

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.01.020

吴德松, 张梦麒, 赵道强, 等. 丽江玛咖和秘鲁玛咖功效和安全性对比研究[J]. 粮油食品科技, 2022, 30(1): 162-168.

WU D S, ZHANG M Q, ZHAO D Q, et al. Comparative research on efficacy and safety of maca (*lepidium meyenii* walp.) from Lijiang and Peru [J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2022, 30(1): 162-168.

# 丽江玛咖和秘鲁玛咖功效和安全性对比研究

吴德松, 张梦麒, 赵道强, 柴琇瑛, 颜宏, 彭玲芳, 崔涛✉

(1. 云南省药物研究所, 云南 昆明 650111;

2. 云南省中药和民族药新药创制企业重点实验室, 云南 昆明 650111)

**摘要:** 采用小鼠负重游泳试验、小鼠肝糖原和血清尿素氮测定, 评价丽江玛咖和秘鲁玛咖的缓解体力疲劳作用; 采用小鼠交配试验、小鼠精子数量、精子活率和性腺器官指数检测, 比较丽江玛咖和秘鲁玛咖的改善性功能作用方面的活性差异; 采用小鼠急性毒性试验初步评价丽江玛咖和秘鲁玛咖的安全性。结果表明: 与空白组比较, 丽江玛咖和秘鲁玛咖均可明显提升小鼠负重游泳时间和肝组织糖原水平, 显著降低小鼠血清尿素氮水平; 与空白组比较, 丽江玛咖和秘鲁玛咖均可显著提升小鼠交配能力、精子数量和睾丸指数, 但对小鼠精子活率、精囊和包皮腺指数均无明显影响。与秘鲁玛咖组比较, 丽江玛咖在缓解体力疲劳和改善性功能方面的活性无明显差异。急性毒性试验结果显示, 丽江玛咖和秘鲁玛咖的最大给药量为 17.48 g/kg, 给药后均未见明显毒性反应和死亡。

**关键词:** 丽江玛咖; 秘鲁玛咖; 缓解体力疲劳; 改善性功能; 急性毒性试验

中图分类号: TS201.6; R285.5 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2022)01-0162-07

## Comparative Research on Efficacy and Safety of Maca (*Lepidium meyenii* Walp.) from Lijiang and Peru

WU De-song, ZHANG Meng-qi, ZHAO Dao-qiang, CHAI Xiu-ying,  
YAN Hong, PENG Ling-fang, CUI Tao✉

(1. Yunnan Institute of Materia Medica, Kunming, Yunan 650111, China;

2. Yunnan Province Company Key Laboratory for TCM and Ethnic Drug of New Drug Creation, Kunming, Yunan 650111, China)

**Abstract:** The weight-loading swimming assay, liver glycogen and serum urea nitrogen tests in mice were used to evaluate the alleviating physical fatigue effects of Lijiang and Peru Maca. The mouse mating assay, sperm quantity, survival rate and gonadal organ index tests were used to observe the improving sexual function between them. The acute toxicity test was used to evaluate the safety of two samples. The result showed that compared with the blank control group, Lijiang and Peru Maca can significantly increase the swimming time and the level of liver glycogen, as well as reduce the level of urea nitrogen in mice.

收稿日期: 2021-07-19

基金项目: 云南省重大科技专项计划--新资源物种辣木和玛咖开发关键技术研究(2017ZF004)

Supported by: Major Science and Technology project of Yunnan Province(No.2017ZF004)

作者简介: 吴德松, 男, 1983 年出生, 高级工程师, 研究方向为中药、民族药药效活性研究和新药开发。E-mail: wudesong14@163.com.

通讯作者: 崔涛, 男, 1970 年出生, 教授级高工, 研究方向为中药、民族药研究与新药开发。E-mail: ctiao-10@163.com.

