

林蛙油对运动训练大鼠睾酮含量、 物质代谢及抗运动疲劳能力的影响

娄春善¹, 曹建民², 郭娴², 周海涛^{3*}, 商晓绪⁴

(1. 河北师范大学, 石家庄 050024; 2. 北京体育大学, 北京 100084;

3. 北京联合大学生物化学工程学院, 北京 100023;

4. 北京市朝阳区教育研究中心, 北京 100028)

[摘要] **目的:** 研究林蛙油对运动训练大鼠睾酮含量、物质代谢及抗运动疲劳能力的影响。**方法:** 以大强度耐力训练大鼠为模型, 55只42 d龄雄性Wistar大鼠为对象, 随机分为5组: 静止对照组(C组)、运动对照组(M组)、运动+低剂量林蛙油组(OML组)、运动+中剂量林蛙油组(OMM组)、运动+高剂量林蛙油组(OMH组), 每组10只(剔除不符合实验要求的大鼠5只)。每天灌胃(*ig*)1次, 林蛙油剂量分为0.5, 1.0, 3.0 g·kg⁻¹, 灌胃体积为5 mL·kg⁻¹, C, M组*ig*等量生理盐水。42 d力竭游泳训练后, 测定体重、力竭游泳时间及血睾酮等生化指标。**结果:** 体重: 运动对照组小于静止对照组($P < 0.05$); 林蛙油各组大于运动对照组($P < 0.05$), 组间无显著差异。力竭游泳时间: 运动对照组与静止对照组无明显差异; 林蛙油各组明显长于运动对照组($P < 0.01$), 且随剂量增大而延长。血清睾酮水平: 运动对照组($P < 0.01$)低于静止对照组; 林蛙油各组分别为(4.96 ± 1.60), (5.19 ± 1.60), (5.35 ± 1.66) nmol·L⁻¹, 高于运动对照组($P < 0.01$), 组间无显著差异。血清皮质酮水平: 各组间均无显著差异。血清睾酮与皮质酮比值变化与睾酮变化较为一致。肝、肌糖原水平: 运动对照组($P < 0.01$)低于静止对照组; 林蛙油各组高于运动对照组(分别为 $P < 0.05$, $P < 0.01$), 组间无显著差异。促黄体生成素、促卵泡激素各组间无显著差异。血尿素水平: 运动对照组($P < 0.01$)高于安静对照组; 林蛙油各组低于运动对照组($P < 0.01$), 且组间无显著差异。血红蛋白水平: 运动对照组($P < 0.01$)低于静止对照组; 林蛙油各组高于运动对照组($P < 0.01$), 且组间无显著差异。**结论:** 林蛙油可以减轻血睾酮受高强度运动量的影响, 并维持在正常生理水平; 可以促进蛋白质合成, 抑制氨基酸和蛋白质分解, 提高运动训练大鼠血红蛋白含量和糖原的储备。

[关键词] 林蛙油; 睾酮; 抗疲劳

[中图分类号] R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)20-0150-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2014200150

Effect of Oviductus Ranae on Testosterone Content, Substance Metabolism and Exercise Capacity in Rats Receiving Exercise Training

LOU Chun-shan¹, CAO Jian-min², GUO Xian², ZHOU Hai-tao^{3*}, SHANG Xiao-xu⁴

(1. Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China;

2. Beijing Sport University, Beijing 100084, China;

3. Biochemical Engineering College of Beijing Union University, Beijing 100023, China;

4. Educational Research Center of Chaoyang District, Beijing 100028, China)

[Abstract] **Objective:** To study the effects of Oviductus Ranae on the content of testosterone, substance metabolism and anti-fatigue ability of rats after exercise. **Method:** By using the model of high-intensity endurance training, fifty-five male Wistar rats were randomly divided into 5 groups, with 10 in each group. The rats which did not meet the requirement were removed: still in control group (C group), motion control group (M group),

[收稿日期] 20140313(003)

[基金项目] 河北省教育厅重点资助项目(ZD20131100)

