

代乳料对羔羊生产性能及血液生化指标的影响

郭爱伟¹, 张方³, 熊春梅¹, 周学辉¹, 苗小林¹ (1. 西南林学院保护生物学学院, 云南昆明650224; 2. 江苏畜牧兽医职业技术学院畜牧饲料科学系, 江苏泰州225300; 3. 中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所, 甘肃兰州730050)

摘要 [目的] 研究代乳料对羔羊生产性能及血液生化指标的影响, 探讨羔羊早期断奶的可行性。[方法] 将37只10~15日龄的白头萨福克() × 小尾寒羊() F₁ 羔羊随机分为A、B、C、D4个组进行试验。其中, A、B、C3组羔羊分别饲喂3种不同的代乳料; D组羔羊为对照组, 不断奶, 随母羊哺乳。分别测定各组的产性能指标及血液生化指标。[结果] 产性能指标: 10~15日龄时, B、C组日增重显著低于D组 (P < 0.05), 而A组与D组间差异不显著; 16~25、26~35日龄各组羔羊日增重均无显著差异; 46~55日龄时, 试验组羔羊日增重显著高于对照组 (P < 0.05)。血液生化指标: B组和C组的血浆尿素氮(PUN) 显著高于A组 (P < 0.05), B组和C组间差异不显著; 各组中血浆白蛋白(ALB) 含量比较接近, 无显著差异; B组总蛋白(TP) 含量有高于A组和C组的趋势, 但差异不显著; A、B、C3组间总氨基酸浓度差异不显著。[结论] 用代乳料饲喂羔羊并实现羔羊的早期断奶是可行的。

关键词 羔羊; 代乳料; 生产性能; 血液生化指标

中图分类号 S826.8 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)18-07693-03

Effects of Milk Replacer on the Performance and Blood Biochemical Indices in Lambs

GUO Ai-wei et al (Faculty of Conservati Bology, Southwest Forestry College, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract [Objective] In this study, the performance and blood biochemical indices in lambs fed on milk replacer were researched, the feasibility of early weaned in lambs was discussed. [Method] 37 of 10 days lambs of Suffolk() × Xiao Wei Han Yang() were randomly divided into group A, B, C, D for this experiment. Group A, B, C were fed by 3 milk replacers containing milk for different protein source respectively, and ten lambs in each group; group D (seven lambs) were fed by ewes as the control. The performance and blood biochemical indices of the lambs were determined. [Result] The results showed that the average daily gains of 10 - 15 days of age was not significantly different between group A and D (P > 0.05), the control were higher significantly than the group B, C (P < 0.05). The average daily gains of 16 - 25, 26 - 35 days of age were not significantly different in group A, B, C, D. The daily weight gains of Group A, B, C in 45 - 55 days of age were higher significantly than the control (P < 0.05). Plasma urea nitrogen (PUN) of group B and C were higher than group A significantly (P < 0.05); Total protein (TP), Plasma albumin (ALB) and Plasma total amino acid were no significant difference among the other 3 groups (P > 0.05). [Conclusion] So, the milk replacers were available for early-weaned lamb.

Key words Early-weaned lamb; Milk replacer; Performance; Blood biochemical indices

当前, 我国各地养羊多采用常规方法, 即母乳喂养, 3~4月龄断奶。常规方法饲养存在多种缺陷, 如延缓母羊的繁殖周期, 降低了母羊的利用率、羔羊生长慢, 培育成本高、不适应当前规模化和集约化的养殖形式等^[1], 而早期断奶羔羊代乳料的应用则可解决这些问题。对羔羊而言, 早期断奶可使羔羊尽早适应固体饲料, 从而加快其消化道, 尤其是瘤胃的发育, 进一步完善羔羊消化器官和消化腺的功能, 为其将来能够采食大量饲料, 提高生产性能打下良好基础。此外, 羔羊实行早期断奶, 不仅能大大降低母羊的饲养成本, 而且有助于母羊提前进行生理和体况恢复, 为下一个繁殖期配种打下良好基础, 有助于在母羊群中实行高效高频繁殖, 从而实现工厂化养殖。因此, 笔者对羔羊代乳料的饲喂效果进行了研究和探讨。