Compared with the blank control group, Lijiang and Peru Maca can obviously improve the mating ability, sperm quantity and testis index in mice, but it has no obvious effect on sperm viability, seminal vesicles and Foreskin gland index. Compared with the Peru Maca group, there was no significant difference in the activity of anti-fatigue and improving sexual function. The acute toxicity test showed that the maximum dose of Lijiang and Peru Maca was 17.48g/kg. There was no toxicity or death after administration.

**Key words:** Lijiang maca; Peru maca; alleviating physical fatigue; improving sexual function; acute toxicity assay

玛咖 (*Lepidium meyenii* Walp.) 为十字花科独行菜属一年或两年生草本植物, 原产于秘鲁海拔 3 500 米以上的安第斯山区<sup>[1]</sup>。玛咖传统上作为食物和草药用于增强精力、抗疲劳、改善性功能、提高生育力和治疗女性更年期综合征等<sup>[2]</sup>。化学成分研究结果显示: 玛咖的特征性活性成分为玛咖酰胺和玛咖烯, 除此之外还含有丰富的蛋白质、氨基酸、微量元素、矿物质等多种营养物质, 以及多糖、生物碱、挥发油等成分, 它们共同构成了玛咖保健和药用活性的物质基础<sup>[3]</sup>。现代药理学研究表明, 玛咖具有提高性能力及精子数量, 抗应激, 调节内分泌、增强免疫、抗肿瘤、预防前列腺肥大、抗骨质疏松及增强营养等活性<sup>[4]</sup>, 具有较高的研究和开发价值。

玛咖适合生长在昼夜温差大、阳光充足、缺氧、缺肥料、海拔 3 500 米左右的高海拔地区, 云南丽江地区因海拔和地理环境与秘鲁相似, 玛咖的引种种植已获得成功, 并形成大规模种植基地<sup>[5]</sup>。但是, 由于云南丽江和秘鲁的土壤矿物质、微生物环境、日照强度、昼夜温差和大气状态等自然条件存在一定的差异, 所栽培出的玛咖在成分上可能会有所不同。孙晓东等<sup>[6]</sup>的研究显示: 丽江玛咖和秘鲁玛咖在营养组成和含量上基本相似, 但丽江玛咖片在脂肪、铁元素含量上明显低于秘鲁玛咖, 而在精氨酸含量和不饱和脂肪酸相对含量上高于秘鲁玛咖片。张恺骅<sup>[7]</sup>的研究表明: 秘鲁玛咖的蛋白质、氨基酸含量低于国内引种玛咖, 玛咖酰胺含量低于云南产玛咖。物质基础的改变可能会导致玛咖的有效性和安全性发生变化, 为了阐明丽江玛咖与秘鲁玛咖在药效学和安全性的差异, 本研究根据玛咖的传统功效, 从缓解体力疲劳和改善性功能方面对丽江玛咖和秘鲁玛咖进行活性对比研究, 并初步评价其安全性, 为其进一步开发利用提供实验基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

丽江玛咖和秘鲁玛咖干粉 (批号 150520): 云南省药物研究所天然药物化学研究室。制备方法: 取玛咖块根, 切片、干燥、粉碎后过 200 目筛, 常温密封干燥保存。

肝/肌糖原测定试剂盒 (比色法) (批号 20190121), 尿素氮 (BUN) 测试盒 (二乙酰肟比色法) (批号 20190114): 南京建成生物工程研究所; 丙酸睾酮注射液 (批号 1202061): 天津金耀氨基酸有限公司; 苯甲酸雌二醇注射液 (批号 070512), 2 mg/mL: 自制; 黄体酮注射液 (批号 101010): 浙江仙琚制药股份有限公司。

SPF 级 KM 小鼠, 体重 18~22 g: 辽宁长生生物技术有限公司 (实验动物生产许可证号: SCXK (辽) 2015-0001); 本研究试验动物使用许可证: SYXK (滇) K2017-0004 (发证单位昆明市科技局)。