[第一作者] 娄春善, 讲师, 硕士, 从事运动营养学研究, Tel:13933817073, E-mail:Missmelou@163.com

[通讯作者] *周海涛, 副教授, 硕士, 从事运动性疲劳与恢复研究, Tel:13611383040, E-mail:zsettle@sina.com

exercise + *ig* low-dose Oviductus Ranae group (OML group), exercise + *ig* middle-dose Oviductus Ranae group (OMM group), and exercise + *ig* high-dose Oviductus Ranae group (OMH group). Gavage was performed using professional device once a day. The rats in Oviductus Ranae groups were gavaged with 0.5, 1.0, 3.0 g·kg⁻¹ with *ig* volume of 5 mL·kg⁻¹. The rats in C and M groups were given saline of same volume. After 42 days of exhaustive swimming training, body weight, swimming time and serum testosterone and other biochemical markers were measured. **Result:** The body weights of the rats in M groups were lower than those in C group ($P < 0.05$), and those in all doses of Oviductus Ranae groups were higher than in M group ($P < 0.05$) which showed no differences between groups. Swimming time in all doses of Oviductus Ranae groups was longer than M group ($P < 0.01$) with a dose-effect relationship, But there were no differences between C and M groups. Serum testosterone in M group was lower than C group ($P < 0.01$), in the same time, serum testosterone was higher in all doses of Oviductus Ranae groups than M group [OML: (4.96 ± 1.60) nmol·L⁻¹; OMM: (5.19 ± 1.60) nmol·L⁻¹; OMH: (5.35 ± 1.66) nmol·L⁻¹, $P < 0.01$]. The serum corticosterone levels in each group showed no significant differences. Changes in the ratio of serum testosterone/corticosterone were more consistent with testosterone changes among the groups. Liver glycogen and muscle glycogen ($P < 0.01$) in M group were lower than in C group, and in all doses of Oviductus Ranae groups were higher than in M group (liver glycogen, $P < 0.05$; muscle glycogen, $P < 0.01$). There were no differences in luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone between groups. The serum urea nitrogen in M group was higher than C group ($P < 0.01$), and in all doses of Oviductus Ranae groups was lower than the M group ($P < 0.01$). Hemoglobin in M group was lower than C group ($P < 0.01$), and in all doses of Oviductus Ranae groups were higher than in M group ($P < 0.01$). **Conclusion:** Oviductus Ranae can alleviate the impact of high-intensity exercise on serum testosterone, and maintained it at normal physiological levels; it can also promote protein synthesis, inhibit degradation of amino acid and protein, and increase hemoglobin and glycogen reserves in rats exercise training.

[**Key words**] Oviductus Ranae; testosterone; anti-fatigue

林蛙油 Oviductus Ranae,系蛙科动物中国蛤蟆 *Rana temporaria chensinensis* David 雌蛙的输卵管干制品。现代医学研究证明,林蛙油具有明显的抗应激、促进生长发育、提高机体免疫功能、抗疲劳、抗衰老等药理作用^[1]。已有研究表明,长时间大运动量训练造成的运动性低血睾酮是机体运动能力下降和恢复过程延长的主要因素^[2-3]。如何提高运动员抗运动疲劳能力,预防运动性低血睾酮的出现,日益引起运动医学界的重视。本文以大强度耐力训练大鼠为模型,研究林蛙油对运动训练大鼠睾酮含量、物质代谢与抗运动疲劳能力的影响,旨在为其临床应用提供理论依据。

1 材料

1.1 药物 林蛙油由北京同仁堂提供,批号 13011435,并经天津中瑞药业有限公司高占友高级工程师鉴定。

1.2 试剂 睾酮、皮质酮、促黄体生成素和促卵泡刺激素试剂盒(天津九鼎医学生物工程有限公司提供,批号 20130508);尿素氮(BUN)试剂盒,肝糖原、肌糖原试剂盒(南京建成生物工程研究所,批号

20130514)。

1.3 动物 清洁级 55 只雄性 Wistar 大鼠,42 d 龄,体重(195 ± 11)g[北京大学医学部实验动物科学部提供,合格证号 SCXK(京)2006-0008]。在整个实验过程中,实验室内温度保持在(22 ± 2)℃,相对湿度 55% ~ 75%,光照时间随自然变化。所有实验大鼠均以基础饲料(北京大学医学部实验动物科学部提供)和蒸馏水常规饲养,自由饮食。实验时间为 49 d,正式训练时间为 42 d。

