽与体质量的 Pearson 相关系数均达到了极显著水平($P<0.01$),其中体质量与体长的相关系数最高。**【结论】**马来西亚群体的生长优势最明显,同时吉富罗非鱼生长性状指标间的 Pearson 相关系数极显著相关。

[关键词] 吉富罗非鱼;生长性能;表型性状;相关分析

[中图分类号] S965.125

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2014)01-0024-05

Growth performance evaluation and correlation analysis on phenotypic traits of GIFT tilapia

ZHU Jia-jie, SHEN Xia-shuang, ZHOU Yu, TAN Yun, GAN Xi

(Guangxi Key Lab of Aquatic Genetic Breeding and Healthy Aquaculture,

Guangxi Institute of Fisheries, Nanning, Guangxi 530021, China)

Abstract: **【Objective】** This study aimed to explore the growth pattern and correlation between phenotypic traits of different GIFT tilapias. **【Method】** Three types of GIFT tilapia populations (Malaysia, Philippines and their hybrid) were selected and the body weight, body length, body height and body width at different growth stages were measured and analyzed. **【Result】** (1) The daily gain rates of Malaysia, Philippines and hybrid populations were 4.90, 3.77, and 4.16 g/tail, respectively, and the specific weight gain rates were 5.63, 5.42, and 5.49 %/d, respectively with significant differences ($P<0.05$). (2) The daily gain of Malaysia population was significantly higher than other groups after 45 d, while it took 75 d to see significant differences between Philippines and the hybrid population. (3) The Pearson correlation coefficients in body length, body height, body width, and body weight were all extremely significant ($P<0.01$) among three populations, and the Pearson correlation coefficient between body weight and body length was the highest. **【Conclusion】** The growth vigor of Malaysia GIFT was the best among the three groups, and the

[收稿日期] 2013-02-19

[基金项目] 农业部公益性行业科研项(200903046);广西水产畜牧兽医局科研计划项目(桂渔牧科 1204903);广西壮族自治区直属公益性科研院所基本科研业务费专项(GXIF-2012-15);国家现代农业产业技术体系建设专项(CRS-49);广西八桂学者建设工程专项

[作者简介] 朱佳杰(1981—),男,广西贵港人,助理研究员,主要从事鱼类遗传育种研究。E-mail: zhujiatie504@sina.com

[通信作者] 甘 西(1956—),男,广西贵港人,研究员,主要从事水产健康养殖研究。E-mail: ganxicn@126.com

growth character indexes of GIFT tilapia were significantly ($P<0.01$) correlated with Pearson correlation coefficient.

Key words: GIFT tilapia; growth performance; morphometric traits; correlation analysis

吉富罗非鱼因具有生长速度快、产量高、易捕捞、易饲养等优点^[1], 目前已在我国广东、海南、广西、福建和云南等省得到大规模推广养殖, 成为我国罗非鱼养殖的主导品种, 其养殖面积占全国罗非鱼养殖总面积的 60% 以上^[2]。我国于 1994 年和 2006 年先后两次从国外引进吉富罗非鱼^[3], 近年来主要对其群体遗传结构^[4-6]、抗逆性^[2,7]、饲料营养^[8]和生理生化^[9]等方面进行了广泛的研究, 但对其生长规律和表型性状间相关性的研究甚少。因此, 开展吉富罗非鱼的生长性能评估和表型性状相关系数研究, 对吉富罗非鱼养殖和选育意义重大。本研究以国家级广西南宁罗非鱼良种场 2003 年从国家级青岛罗非鱼良种场引进的菲律宾吉富罗非鱼和 2007 年从中国水产科学研究院淡水渔业研究中心引进的马来西亚吉富罗非鱼 2 个种群为材料, 开展池塘养殖评估试验, 通过统计 2 个群体及其杂交苗在养殖过程中的生长性状, 总结吉富罗非鱼的生长规律, 确定其表型性状相关系数, 为吉富罗非鱼的养殖和亲本选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验鱼由国家级广西南宁罗非鱼良种场提供。该场于 2003 年从国家级青岛罗非鱼良种场引进菲律宾种群 P₃ 代吉富罗非鱼雌雄各 500 尾, 经过群体选育到 P₁₀ 代; 2007 年从中国水产科学研究院淡水渔业研究中心引进马来西亚种群吉富罗非鱼 16 个家系。通过对亲本的体型、体色、条纹等性状的分析, 挑选出体质量在 800 g/尾以上的鱼作为苗种繁育亲本。