1 材料与方

1.1 试验时间与地点 试验于2003年4月22~6月8日在甘肃陇原银州靖远羔羊发展有限公司进行。

1.2 试验动物及试验设计 试验共选取37只白头萨福克() × 小尾寒羊() F₁ 代羔羊, 按照体重、日龄一致的原则随机分为4组, 记为A、B、C、D, 其中D组为对照组。试验组每组羔羊为10只, 对照组7只, 其中试验组羔羊10日龄断奶后人工哺育, 分别饲喂、、号配方的代乳料, D组羔羊不断奶, 随母羊哺乳。

1.3 代乳料的营养水平 代乳料是参照NRC公布的母羊乳成分(产后2.5周)的基础上配制的^[2], 3种代乳料的养分含

量见表1。

表1 代乳料的养分含量(风干样基础)

Table 1 Nutrition contents of milk replacer (hair-dry basis)

养分	粗蛋白 %	总能 MJ/kg	钙Ca %	磷P %
Nutrition content	Gross protein	Gross energy		
A组 Group A	23.67	23.27	2.22	0.68
B组 Group B	25.02	22.06	2.36	0.68
C组 Group C	24.00	21.69	2.64	0.73

1.4 试验羔羊的人工哺育及管理 羊舍为全封闭双列式羊舍, 避风、向阳、通风良好。试验前用强力消毒灵溶液对羊舍地面、四壁、饲槽、水桶、羊栏进行喷洒消毒。

人工哺乳组的羔羊, 于9日龄食足母乳后的当天夜间断奶, 第2天(10日龄)开始人工哺乳, 要注意防止羔羊受呛。最初, 每日哺乳5次, 每次30g(饲喂前用1:4的温开水冲开)。以后根据羔羊是否出现腹泻调整每次喂量, 根据补饲料采食情况逐渐减少日人工哺乳次数到4、3、2、1次, 具体饲喂方案见表2。

每日人工哺乳时间安排如下: 饲料5次, 6:30、10:30、14:30、18:30、22:30; 饲料4次, 7:00、12:00、17:00、22:00; 饲喂3次, 6:30、14:30、22:30; 饲喂2次, 7:00、19:00; 饲喂1次, 12:00。

自10日龄开始, 除消化代谢试验期间外, 通过挂草把和吊槽饲喂法引诱羔羊采食苜蓿青干草和全价羔羊开食料, 并记录其采食量。

1.5 生产性能和血液生化指标的测定 参试羔羊分别在10、15、25、35和45日龄进行空腹体重测定; 消化代谢试验结束的最后1天, 早上10:00(饲喂后4h), 从试验羊的颈静脉采

基金项目 农业部跨越计划项目(KY2001-15)。

作者简介 郭爱伟(1975-), 男, 甘肃临夏人, 硕士, 讲师, 从事动物营养学的教学与研究工作。

收稿日期 2008-03-28

血10 ml,置于含有肝素钠的离心管中。将采集的血液在2 000 r/min离心15 min,分离出血浆后,立即置于-20℃的冰箱中保存,用于测定血浆总蛋白、白蛋白、尿素N、总的氨基酸和游离脂肪酸。测定用的试剂盒均来自南京建成生物工程研究所。

表2 试验羔羊的饲喂方案

Table 2 Feeding design of tested lambs

羔羊日龄 d	饲喂次数 d	采食量 g/d
Age of lamb (d)	Feeding times	Feed intake
10~15	54	150
16~25	4	160
26~35	3	150
36~45	2	100
46~55	1	50

1.6 数据的处理与统计分析 用SPSS 10.0 统计软件包中的One-way ANOVA 法对试验数据进行单因子不等重复数的方差分析,差异显著时用LSD 法进行多重比较。表格中的数据用平均数±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 代乳料对早期断奶羔羊增重的影响 由表3 可知,试验组和对照组羔羊在10、15、25、35、45 日龄时的体重差异不显著($P>0.05$),55 日龄时,D 组体重显著低于A、B、C 组($P<0.05$),而A、B、C 组之间差异不显著($P>0.05$)。