1.4 仪器 ALCYON300 型全自动生化分析仪(美国雅培),LG 10-3A 型高速冷冻离心机(北京医用离心机厂),DY 89-II 型电动玻璃匀浆机(宁波新芝生物科技股份有限公司),SHH. W21. Cr600 型三用电热恒温水箱(北京市东霞科学仪器厂),UV7502pcs 型紫外-可见分光光度计(上海欣茂仪器有限公司)。

2 方法

2.1 动物分组 实验大鼠适应性饲养 4 d 后,以 20 min·d⁻¹的运动量对其进行为期 3 d 的筛选,淘汰 5 只不适应游泳训练的大鼠,将剩余 50 只大鼠以数字随机分组法分为 5 组:静止对照组(C组)、运动

对照组(M组)、运动+低剂量林蛙油组(OML组),运动+中剂量林蛙油组(OMM组),运动+高剂量林蛙油组(OMM组),每组10只。各组每天自由摄食饮水,每天ig给药1次。林蛙油高、中、低剂量组ig剂量为0.5,1.0,3.0 g·kg⁻¹·d⁻¹,相当于成人推荐剂量的5,10,30倍。取林蛙油15g、用清水浸泡18h、充分膨胀后去除筋膜和杂质,换水后再经过30min的隔火高温蒸煮灭菌后,冷却,匀浆,制成所需浓度,冰箱内保存备用。OM各组ig体积为5 mL·kg⁻¹,C,M2组ig等量生理盐水。

2.2 训练及测试 C组不进行任何运动。其他组进行负重游泳运动,均采用100 cm×50 cm×60 cm的玻璃泳槽作为大鼠游泳训练装置,水深50 cm。水温(31±2)℃,为防止大鼠在水面漂浮不动,特在游泳箱底部放置佳宝“AP1500”型水泵形成流动水。训练42 d,第1周不负重,第2周负2%体重,第3周负4%体重,第4~6周负5%体重,每次游泳训练至力竭。大鼠开始游泳至力竭所用时间为力竭运动能力。力竭标准以大鼠下沉后10 s不露出水面为度。处死前的最后1次为无负重力竭游泳训练,记录力竭时的游泳时间。

2.3 指标测定 各组在末次训练24 h后称重,乙醚适度麻醉,从颈总动脉处取20 μL全血测定血红蛋白含量,取0.5 mL全血测定尿素氮含量,取2~3 mL全血测定血清睾酮和血清皮质醇含量。加入柠檬酸钠溶液抗凝,37℃水浴中30 min后,4℃3 000 r·min⁻¹离心10 min,分离制备血清。

迅速取肝脏和深层股四头肌,剔除筋膜,置于预冷的生理盐水中洗净血污,再用滤纸吸干后置于-20℃冰箱保存备用。

组织匀浆的制备:精确称取100 mg肝脏组织、500 mg肌肉组织,按W(g)组织块质量/V(mL)匀浆介质为1/9的比例加取预冷的匀浆介质(0.9%的NaCl溶液)于烧杯中,迅速剪碎组织块(以上全部操作在冰水浴中进行)。匀浆经3 000 r·min⁻¹低温离心15 min,分离提取上清液,在4℃冰箱冷藏即用或-20℃冰箱冰冻备用。

血清睾酮、血清皮质醇、促黄体生成素和促卵泡刺激素采用放射免疫分析法测定。肝糖原、肌糖原采用化学比色法测定。血清尿素采用UV-GLDH法测定。血红蛋白采用高铁氰化钾氧法测定,蛋白质质量采用双缩脲法^[3]。以上各指标的测定严格按照试剂盒说明书进行,计算公式等详见试剂盒使用说明书。

2.4 数据统计 采用SPSS 12.0软件对所有数据

进行处理,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较采用方差分析, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

3 结果

3.1 对大鼠体重及运动能力的影响 体重方面,运动对照组小于静止对照组($P < 0.05$),林蛙油各组大于运动对照组($P < 0.05$),组间无显著差异。力竭游泳时间方面,运动对照组与静止对照组无明显差异。林蛙油各组明显长于运动对照组($P < 0.01$),且随剂量增大而延长。见表1。