1.2 试验设计

每个种群挑选亲本鱼 45 尾(雌雄比 2 : 1), 在

30 m² 水泥池中进行群体配对, 杂交组配对方式为马来西亚♂×菲律宾♀, 产苗后将苗种培育至 10 朝后转移到 100 m² 的水泥池中养殖, 进行不同阶段生长性能比较, 每个池投放 250 尾鱼苗。每隔 15 d 测量 1 次鱼的体质量、体长、体高及体宽, 每池随机测量 50 尾。

1.3 饲养管理

试验期为 2012-07-02—11-02, 共 122 d。试验用颗粒饲料(103AF)由广西通威饲料有限公司提供。试验期间每天记录每个池的饲料投喂量及死亡鱼的数量, 每隔 7 d 换水 1 次, 水深保持在 1.3 m 左右, 水温为 29.5~33.2 ℃, pH 7.5, 溶氧量 5.5 mg/L 左右。

1.4 数据处理

测试数据经 Excel 2003 统计分析软件进行整理统计, 生长指标采用“平均值±标准差”表示。差异显著性分析和 Pearson 相关分析采用 SPSS 17.0 统计软件。各生长参数指标按下式计算:

日增质量(AGR)=(W2-W1)/(t2-t1)。
式中: W1、W2 分别为 t1 和 t2 天时测定的体质量。
体质量特定增长率(SGRW)=[(ln W2 - ln W1)/(t2-t1)]×100%;

体质量变异系数(CV)=标准差(SD)/体质量平均值(W)×100%。

2 结果与分析

2.1 不同地理种群吉富罗非鱼体质量的变化规律
经过 122 d 的养殖试验, 吉富罗非鱼马来西亚、菲律宾种群及其杂交鱼 3 组的初始体质量、试验末体质量、日增质量、体质量特定增长率和体质量变异系数见表 1。

表 1 3 组吉富罗非鱼生长性能的比较

Table 1 Comparison of growth performance of three kinds of GIFT tilapias

种群 Population	初始体质量/ (g·尾 ⁻¹) Original weight	试验末体质量/ (g·尾 ⁻¹) Final weight	日增质量/ (g·尾 ⁻¹) Daily gain	体质量特定增长率/ (%·d ⁻¹) Specific weight gain rate	体质量变异系数/% Weight coefficient of variation
马来西亚 Malaysia	0.622±0.03	598.5±83	4.90 a	5.63 a	13.86
菲律宾 Philippines	0.621±0.03	460.4±54	3.77 b	5.42 b	11.72
杂交组 Hybrid	0.623±0.03	507.9±73	4.16 c	5.49 c	14.37

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$)。
Note: Different lowercase letters within same column mean significant difference ($P<0.05$).
由表 1 可以看出, 马来西亚组、菲律宾组及其杂交组的日增质量依次为 4.90, 3.77 和 4.16 g/尾, 体

质量特定增长率分别为 5.63,5.42 和 5.49 %/d,表明在 3 组吉富罗非鱼中马来西亚种群的生长速度最快,菲律宾种群的生长速度最慢。经方差分析和 LSD 法多重比较可知,3 个种群间的日增质量和体质量特定增长率差异显著($P<0.05$)。体质量变异系数的大小依次为:杂交组>马来西亚群体>菲律宾群体。此外,从吉富罗非鱼的体质量生长曲线(图 1)可以看出,在养殖前 45 d,3 组吉富罗非鱼间的体质量相差并不明显,但 45 d 之后,马来西亚组的日增质量显著高于菲律宾组和杂交组,而菲律宾组和杂交组的体质量出现显著差异是在养殖 75 d 之后。以上的结果表明,马来西亚组的生长性能优势最明显,而菲律宾种群的生长速度最慢。