不同生长阶段羔羊日增重情况见表4。由表4 可知,10~15 日龄时,A 组与D 组间差异不显著($P>0.05$),D 组显著高于B、C 组($P<0.05$);16~25 日龄,4 组间均无显著差异($P>0.05$);26~35 日龄各组间无显著差异($P>0.05$),但A 组与B 组日增重已超过了D 组;36~45 日龄,A、B、C 组的日增重均高于D 组,且A 组与D 组间的日增重差异显著($P<0.05$),其他各组之间差异不显著($P>0.05$);46~55 日龄,试

表5 不同代乳料对羔羊血液生化指标的影响

Table 5 Influence of different milk replacer on biochemical indices in plasma of lambs

项目	血浆中尿素氮 mg/L	血浆白蛋白 g/L	血浆总蛋白 g/L	血浆总氨基酸 mmol/L
Item	Plasma urea nitrogen (PUN)	Plasma albumin	Plasma total protein	Plasma total amino acid
A 组 Group A	102.90 ±28.97a	19.01 ±2.66a	74.50 ±17.75a	152.33 ±33.48a
B 组 Group B	153.49 ±25.42b	18.00 ±1.37a	82.75 ±20.34a	135.25 ±3.10a
C 组 Group C	135.30 ±20.02b	17.21 ±2.41a	64.02 ±18.97a	153.2 ±13.33a

2.3 死亡率 在该试验条件下,试验各组羔羊均无死亡,说明用代乳料替代羊乳饲喂羔羊,其营养能满足羔羊生长发育的营养需要,不会在生产中造成经济损失,同时羔羊发育整齐,有利于羔羊的工厂化养殖。

3 讨论

3.1 不同来源代乳料对断奶羔羊生产性能的影响 许多研究发现,断奶羔羊在25 日龄以内,对植物性饲料的消化吸收能力极差,羔羊拉稀增多,这也是造成断奶羔羊早期生产性能差的主要原因之一^[3-4]。羔羊胃的大小和机能随年龄的增长而发生变化,初生羔羊的前三胃很小,结构还不完善,微生物区系尚未健全,利用植物性饲料的能力较弱^[3]。赵恒波等研究发现,羔羊从20 日龄到60 日龄,其消化道各部位的重量快速增长,其中瘤胃的增长差异在0.01 水平上显著(60 日

龄)的日增重均显著高于对照组($P<0.05$),而各试验组间差异不显著($P>0.05$)。

表3 各组羔羊在不同日龄时平均体重

Table 3 Weight of lambs at different days

日龄	A 组	B 组	C 组	D 组
Day old	Group A	Group B	Group C	Group D
10	5.57 ±1.21a	5.71 ±0.93a	5.66 ±1.01a	5.20 ±0.63a
15	6.23 ±1.17a	6.28 ±0.97a	6.25 ±0.98a	5.93 ±0.77a
25	7.45 ±1.14a	7.22 ±1.15a	7.25 ±0.95a	7.18 ±0.65a
35	9.09 ±1.37a	8.77 ±1.27a	8.68 ±0.79a	8.64 ±0.79a
45	12.00 ±1.27a	11.65 ±1.70a	11.42 ±1.20a	10.96 ±1.12a
55	15.65 ±1.69a	14.87 ±2.52a	14.61 ±1.34a	12.48 ±2.01b

注:表中不同小写英文字母表示差异显著($P<0.05$),相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

Note: Different lowercases in the table mean significant differences ($P<0.05$). The same lowercase means no significant differences ($P>0.05$).

2.2 代乳料对试验羔羊血浆代谢产物的影响 由表5 可见,各试验组羔羊的血液生化指标表现为A 组血浆尿素氮(PUN)显著低于B 组和C 组($P<0.05$),B 组和C 的差异不显著;各组中血浆白蛋白含量比较接近,无显著差异($P>0.05$);B 组总蛋白含量有高于A 组和C 组的趋势,但差异不显著($P>0.05$);3 组间血浆总氨基酸浓度差异不显著($P>0.05$)。