### 1.2 仪器与设备

SQP 型电子分析天平: 赛多利斯 (北京) 科学仪器有限公司生产; JJ-2000 型电子天平: 江苏常熟市双杰测试仪器厂; W-201 型恒温水浴锅: 上海申顺生物科技有限公司生产; X201 型光学显微镜: 南京江南光电集团股份有限公司生产; Multiskan GO 型全波长酶标仪: Thermo 公司生产。

### 1.3 试验方法

1.3.1 丽江玛咖和秘鲁玛咖缓解体力疲劳功能对比研究

1.3.1.1 对小鼠负重游泳时间的影响 参照文献方法<sup>[8]</sup>, 取 SPF 级 KM 小鼠 48 只, 随机分为空白组、秘鲁玛咖 4.0 g/kg、丽江玛咖 2.0 g/kg 和 4.0 g/kg 剂量组, 每组 12 只。丽江玛咖和秘鲁玛咖均以 20 mL/kg 给药体积灌胃给药, 空白组给予等体积

纯水, 1次/d, 连续30d。末次给予受试样品后30min, 将尾根部负荷5%体重铅条的小鼠置于游泳箱中游泳(水温 $(25\pm 1)$ ℃, 水深不低于30cm)。记录小鼠自游泳开始至死亡的时间(min), 即小鼠负重游泳时间, 并对结果进行统计学分析。

1.3.1.2 对小鼠肝糖原水平的影响 参照文献方法<sup>[8]</sup>, 取SPF级KM小鼠48只, 动物分组、给药途径、给药剂量和给药频次均同前所述。末次给予受试样品30min处死小鼠, 取肝脏经生理盐水漂洗后用滤纸吸干, 精确称取肝脏( $75.0\pm 1.0$ )mg, 参照肝/肌糖原检测试剂盒说明书测定肝糖原的含量, 并对结果进行统计学分析。

1.3.1.3 对小鼠血清尿素氮水平的影响 参照文献方法<sup>[8]</sup>, 取SPF级KM小鼠48只, 动物分组、给药途径、给药剂量和给药频次均同前所述。末次给予受试样品30min后, 小鼠置于30℃水中不负重游泳90min。休息60min后摘除眼球取血。全血置于4℃冰箱中3h, 待血液凝固后2000r/min离心15min分离血清, 参照尿素氮(BUN)检测试剂盒说明书, 测定小鼠血清尿素氮水平, 并对结果进行统计学分析。

1.3.2 丽江玛咖和秘鲁玛咖改善性功能作用对比研究

1.3.2.1 对小鼠交配能力的影响 取性成熟的KM雄鼠60只, 随机分为空白组、丙酸睾酮0.01g/kg、秘鲁玛咖4.0g/kg、丽江玛咖2.0g/kg和4.0g/kg剂量组, 每组12只。其中丙酸睾酮组以0.4mL/kg给药体积肌肉注射给药, 1次/2d; 丽江玛咖和秘鲁玛咖均以20mL/kg给药体积灌胃给药, 空白组给予等体积纯水, 1次/d, 连续30d。给药期间每10d观察动物交配能力1次, 于观察前48h雌鼠皮下注射苯甲酸雌二醇0.04mg/只, 观察前4h雌鼠皮下注射黄体酮注射液0.2mg/只, 使雌鼠动情期相同<sup>[9-10]</sup>。观察于晚上7~11时进行, 将雄鼠单独放入笼中适应5min后每笼放入1只雌鼠, 计时观察雄鼠捕捉潜伏期(自雌鼠投入至雄鼠第1次捕捉雌鼠的时间)、20min内雄鼠捕捉雌鼠的次数、交配潜伏期(自雌鼠投入至雄鼠第1次与雌鼠交配的时间)、20min内交配次数, 并对结果进行统计学分析。