表1 林蛙油对运动训练大鼠体重及运动能力的影响($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别	剂量 /g·kg ⁻¹	训练前体重 /g	训练后体重 /g	力竭游泳时间 /min
静止对照	-	195.1 ± 10.9	405.4 ± 14.9	82.1 ± 20.3
运动对照	-	194.8 ± 11.2	367.3 ± 13.9 ¹⁾	72.3 ± 20.1
运动+林蛙油	0.5	195.1 ± 11.1	397.6 ± 14.5 ³⁾	105.2 ± 19.3 ^{2,4)}
	1.0	194.7 ± 11.4	402.2 ± 14.0 ³⁾	107.2 ± 20.2 ^{2,4)}
	3.0	195.1 ± 10.9	404.4 ± 14.0 ³⁾	110.6 ± 19.5 ^{2,4)}

注:与静止对照组比较¹⁾ $P < 0.05$,²⁾ $P < 0.01$;与运动对照组比较³⁾ $P < 0.05$,⁴⁾ $P < 0.01$ (表2~4同)。

3.2 对大鼠血清睾酮、皮质醇水平的影响 血清睾酮水平,运动对照组($P < 0.01$)低于静止对照组;林蛙油各组高于运动对照组($P < 0.01$)。血清皮质醇水平各组间均无显著性差异。各组间血清睾酮与皮质醇比值变化与睾酮变化较为一致。见表2。

表2 林蛙油对运动训练大鼠血清睾酮、皮质醇水平的影响($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别	剂量 /g·kg ⁻¹	睾酮 /nmol·L ⁻¹	皮质醇 /nmol·L ⁻¹	睾酮/皮质醇 ×10 ⁻²
静止对照	-	5.13 ± 1.77	100.67 ± 14.88	5.47 ± 2.56
运动对照	-	3.53 ± 1.44 ²⁾	99.25 ± 14.58	3.85 ± 2.01 ²⁾
运动+林蛙油	0.5	4.96 ± 1.60 ⁴⁾	102.37 ± 15.15	5.19 ± 2.33 ⁴⁾
	1	5.19 ± 1.60 ⁴⁾	103.07 ± 14.45	5.36 ± 2.31 ⁴⁾
	3	5.35 ± 1.66 ⁴⁾	103.32 ± 14.09	5.50 ± 2.36 ⁴⁾

3.3 对大鼠肝、肌糖原储量的影响 肝、肌糖原水平,运动对照组($P < 0.01$)低于静止对照组,林蛙油各组高于运动对照组(分别为 $P < 0.05$, $P < 0.01$)。见表3。

3.4 对大鼠血清促黄体生成素(LH)和促卵泡激素(FSH)水平的影响 各组间LH,FSH水平都较为接近,无显著差异。见表3。

3.5 运动及林蛙油对大鼠血尿素氮和血红蛋白水平的影响 血尿素氮水平,运动对照组($P < 0.01$)

表 3 林蛙油对运动训练大鼠肝、肌糖原、促黄体生成素、促卵泡刺激素水平的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别	剂量 /g·kg ⁻¹	肝糖原 /mg·g ⁻¹	肌糖原 /mg·g ⁻¹	促黄体生成素 /U·L ⁻¹	促卵泡刺激素 /U·L ⁻¹
静止对照	-	11.28 ± 0.91	3.31 ± 0.16	1.10 ± 0.21	7.41 ± 0.75
运动对照	-	8.45 ± 0.83 ²⁾	1.57 ± 0.55 ²⁾	1.04 ± 0.34	6.77 ± 1.35
运动 + 林蛙油	0.5	10.13 ± 0.79 ³⁾	2.67 ± 0.32 ⁴⁾	1.15 ± 0.30	7.23 ± 1.06
	1.0	10.65 ± 0.58 ³⁾	2.75 ± 0.31 ⁴⁾	1.19 ± 0.22	7.27 ± 1.10
	3.0	11.19 ± 0.85 ³⁾	3.11 ± 0.36 ⁴⁾	1.21 ± 0.24	7.29 ± 1.11

高于安静对照组,林蛙油各组低于运动对照组 ($P < 0.01$)。血红蛋白水平,运动对照组 ($P < 0.01$) 低于静止对照组;林蛙油各组高于运动对照组 ($P < 0.01$),且给药组间无显著差异。见表 4。

表 4 林蛙油对大鼠运动训练血尿素氮和血红蛋白水平的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 10$)