表4 羔羊不同阶段日增重

Table 4 Daily weight gain of lambs in different periods

日龄	A 组	B 组	C 组	D 组
Day old	Group A	Group B	Group C	Group D
10~15	0.109 ±0.02ab	0.094 ±0.02a	0.098 ±0.01a	0.121 ±0.02b
16~25	0.122 ±0.02a	0.098 ±0.05a	0.100 ±0.02a	0.125 ±0.04a
26~35	0.164 ±0.07a	0.155 ±0.03a	0.143 ±0.05a	0.146 ±0.05a
36~45	0.292 ±0.05a	0.288 ±0.07ab	0.274 ±0.06ab	0.233 ±0.05b
46~55	0.365 ±0.08a	0.323 ±0.09a	0.319 ±0.06a	0.151 ±0.12b

龄)瘤胃的重量约是20 日龄的4.5 倍,远高于其他消化器官的增长速度^[5]。该研究试验羔羊于10 日龄断奶后,完全哺喂代乳料,由于代乳料、代乳料中含有植物性蛋白质饲料,而代乳料不含有植物性蛋白,因而在10~25 日龄时,代乳料营养价值几乎与羊奶接近,完全可以替代羊奶作为早期断奶羔羊理想的代乳品,而代乳料、的饲喂效果不如代乳料和母乳。随着羔羊的生长,羊乳的营养成分已不能满足羔羊生长的需要^[6],使其生长潜力难以得到充分发挥,而优质代乳料加上适当的诱食料则能弥补母乳的不足,给以羔羊更全面的营养物质,促使羔羊提早反刍,促进胃肠的生长和机能完善^[7]。26 日龄以后,随着瘤胃发育的不断完善,对各种营养物质的消化率提高,试验组日增重不断上升,36 日龄后显著超过了对照组($P<0.05$),这与孙进等^[8]的报道结

果相一致。56 日龄以后完全可以采食固体饲料,可以对羔羊停止饲喂代乳料^[9]。

3.2 不同来源代乳料对断奶羔羊血液生化指标的影响 血液生化指标的改变是组织细胞通透性发生改变和机体新陈代谢机能发生改变的反映。Stanley 等研究表明,血浆尿素氮(PUN)是动物体内反映蛋白质代谢和日粮氨基酸平衡状况的指标^[10],当日粮中含氮物质增高,或体内氨基酸代谢旺盛、组织遭受破坏、核蛋白清除量增加、肾功能障碍和血中尿素得不到正常排除等,均会使血浆尿素氮浓度升高^[11-13]。钟诚等报道,尿素氮除与采食蛋白质的量有关外,还与蛋白质特别是可消化蛋白质的利用率有关^[14]。当蛋白质的利用率降低时,血液中尿素氮含量首先增加,相关分析结果表明,PUN与可消化氮利用率相关不显著,但表现出随可消化氮利用率下降尿素氮含量上升的趋向。该试验中,代乳料、代乳料、代乳料中的主要蛋白来源分别为奶粉、豆粕和奶粉、膨化大豆和奶粉,乳源性蛋白质的利用率要高于植物性饲料,这也是该试验中A组PUN的浓度显著低于B组和C组的原因。血液蛋白指标是机体蛋白质合成代谢的一个重要标志,能在一定程度上反映饲料中蛋白质的营养水平及动物对蛋白质的消化吸收程度。该试验中,A、B、C3组间总蛋白和白蛋白差异均不显著,表明在20~25日龄,羔羊以奶粉为主要蛋白源的A组与分别以豆粕和膨化大豆为主要蛋白源生产性能差异不显著,这一点也可以在ADG上得到反映,因此,在25日龄后可以用植物性的蛋白源代替优质的乳源性蛋白源,从而可以降低羔羊饲养的成本,提高经济效益。