1.3.2.2 对小鼠精子数量、精子活率的影响 参

考文献<sup>[11-12]</sup>方法, 将盛有4mL生理盐水的小烧杯置于恒温水浴箱内预热至37℃。取给药结束后小鼠颈椎脱臼处死, 快速剖取小鼠双侧附睾, 剔除周围脂肪组织, 将附睾放入预热的烧杯中减碎, 摇匀, 37℃孵育15min, 使精子充分游离。取10μL精子混悬液, 用生理盐水200倍稀释后滴入血细胞计数板上, 显微镜下计数1个大方格内精子数(n), 每毫升精子数为 $n\times$ 稀释倍数 $\times 10^4$ , 并对结果进行统计学分析。另取1份精子涂片, 显微镜下计数有活动力及无活动力的精子数(至少计数200个精子), 按下列公式计算精子活率(%)。

$$\text{精子活率}(\%) = \frac{\text{活动精子数}}{\text{活动精子数} + \text{不活动精子数}} \times 100\%$$

1.3.2.3 对小鼠性腺器官指数的影响 参考文献<sup>[13]</sup>方法, 剖取上述小鼠睾丸、包皮腺和精囊称重, 按下列公式计算性腺器官指数, 并对结果进行统计学分析。

$$\text{性腺器官指数} = \text{器官重量}(\text{mg}) / \text{体重}(\text{g})$$

1.3.3 小鼠急性毒性试验

由于玛咖为南美洲传统食物, 安全性较高, 因此我们将采用最大给药量法进行试验。首先进行最大给药浓度摸索, 分别称取丽江玛咖和秘鲁玛咖样品, 加适量纯水充分研磨均匀, 配制成刚好能通过小鼠灌胃针的混悬液最大浓度为0.437g/mL; 为了充分暴露样品的毒性, 灌胃体积设定为40mL/kg, 由此折算小鼠的给药剂量为17.48g/kg。

参考文献<sup>[14-15]</sup>方法, 取KM小鼠60只, 随机分为空白组、丽江玛咖17.48g/kg剂量组和秘鲁玛咖17.48g/kg剂量组, 每组20只, 雌雄各半。禁食不禁水6h后, 各组均以40mL/kg灌胃给予相应样品。给药当天连续4h观察并记录动物出现的各种毒性反应、症状和死亡情况; 以后每天观察1次, 连续观察14d。主要观察动物饮食、外观、行为活动、分泌物、排泄物等是否异常、死亡情况、中毒反应症状及其起始时间、严重程度、持续时间、是否可逆及恢复时间等。分别于给药前、给药后第3、7和14d对存活动物称重, 观察动物体重变化情况, 并对体重结果进行统计学分析。观察期14d结束后处死动物, 大体解剖观察各组动物脏器、器官的体积、颜色、质地等有无明显异常。

## 1.4 数据分析

采用 SPSS 20.0 统计学软件进行数据处理, 以  $\bar{x} \pm SD$  表示, 数据经正态性检验和方差齐性检验满足正态分布和方差齐同后作单因素方差分析, 组间差异用 *LSD* 法比较, 检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 丽江玛咖和秘鲁玛咖缓解体力疲劳作用对比研究

丽江玛咖和秘鲁玛咖对小鼠游泳时间、肝糖原和血清尿素氮水平的影响结果见表 1。结果显示: 与空白组比较, 丽江玛咖和秘鲁玛咖均可明显提升小鼠负重游泳时间 ( $P<0.05$  或  $P<0.01$ ), 提升肝组织糖原水平 ( $P<0.05$ ), 降低小鼠血清尿素氮水平 ( $P<0.05$  或  $P<0.01$ ); 与秘鲁玛咖比较, 丽江玛咖的活性无明显差异 ( $P>0.05$ )。

表 1 丽江玛咖和秘鲁玛咖缓解体力疲劳对比表 ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=12$ )

Table 1 Effects of Lijiang maca and Peru maca on swimming time, liver glycogen and Serum urea nitrogen in mice ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=12$ )

组别	剂量/(g/kg)	负重游泳时间/min	肝糖原/(mg/g 肝组织)	尿素氮/(pmol/L)
空白组	—	27.05±19.04	11.58±5.03	756.59±82.12
秘鲁玛咖	4.0	46.96±15.98*	16.55±6.25*	659.56±59.93**
丽江玛咖	2.0	35.97±14.59	17.92±7.60*	700.74±45.15
	4.0	45.12±7.50**	17.64±7.06*	676.32±79.96*

与空白组比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; 与秘鲁玛咖组比较:  $\Delta P<0.05$ ,  $\Delta\Delta P<0.01$ 。

Compared with the control group, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; compared with the Peru maca group,  $\Delta P<0.05$ ,  $\Delta\Delta P<0.01$ .