2.2 吉富罗非鱼各表型性状间的相关性

通过分析吉富罗非鱼各性状间的相关系数,可以直接了解表型性状对体质量的作用。从 Pearson 相关分析结果(表 2)可以看出,3 个吉富罗非鱼品系间的体长、体高、体宽与体质量之间的 Pearson 相关系数均达到了极显著水平($P<0.01$),其中以体质量与体长的相关系数最高,马来西亚组、菲律宾组和杂交组分别为 0.956,0.917 和 0.924。此外,菲律宾组的体高、体宽与体质量的 Pearson 相关系数明

显高于另外 2 个组,这主要是菲律宾组自 2003 年引入后进行了以加工出肉率为目标、多个世代人工选育,形成了身短背高的体型。从体长与体高的相关系数可知,马来西亚组的相关系数最高,杂交组最低;从体长与体宽、体高与体宽的相关系数可知,仍是马来西亚组的相关系数最高,但却是菲律宾组最低。以上结果说明,体长、体高、体宽 3 个性状对体质量均有着显著的影响,但体长是影响体质量最重要的性状。

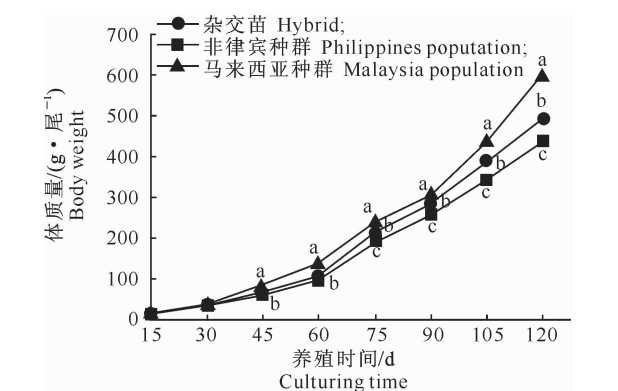


图 1 3 组吉富罗非鱼的体质量生长曲线

不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Fig.1 Growth curves of three kinds of GIFT tilapia
Different lowercase letters mean significant difference ($P<0.05$)

表 2 3 组吉富罗非鱼各表型性状间的相关分析

Table 2 Correlation analysis between morphological traits of three kinds of GIFT tilapia

组别 Group	性状 Character	体质量 X_1 Body weight	体长 X_2 Body length	体高 X_3 Body height	体宽 X_4 Body width
马来西亚 Malaysia	体质量 X_1 Body weight	1			
	体长 X_2 Body length	0.956**	1		
	体高 X_3 Body height	0.845**	0.883**	1	
	体宽 X_4 Body width	0.795**	0.847**	0.897**	1
菲律宾 Philippines	体质量 X_1 Body weight	1			
	体长 X_2 Body length	0.917**	1		
	体高 X_3 Body height	0.887**	0.876**	1	
	体宽 X_4 Body width	0.851**	0.796**	0.743**	1
杂交组 Hybrid	体质量 X_1 Body weight	1			
	体长 X_2 Body length	0.924**	1		
	体高 X_3 Body height	0.851**	0.868**	1	
	体宽 X_4 Body width	0.824**	0.834**	0.874**	1

注: ** 表示极显著相关($P<0.01$)。
Note: ** means extremely significant difference ($P<0.01$).

3 讨 论

生长性能比较研究是鱼类新品种选育工作的重要组成部分。在生长对比试验中,鱼苗初始规格、养殖密度、池塘条件、水质条件及饲养管理等因素均可影响试验结果^[10]。本试验为了避免试验鱼前期生长差异对后期试验的影响,选取同一天产的苗种经

过相同时间标粗后,放入池塘中进行养殖,同时统一养殖环境条件、放养密度、饲养管理、测量时间,从而使试验的系统误差降至最低,确保了试验数据的准确性。本试验通过池塘养殖比较了吉富罗非鱼马来西亚群体、菲律宾群体及其杂交苗各个生长阶段的生长指标,结果发现马来西亚群体的日增质量和体质量特定增长率均高于菲律宾群体和杂交苗,说明