组别	剂量 /g·kg ⁻¹	血尿素氮 /mmol·L ⁻¹	血红蛋白 /g·L ⁻¹
静止对照	-	5.45 ± 0.41	14.05 ± 0.65
运动对照	-	9.64 ± 0.46 ²⁾	8.95 ± 0.56 ²⁾
运动 + 林蛙油	0.5	6.57 ± 0.42 ⁴⁾	11.66 ± 0.46 ⁴⁾
	1.0	6.13 ± 0.45 ⁴⁾	12.06 ± 0.34 ⁴⁾
	3.0	5.93 ± 0.51 ⁴⁾	12.41 ± 0.45 ⁴⁾

4 讨论

4.1 运动及林蛙油对大鼠体重及抗运动疲劳的影响 运动训练过程中,体重的变化可以反映训练对机体的影响及机体对训练的适应状况。力竭时间是衡量机体抗运动疲劳能力的直接指标。实验结果表明机体的自身调节作用,已不能完全阻止力竭运动对生长发育所产生的影响。补充林蛙油在改善大鼠因大强度训练造成的生长发育缓慢的同时提高了其抗运动疲劳能力。其机制可能为:一是林蛙油中所含丰富的蛋白质、氨基酸(43.56%)、脂类物质(6%)、维生素 E 等物质可以为大鼠提供充足的能源供应和营养补充^[4]。二是林蛙油中含有胆固醇、胆甾-3,6-二酮、3-酮-胆甾-4-稀等固醇类化合物,具有激素和同化激素样作用,可促进蛋白质合成,发挥抗疲劳作用^[5]。

4.2 运动及林蛙油对大鼠血清睾酮(T)、皮质酮(P)水平的影响 T作为人体内重要的促合成激素,可以刺激组织摄取氨基酸,促进核酸与蛋白质的合成,促进肌纤维和骨骼的生长,增强免疫力抵抗疲劳,从而增强运动能力^[6]。而 P 作为促分解激素,

可减少蛋白质合成、降低运动能力。T/P 可衡量合成代谢的稳定,进而反映运动能力以及疲劳程度。试验结果表明长时间力竭运动导致大鼠血清 T 水平显著下降,P 水平上升;补充林蛙油可以减轻长时间力竭运动对血 T 的影响,并维持在正常生理水平,进而提高大鼠抗疲劳能力。其机制可能为:一是林蛙油中的磷脂成分具有较高的抗氧化活性,可激活抗老化酶(SOD)的活性,降低脂质过氧化物(LPO)的浓度,抑制脂褐素在组织细胞中的堆积,对腺体结构有很好的保护作用,从而保证睾丸能够正常分泌 T^[7-9]。二是林蛙油含有 T 和促绒毛膜性腺激素(HCG),可通过刺激睾丸中间质细胞的活力及增强下丘脑-垂体-性腺(HPG)轴系统功能,促进 T 分泌^[10-11]。三是林蛙油中可溶性多糖含量极高,可达 24.01 mg·g⁻¹。林蛙油多糖可以自动氧化,使多糖本身产生自由基与它清除的自由基达到或超过平衡,从而提高大鼠运动时自由基的消除,保护腺体结构,使睾丸能够正常分泌 T^[12]。

另外,实验中各组 LH 和 FSH 水平并未有明显改变,其对下丘脑和垂体影响较小,提示林蛙油可能主要作用于性腺,林蛙油可能直接影响性腺的睾酮合成能力,从而促进睾酮的分泌,但需进一步研究证实。

4.3 运动及林蛙油对大鼠肝、肌糖原储量的影响 肌糖原是骨骼肌中重要的能量来源,其贮备量与运动的耐力呈正相关。肝糖原则主要用于维持血糖的相对稳定。肝糖原耗竭,血糖水平下降,会使运动肌和种树神经供能不足,导致外周和中枢疲劳。所以增加肝、肌糖原储备,减少糖损耗,是延缓疲劳发生的重要措施。实验结果表明长时间力竭运动导致大鼠肝糖原、肌糖原储量下降,补充林蛙油可以促进机体的糖代谢,提高糖原储备,使肝糖原及时分解补充血糖,从而保证了运动肌肉的氧化供能,提高抗疲劳能力。其机制可能为:一是补充林蛙油可以维持体内糖皮质激素平衡,促进糖原合成和糖异生作用的