表 2 受试样品给药 10 d 对小鼠交配能力的影响 ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=12$ )

Table 2 Effect of samples administration for 10 days on the mating ability of mice ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=12$ )

组别	剂量/(g/kg)	捕捉潜伏期/s	捕捉数/次	交配潜伏期/s	交配数/次
空白组	—	381.67±162.64	6.92±3.70	895.08±358.90	2.08±1.78
丙酸睾酮组	0.01	216.67±150.72*	10.42±4.08*	658.07±253.73	7.25±6.27*
秘鲁玛咖	4.0	247.17±93.88*	11.75±4.79*	801.33±412.72	3.83±2.86
丽江玛咖	2.0	317.75±183.97	8.68±3.37	868.92±310.34	2.92±3.12
	4.0	325.25±143.44	9.25±5.63	850.25±360.26	4.00±3.05

与空白组比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; 与秘鲁玛咖组比较:  $\Delta P<0.05$ ,  $\Delta\Delta P<0.01$ 。

Compared with the control group, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; compared with the Peru maca group,  $\Delta P<0.05$ ,  $\Delta\Delta P<0.01$ .

表 3 受试样品给药 20d 对小鼠交配能力的影响 ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=12$ )

Table 3 Effect of samples administration for 20 days on the mating ability of mice ( $\bar{x} \pm SD$ ,  $n=12$ )

组别	剂量/(g/kg)	捕捉潜伏期/s/	捕捉数/次	交配潜伏期/s	交配数/次
空白组	—	283.33±141.67	6.33±4.44	745.08±382.48	6.42±3.94
丙酸睾酮组	0.01	154.17±137.28*	7.67±2.27	271.08±192.79**	13.92±7.97**
秘鲁玛咖	4.0	173.17±53.60*	6.25±3.39	444.75±275.24*	11.17±5.39*
丽江玛咖	2.0	198.25±81.44	6.58±2.15	547.50±287.43	8.08±3.20
	4.0	207.58±94.50	7.08±4.10	454.92±254.82*	10.67±5.47*

与空白组比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; 与秘鲁玛咖组比较:  $\Delta P<0.05$ ,  $\Delta\Delta P<0.01$ 。

Compared with the control group, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; compared with the Peru maca group,  $\Delta P<0.05$ ,  $\Delta\Delta P<0.01$ .

### 2.2 丽江玛咖和秘鲁玛咖改善性功能作用对比研究

丽江玛咖和秘鲁玛咖对小鼠捕捉潜伏期、捕捉次数、交配潜伏期和交配次数的对比研究见表 2~4。结果显示: 与空白组比较, 在各检测时间点秘鲁玛咖 4.0 g/kg 剂量对小鼠交配能力均具有明显的提升作用 ( $P<0.05$ ), 丽江玛咖 4.0 g/kg 剂量连续给药 20 和 30 d 可明显提升小鼠交配能力 ( $P<0.05$  或  $P<0.01$ )。与秘鲁玛咖组比较, 丽江玛咖组小鼠捕捉潜伏期、捕捉次数、交配潜伏期和交配次数均无明显改变 ( $P>0.05$ )。

丽江玛咖和秘鲁玛咖对小鼠精子数量和活率的影响见表 5。结果显示: 与空白组比较, 秘鲁玛咖 4.0 g/kg 和丽江玛咖 4.0 g/kg 剂量可显著提升小鼠精子数量 ( $P<0.05$ ), 丙酸睾酮组小鼠精子数