马来西亚群体的生长优势最明显。这可能是种质的差异所致。因为马来西亚种群引进前在世界渔业研究中心以生长速度为主要目标经过了 12 个世代的家系选育,每个世代的生长速度比选育前均有所提高^[3];而菲律宾种群引进我国后没有得到系统有目的的选育,加上近交和种质资源混杂等原因,造成了各地的吉富罗非鱼生长速度差异很大^[1]。本研究结果与唐章生等^[11]报道的不同家系吉富罗非鱼的生长性状差异的结果相似。鱼体质量变异系数主要反映了某种鱼群体生长规格的一致性程度,在遗传上则表明了该群体遗传变异程度的大小^[12]。本研究 3 个群体的吉富罗非鱼体质量变异系数的大小依次为杂交苗>马来西亚群体>菲律宾群体,说明菲律宾群体的规格均匀度较整齐,这是因为菲律宾群体的抢食积极性较杂交苗和马来西亚群体差。

对表型性状相关系数分析有助于提高选育目标性状的效率。目前表型性状相关系数分析已在银鲑^[13]、鲤鱼^[14-15]、大口黑鲈^[16]、牙鲆^[17]等水产品种选育中得到了广泛应用。本研究通过 Pearson 相关分析剖析了吉富罗非鱼体长、体高、体宽与体质量的相关系数,结果表明,体长与体质量的相关系数最高,说明在吉富罗非鱼生长性状选育的过程中应以体质量和体长作为主选性状。这与唐瞻杨等^[18]报道的尼罗罗非鱼各表型性状间的相关结果相似。

上述结果表明,马来西亚种群在 3 个吉富罗非鱼群体中的生长性能是最好的,体长、体高、体宽 3 个性状对吉富罗非鱼的体质量均有着极显著的影响,其中体长是对其体质量影响最大的性状。研究结果为吉富罗非鱼的养殖和选育提供了重要的参考依据。

[参考文献]

[1] 刘 峰,谢新民,郑艳红. 罗非鱼优良品系:吉富罗非鱼的育成始末 [J]. 水产科技情报,2006,33(1):8-11.
Liu F,Xie X M,Zheng Y H. Fine strain of tilapia: The grow out of redbelly Tilapia zillii [J]. Fish Sci & Technol Inf,2006,33(1):8-11. (in Chinese)

[2] 朱佳杰,李莉萍,唐瞻杨,等. 吉富罗非鱼家系构建及抗病力检测 [J]. 南方水产科学,2012,8(6):22-27.
Zhu J J,Li L P,Tang Z Y,et al. Family establishment and disease resistance of different families of GIFT Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* [J]. South China Fisheries Science,2012,8(6):22-27. (in Chinese)

[3] 董在杰,何 杰,朱 健,等. 60 个家系吉富品系罗非鱼初期阶段的生长比较 [J]. 淡水渔业,2008,38(3):32-34.
Dong Z J,He J,Zhu J,et al. Comparison of growth among 60

families GIFT strain Tilapia at initial stage [J]. Freshwater Fisheries,2008,38(3):32-34. (in Chinese)

[4] 刘海情,郭显嵩,王中铎,等. 利用微卫星分析吉富罗非鱼群体的遗传多样性 [J]. 南方农业学报,2012,43(1):100-104.
Liu H Q,Guo Y S,Wang Z D,et al. Genetic diversity analysis amongst GIFT strains of *Oreochromis niloticus* using microsatellites [J]. Journal of Southern Agriculture,2012,43(1):100-104. (in Chinese)

[5] 于爱清,李思发,蔡完其.“新吉富”罗非鱼选育 F₍₁₀₎~F₍₁₃₎ 遗传变异微卫星分析 [J]. 上海海洋大学学报,2011,20(1):4-10.
Yu A Q,Li S F,Cai W Q. Genetic variations among the recent selected generations F₍₁₀₎—F₍₁₃₎ of NEW GIFT strain Nile Tilapia(*Oreochromis niloticus*) by SSR analysis [J]. Journal of Shanghai Ocean University,2011,20(1):4-10. (in Chinese)