加强。二是林蛙油中的多糖成分作为外源性糖分,可以补充内源性糖的消耗,从而促进机体内糖原储备的提高。

4.4 运动及林蛙油对大鼠血尿素氮和血红蛋白水平的影响 血尿素氮也是评价机体承受运动负荷的能力的重要指标之一。实验结果表明长时间力竭运动导致大鼠 BUN 上升,补充林蛙油可以延缓血尿素氮疲劳阈值的出现,从而达到延缓疲劳的目的。其机制可能为林蛙油中含有大量能源物质,可以提高大鼠体内糖元储备量,从而可在大负荷运动过程中调整糖、脂肪和蛋白质的供能比例,减轻蛋白质的利用程度,减低 BUN。

血红蛋白(Hb)是运输 O₂ 和 CO₂ 的载体,参与体内酸碱平衡代谢,Hb 含量增高可提高机体的运动能力。实验结果表明长时间力竭运动导致大鼠 Hb 下降,补充林蛙油能够增高大鼠 Hb 含量,提高 O₂ 和 CO₂ 运输能力,从而提高抗疲劳能力。其机制可能为:一是林蛙油中含有大量而丰富的营养素,可发挥抗氧化、补充机体所需及防止细胞膜的脂质过氧化作用,维持红细胞膜正常结构;二是林蛙油中含有丰富的铁^[4]。铁是血红蛋白的最为重要的组成成分,铁的合理补充缓解了运动训练造成的铁丢失及摄入不足,从而维持和骨髓造血机能^[13]。三是补充林蛙油,睾酮分泌增多,可促进肾脏 EPO 的合成,刺激红细胞的生成,血红蛋白含量升高。

补充林蛙油可以减轻大鼠高强度运动量对血睾酮、皮质酮分泌的影响,维持在正常生理水平;促进蛋白质合成,抑制氨基酸和蛋白质分解,提高血红蛋白含量和糖原的储备,增强抗疲劳能力,具有多靶点、多途径的显著特点。

[参考文献]

- [1] 张平,葛红娟,赖渊杰,等. 林蛙油对小鼠缓解体力疲劳作用的研究[J]. 卫生研究,2011,40(2):231.
- [2] 钱风雷,曾凡辉. 补肾中药对大鼠运动性低血睾酮的调整作用[J]. 中国运动医学杂志,1998(4):320.
- [3] 赖学鸿. 牛蒡子对运动大鼠糖代谢、血睾酮及运动能力的实验研究[J]. 重庆医科大学学报,2010,35(3):375.
- [4] 陈晓平. 林蛙油主要营养成分的研究[J]. 食品科学,2005,26(8):361.
- [5] 张肃. 哈士蟆油消除运动性疲劳的作用及其机制[J]. 中国临床康复,2004,8(12):2340.
- [6] 张瑞雪. 柞蚕雄蚕蛾油对肾阴虚小鼠抗氧化能力的研究[D]. 沈阳:沈阳体育学院,2010.
- [7] 张建,吕士杰,杨帆,等. 林蛙油对 X 线辐射损伤大鼠外周血及丙二醛含量的影响[J]. 中国医药指南,2012(2):73.
- [8] 李妍妍,郑卫星,苏秀榕,等. 林蛙油及其酶解液抗氧化活性的研究[J]. 食品科学,2008,29(11):619.
- [9] 张平,张岚,李松哲,等. 林蛙油对游泳训练小鼠心脏保护作用研究[J]. 食品研究与开发,2013,34(5):10.
- [10] 吴朝霞,王晓华,刘桦,等. 菝葜、哈蟆油对去势后大鼠雌激素水平及受体表达的影响[J]. 南方医科大学学报,2008,28(5):746.
- [11] 胡鑫,刘成柏,陈晓平. 林蛙油中主要营养成分含量的研究[J]. 吉林农业大学学报,2003,25(2):218.
- [12] 陈亮,黄海燕. 抗辐射林蛙油多糖产品的开发研究[J]. 黑龙江畜牧兽医:科技版,2012(21):129.
- [13] 车志宏,蔡晓红,曹建民,等. 营养干预对运动性贫血铁人三项女性运动员铁代谢的影响[J]. 沈阳体育学院学报,2010,29(1):76.

[责任编辑 聂淑琴]