表 4 受试样品给药 30 d 对小鼠交配能力的影响 ( $\bar{x} \pm SD, n=12$ )

Table 4 Effect of samples administration for 30 days on the mating ability of mice ( $\bar{x} \pm SD, n=12$ )

组别	剂量/(g/kg)	捕捉潜伏期/s	捕捉数/次	交配潜伏期/s	交配数/次
空白组	—	292.50±162.43	5.25±3.65	458.42±276.10	12.25±5.59
丙酸睾酮组	0.01	114.17±90.30**	5.42±2.64	163.50±76.69**	18.92±6.10*
秘鲁玛咖	4.0	164.83±47.68*	5.17±2.48	239.50±92.95*	18.92±6.42*
丽江玛咖	2.0	187.42±83.78	6.08±2.23	289.17±195.55	16.25±6.66
	4.0	143.92±63.31**	5.25±2.60	187.50±81.39**	21.33±7.58**

与空白组比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; 与秘鲁玛咖组比较:  $^{\Delta}P<0.05$ ,  $^{\Delta\Delta}P<0.01$ 。

Compared with the control group, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; compared with the Peru maca group,  $^{\Delta}P<0.05$ ,  $^{\Delta\Delta}P<0.01$ .

表 5 受试样品对小鼠精子数量和活率的影响 ( $\bar{x} \pm SD, n=12$ )

Table 5 Effect of samples on the sperm count and viability of mice ( $\bar{x} \pm SD, n=12$ )

组别	剂量/(g/kg)	精子数量/( $\times 10^6$ 个/mL)	精子活率/%
空白组	—	4.90±1.25	53.08±9.12
丙酸睾酮组	0.01	3.96±0.86*	57.50±14.06
秘鲁玛咖	4.0	5.91±1.05*	56.58±11.60
丽江玛咖	2.0	4.94±1.48	54.50±11.10
	4.0	6.02±1.18*	55.92±12.03

与空白组比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; 与秘鲁玛咖组比较:  $^{\Delta}P<0.05$ ,  $^{\Delta\Delta}P<0.01$ 。

Compared with the control group, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; compared with the Peru maca group,  $^{\Delta}P<0.05$ ,  $^{\Delta\Delta}P<0.01$ .

量明显下降 ( $P<0.05$ ); 秘鲁玛咖和丽江玛咖各剂量对小鼠精子活率均无明显影响 ( $P>0.05$ )。与秘鲁玛咖组比较, 丽江玛咖组小鼠精子数量和活率均无明显改变 ( $P>0.05$ )。

丽江玛咖和秘鲁玛咖对小鼠性腺器官指数的影响见表 6。结果显示: 与空白组比较, 秘鲁玛咖和丽江玛咖 4.0 g/kg 剂量组小鼠睾丸指数明显增加 ( $P<0.05$ ), 丙酸睾酮 0.01 g/kg 剂量组动物睾丸指数明显降低 ( $P<0.01$ )。与空白组比较, 各组对其他小鼠性腺器官指数均无明显影响 ( $P>0.05$ )。

### 2.3 丽江玛咖和秘鲁玛咖小鼠急性毒性试验

小鼠急性毒性试验结果显示: 空白组所有动物给予纯水后一般状况良好, 未见明显异常反应和死亡。丽江玛咖和秘鲁玛咖的小鼠单次灌胃给药的最大给药量为 17.48 g/kg, 给药后 4 h 内和观察期 14 d 内小鼠未见明显毒性反应和死亡情况。在观察期 14 d 内, 与空白组比较, 丽江玛咖和秘鲁玛咖 17.48 g/kg 剂量组动物体重均无明显变化 ( $P>0.05$ ), 观察期动物体重变化情况见表 7。观

表 6 受试样品对小鼠性腺器官指数的影响 ( $\bar{x} \pm SD, n=12$ )

Table 6 Effect of samples on the gonadal organ index of mice ( $\bar{x} \pm SD, n=12$ )