4 结论

(1) 可以用、号代乳料作为早期断奶羔羊母乳的代

替品,尤其是号代乳料作为25日龄前早期断奶羔羊的理想代乳品,号代乳料可作为25日龄以上羔羊的理想代乳品。

(2) 用代乳料饲喂羔羊并且实现羔羊的早期断奶是可行的,而且羔羊群体整齐,发育均匀。

参考文献

- [1] SAMPELAYO MR S, HERNANDEZ CLUA O D, NARANJOJ A, et al. Utilization of goat milk vs. milk replacer for Granada goat kids[J]. *Small Ruminant Research*, 1990, 3(1): 37-46.
- [2] National Research Council. Nutrient requirements of sheep, 6th revised edition [M]. Washington, D. C.: National Academy Press, 1985.
- [3] 李建国, 孙凤莉, 李英, 等. 代乳粉对羔羊生产性能及血液生化指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2006, 18(1): 37-42.
- [4] 刁其玉, 屠焰, 齐广海. 羔羊代乳粉的研究与使用[J]. *饲料博览*, 2001(9): 10-12.
- [5] 赵恒波, 罗海玲, 徐永锋, 等. 羔羊消化器官的早期生长发育和瘤胃内主要消化酶活性的变化[J]. *中国畜牧杂志*, 2006, 42(11): 15-20.
- [6] 田秀娥, 王永军, 陈晓强, 等. 布尔山羊羔早期断奶补饲效果[J]. *中国饲料*, 1999(4): 37-38.
- [7] 胡洪杰, 黄河, 殷培辰. 波尔山羊羔羊饲喂代乳粉试验[J]. *黑龙江动物繁殖*, 1999, 7(3): 37.
- [8] 孙进, 张力, 周学辉, 等. 不同处理大豆蛋白源代乳料哺育早期断奶羔羊的效果[J]. *动物营养学报*, 2004, 16(3): 33-39.
- [9] GUO W, ZHANG L, XIONG C M, et al. Effects on milk replacer on the performance and blood biochemical indices in lambs[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(1): 8-10.
- [10] STANLEY C C, WILLIAMS C C, JENNY B F, et al. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves[J]. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85(9): 2335-2343.
- [11] 张宏福, 秦加华. 仔猪营养生理与饲料配制技术研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 234-239.
- [12] 俞路, 王雅倩, 葛家根, 等. 稻谷替代玉米对肉用仔鸡生产、屠宰性能和部分血液生化指标的影响[J]. *粮食与饲料工业*, 2007(9): 37-39.
- [13] KANJANAPRUTYIPONG J. Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine, and lysine in the diets of calves[J]. *Journal of Dairy Science*, 1998, 81(11): 2912-2915.
- [14] 钟诚, 方国玺, 李凤双. 青山羊血清含氮生化指标与蛋白质营养代谢关系的研究[J]. *山东农业大学学报*, 1986, 17(1): 83-88.
- [15] 张洪波, 罗海玲, 徐永锋, 等. 羔羊消化器官的早期生长发育和瘤胃内主要消化酶活性的变化[J]. *中国畜牧杂志*, 2006, 42(11): 15-20.
- [16] 田秀娥, 王永军, 陈晓强, 等. 布尔山羊羔早期断奶补饲效果[J]. *中国饲料*, 1999(4): 37-38.
- [17] 胡洪杰, 黄河, 殷培辰. 波尔山羊羔羊饲喂代乳粉试验[J]. *黑龙江动物繁殖*, 1999, 7(3): 37.
- [18] 孙进, 张力, 周学辉, 等. 不同处理大豆蛋白源代乳料哺育早期断奶羔羊的效果[J]. *动物营养学报*, 2004, 16(3): 33-39.
- [19] GUO W, ZHANG L, XIONG C M, et al. Effects on milk replacer on the performance and blood biochemical indices in lambs[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(1): 8-10.
- [20] STANLEY C C, WILLIAMS C C, JENNY B F, et al. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves[J]. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85(9): 2335-2343.
- [21] 张宏福, 秦加华. 仔猪营养生理与饲料配制技术研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 234-239.
- [22] 俞路, 王雅倩, 葛家根, 等. 稻谷替代玉米对肉用仔鸡生产、屠宰性能和部分血液生化指标的影响[J]. *粮食与饲料工业*, 2007(9): 37-39.
- [23] KANJANAPRUTYIPONG J. Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine, and lysine in the diets of calves[J]. *Journal of Dairy Science*, 1998, 81(11): 2912-2915.
- [24] 钟诚, 方国玺, 李凤双. 青山羊血清含氮生化指标与蛋白质营养代谢关系的研究[J]. *山东农业大学学报*, 1986, 17(1): 83-88.