[6] 朱佳杰,林 勇,李丽萍,等. 吉富罗非鱼雌雄群体遗传差异的 SSR 分析 [J]. 基因组学与应用生物学,2010,29(1):57-62.
Zhu J J,Lin Y,Li L P,et al. Genetic diversity between sexes of genetic improvement of farmed Tilapia reveal by SSR analysis [J]. Genomics and Applied Biology,2010,29(1):57-62. (in Chinese)

[7] 唐章生,卢其西,林 勇,等. 不同低温条件下吉富罗非鱼的耐受性研究 [J]. 广西师范大学学报:自然科学版,2012,30(1):105-110.
Tang Z S,Lu Q X,Lin Y,et al. Tolerance of GIFT Tilapia (*Oreochromis niloticus*) under different low temperature stress [J]. Journal of Guangxi Normal University:Natural Science Edition,2012,30(1):105-110. (in Chinese)

[8] 张明明,文 华,蒋 明,等. 饲料菜粕水平对吉富罗非鱼幼鱼生长、肝脏组织结构和部分非特异性免疫指标的影响 [J]. 水产学报,2011,35(5):111-118.
Zhang M M,Wen H,Jiang M,et al. Effects of dietary rapeseed meal levels on growth,liver tissue structure and some nonspecific immunity indices of juvenile GIFT Tilapia (*Oreochromis niloticus*) [J]. Journal of Fisheries of China,2011,35(5):111-118. (in Chinese)

[9] 王海贞,王 辉,强 俊,等. 温度和盐度对吉富品系尼罗罗非鱼幼鱼鳃 Na⁺-K⁺-ATPase 活力的联合效应 [J]. 生态学报,2012,32(3):239-247.
Wang H Z,Wang H,Qiang J,et al. Combined effect of temperature and salinity on the Na⁺-K⁺-ATPase activity from the gill of GIFT Tilapia juveniles(*Oreochromis niloticus*) [J]. Acta Ecologica Sinica,2012,32(3):239-247. (in Chinese)

[10] 高 强,栾 生,杨国梁,等. 罗氏沼虾选育新品种南太湖 2 号与非选育群体生长性能的比较 [J]. 大连海洋大学学报,2012,27(2):120-124.
Gao Q,Luan S,Yang G L,et al. The growth performance of “South Tailake No. 2” population of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* [J]. Journal of Dalian Ocean University,2012,27(2):120-124. (in Chinese)

[11] 唐章生,林 勇,黎 筠,等. 吉富罗非鱼不同家系的生长性状差异 [J]. 广西师范大学学报:自然科学版,2011,29(3):74-79.

Tang Z S, Lin Y, Li J, et al. Establishment of families and comparison of their growth of GIFT strain Tilapia (*Oreochromis niloticus*) [J]. Journal of Guangxi Normal University: Natural Science Edition, 2011, 29(3): 74-79. (in Chinese)

[12] 陈 林, 李思发, 简伟业, 等. 吉奥罗非鱼(新吉富罗非鱼♀×奥利亚罗非鱼♂)生长性能的评估 [J]. 上海水产大学学报, 2008, 17(3): 257-262.

Chen L, Li S F, Jian W Y, et al. Evaluation of growth performance of JA tilapia (NEW GIFT strain *O. niloticus* ♀ × *O. aureus* ♂) [J]. Journal of Shanghai Fisher University, 2008, 17(3): 257-262. (in Chinese)

[13] Roberto N, Jean P L, Cristian A, et al. Studies on carcass quality traits in two populations of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): Phenotypic and genetic parameter [J]. Aquaculture, 2004, 241(1/4): 117-131.

[14] Marc V, Martin K, Stéphane M, et al. Heritability estimates for growth-related traits using microsatellite parentage assignment in juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.) [J]. Aquaculture, 2004, 235(1/4): 223-236.

[15] Wang C H, Li S F, Xiang S P, et al. Genetic parameter estimates for growth-related traits in Oujiang color common carp (*Cyprinus carpio* var. color) [J]. Aquaculture, 2006, 259(1/4): 103-107.

[16] 何小燕, 刘小林, 白俊杰, 等. 大口黑鲈形态性状对体重的影响效果分析 [J]. 水产学报, 2009(4): 597-603.

He X Y, Liu X L, Bai J J, et al. Mathematical analysis of effects of morphometric attribute on body weight of large-mouth bass (*Micropterus salmoides*) [J]. Journal of Fishries of China, 2009(4): 597-603. (in Chinese)

[17] 王 凯, 刘海金, 刘永新, 等. 牙鲆形态性状对体重的影响效果分析 [J]. 上海水产大学学报, 2008, 17(6): 655-660.

Wang K, Liu H J, Liu Y X, et al. Mathematical analysis of effects of morphometric attributions on body weight for *Paralichthys olivaceus* [J]. Journal of Shanghai Fisher University, 2008, 17(6): 655-660. (in Chinese)

[18] 唐瞻杨, 肖 俊, 李莉萍, 等. 尼罗罗非鱼(*Oreochromis niloticus*)不同月龄性状的主成分与判别分析 [J]. 海洋与湖沼, 2012, 43(2): 288-293.

Tang Z Y, Xiao J, Li L P, et al. Principal component and discriminant analyses of traits on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different ages [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2012, 43(2): 288-293. (in Chinese)

(上接第 23 页)

[6] 陈 亮, 刘丑生, 王新庄, 等. 滩羊成纤维细胞系的建立及其生物学特性研究 [J]. 中国畜牧兽医, 2010, 37(6): 50-54.

Chen L, Liu C S, Wang X Z, et al. Establishment of fibroblast cell line and its biological characteristics in Tan sheep [J]. China Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2010, 37(6): 50-54. (in Chinese)

[7] Freshney R I. Animal cell culture: A practical approach [M]. [S. l.]: Oxford University Press, 1992: 119-122.

[8] Joydeep D, Asha K. Chromosomal profile of dwarf chickens [J]. Indian Journal of Poultry Science, 2000, 35(2): 152-155.

[9] 门正明, 刘 霞, 马海明, 等. 兰州大尾羊染色体组型分析 [J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 37(2): 158-160.

Men Z M, Liu X, Ma H M, et al. Karyotype analysis of Lanzhou Fat-Tailed sheep [J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2002, 37(2): 158-160. (in Chinese)

[10] 严泉剑, 郭金龙, 刘恩靖, 等. 绘制细胞生长曲线及细胞群体倍增时间的简化计算 [J]. 前卫医药杂志, 2000, 17(4): 228-229.

Yan Q J, Guo J L, Liu E J, et al. The calculation of doubling time and curve evaluation to a cell line [J]. Qianwei Journal of Medicine & Pharmacy, 2000, 17(4): 228-229. (in Chinese)

[11] 马忠辉, 赵巧香, 杨焕民. 牛胎儿成纤维细胞的培养及性别鉴定 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2009(4): 19-21.

Ma Z H, Zhao Q X, Yang H M. Culture and sex identification of cattle fetal fibroblast [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2009(4): 19-21. (in Chinese)

[12] 巴特尔, 周敏敏. 阿尔巴斯绒山羊皮肤成纤维细胞系的建立 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2010(4): 1-3.

Ba T E, Zhou H M. The establishment of fibroblast cell lines in Arbas cashmere goat [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2010(4): 1-3. (in Chinese)

[13] 宓晓黎, 李利东, 黄丽俊, 等. 环丙沙星免疫抗原的合成与鉴定 [J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(6): 1292-1293.

Mi X L, Li L D, Huang L J, et al. Synthesis and identification of artificial antigens of ciprofloxacin [J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2010, 20(6): 1292-1293. (in Chinese)

[14] 周向梅, 马月辉, 关伟军, 等. 北京油鸡胚胎成纤维细胞系建立与生物学特性研究 [J]. 畜牧兽医学报, 2005, 36(3): 209-215.

Zhou X M, Ma Y H, Guan W J, et al. Establishment and characteristics of a Beijing fatty chicken embryo fibroblast cell line [J]. Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2005, 36(3): 209-215. (in Chinese)