(上接第7692页)

- [9] FOSTER J W, GRAVES J A. An SRY-related sequence on the nasupial X chromosome: implications for the evolution of the mammalian testis-determining gene[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1994, 91(5): 1927-1931.
- [10] 周荣家, 余其兴, 程汉华, 等. PCR扩增黄鳍和刺鳅SRY盒基因[J]. *科学通报*, 1996, 41(7): 640-642.
- [11] 郭新红, 刘少军, 向兵, 等. 三倍体湘云鲫3个Sox基因保守区的序列分析[J]. *水生生物学报*, 2005, 29(1): 102-104.
- [12] 刘季芳, 刘少军, 张纯, 等. 异源四倍体鲫鲤Sox9a基因保守区序列的克隆及内含子剪接位点分析[J]. *自然科学进展*, 2004, 14(6): 641-645.
- [13] FUKADA S, TANAKA M, IWAYAMA M, et al. The Sox gene family and its expression during embryogenesis in the teleost fish, *medaka* (*Oryzias latipes*) [J]. *Devel Growth Diff*, 1995, 37(4): 379-385.
- [14] 常重杰, 周荣家, 余其兴. 两种泥鳅中PdSox8和PdSox9基因的染色体定位[J]. *遗传学报*, 2000, 27(5): 377-382.
- [15] FOSTER J W, DOMINGUEZ STEGICH M A, GUO J S, et al. Gonadal dysplasia and autosomal sex reversal caused by mutations in an SRY-related gene[J]. *Nature*, 1994, 372(6506): 525-530.
- [16] TAKAMISU N, KANDA H, ITO M, et al. Rainbow trout Sox9 cDNA cloning, gene structure and expression[J]. *Gene*, 1997, 202: 167-170.
- [17] CHANG E, PAI C I, WYATT M, et al. Two Sox9 genes on duplicated zebrafish chromosomes: expression of similar transcription activators in distinct sites[J]. *Dev Biol*, 2001, 229: 149-163.
- [18] YOKI H, KOBAYASHI T, TANAKA M, et al. Sox9 in a teleost fish, *medaka* (*Oryzias latipes*): evidence for diversified function of Sox9 in gonad differentiation[J]. *Mol Reprod Dev*, 2002, 63: 5-16.
- [19] ZHOU R, HU L, GUO Y, et al. Similar gene structure of two Sox9a genes and their expression patterns during gonadal differentiation in a teleost fish, rice field eel (*Monopterus albus*) [J]. *Mol Reprod Dev*, 2003, 66: 211-217.
- [20] 张勇, 陈淳, 顾建新, 等. 黄鳍性别决定与SRY基因不相关[J]. *自然科学进展*, 2001, 11(4): 365-367.
- [21] AMORES A, FORCE A, YANI L, et al. Zebrafish hox clusters and vertebrate genome evolution[J]. *Science*, 1998, 282: 1711-1714.
- [22] ANDREWS P, JENNIFER A, MARSHALL G. Sex chromosomes and sex-determining genes: insights from marsupials and monotremes [C]// *Genes and mechanisms in vertebrate sex determination*. Brkhauser Verlag, Basel, 2001: 71-95.
- [23] SHIBATA K, TAKASE M, NAKAMURA M. The Dmt1 expression in sex-reversed gonads of amphibians[J]. *General and Comparative Endocrinology*, 2002, 127: 231-241.
- [24] MATSUDA M, NAGAHAMA Y, SHINOMIYA A, et al. DM1 is a Y-specific DM domain gene required for male development in the medaka fish[J]. *Nature*, 2002, 417: 559-563.
- [25] KONDO M, NANDAI I, HORNING U, et al. Absence of the candidate male sex-determining gene dmt1b (Y) of medaka from mother fish species[J]. *Curr Biol*, 2003, 13(5): 416-420.
- [26] KITANO T, TAKA MUNE K, KOBAYASHI T, et al. Suppression of p45 aromatase gene expression in sex-reversed males produced by rearing genetically female larvae at a high water temperature during a period of sex differentiation in the Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [J]. *J Mol Endocrinol*, 1999, 23(2): 167-176.
- [27] KITANO T, TAKA MUNE K, NAGAHAMA Y, et al. Aromatase inhibitor and 17 alpha-methyltestosterone cause sex-reversal from genetical females to phenotypic males and suppression of P45 aromatase gene expression in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) [J]. *Mol Reprod Dev*, 2000, 56(1): 1-5.