组别	剂量/(g/kg)	睾丸指数/(mg/g)	精囊指数/(mg/g)	包皮腺指数/(mg/g)
空白组	—	5.75±0.87	9.20±1.80	2.33±0.65
丙酸睾酮组	0.01	4.63±0.98**	10.10±1.83	2.72±0.78
秘鲁玛咖	4.0	6.92±1.38*	9.51±1.47	2.21±0.86
丽江玛咖	2.0	6.33±1.23	9.44±0.78	2.16±0.67
	4.0	6.75±1.22*	9.72±1.28	2.34±1.44

与空白组比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; 与秘鲁玛咖组比较:  $^{\Delta}P<0.05$ ,  $^{\Delta\Delta}P<0.01$ 。

Compared with the control group, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ ; compared with the Peru maca group,  $^{\Delta}P<0.05$ ,  $^{\Delta\Delta}P<0.01$ .

表 7 观察期 14 d 内各组动物体重 ( $\bar{x} \pm SD, n=20$ )

Table 7 Animal body weight of each group within 14 days of observation period ( $\bar{x} \pm SD, n=12$ )

组别	剂量(g/kg)	性别	给药前	给药后 3 d	给药后 7 d	给药后 14 d
空白组	—	♀	20.83±1.09	25.12±1.29	28.75±1.75	35.31±1.83
		♂	20.76±1.01	26.20±1.53	30.89±1.83	37.99±2.34
丽江玛咖	17.48	♀	20.39±1.11	25.86±1.72	28.56±2.22	35.89±2.69
		♂	20.59±0.97	26.05±1.13	30.00±3.97	38.11±4.33
秘鲁玛咖	17.48	♀	20.44±1.25	25.08±1.48	28.57±2.40	36.01±2.22
		♂	20.37±1.00	26.49±1.22	29.98±3.12	38.14±3.69

与空白组比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ 。

Compared with the control group, \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ .

察期结束后颈椎脱臼处死小鼠,肉眼观察各组动物脏器的体积、颜色、质地等,均未见明显异常。

### 3 讨论

目前,许多药理学研究已经证实,玛咖具备较好的缓解体力疲劳作用,其中玛咖酰胺和玛咖烯的含量与缓解体力疲劳评价的金指标负重游泳时间呈正相关性,是潜在的药效物质<sup>[16-18]</sup>。张恺骅<sup>[7]</sup>对比了几种玛咖中玛咖酰胺的种类和含量,发现云南产玛咖中玛咖酰胺的种类有8种,秘鲁玛咖仅检出3种玛咖酰胺;云南产玛咖中玛咖酰胺的相对含量高于秘鲁玛咖,相对含量分别为39.73和26.46。在研究开展之前,我们曾根据物质基础推测丽江玛咖的缓解体力疲劳活性可能优于秘鲁玛咖。但是,经试验研究证实,丽江玛咖和秘鲁玛咖均可明显提升小鼠负重游泳时间和肝组织糖原水平,并可显著下调小鼠血清尿素氮含量,此结果提示二者均具备缓解体力疲劳功能,且从数据统计学分析结果来看二者的活性无显著性差异。

小鼠交配试验是常用的性功能鉴定试验,性行为是一种复杂的行为活动,包括动机和行为两个方面。雄鼠的性行为包括捕捉、乘骑、插入和射精四种,可以通过每一种的潜伏期长短及次数多少来评价雄性小鼠的性欲及性能力<sup>[19]</sup>。在本研究中秘鲁玛咖和丽江玛咖对小鼠捕捉潜伏期、交配潜伏期、交配次数均具有显著的提升,且效果与阳性对照药物丙酸睾酮注射液相比无显著性差异,这表明秘鲁玛咖和丽江玛咖均可提升小鼠性功能;但是,从起效时间来看,秘鲁玛咖在给药10 d后的第1次检测即显示出明显活性,而丽江玛咖则需要更长的起效时间。

脏器指数,即某脏器的湿重与体重的比值,能在一定程度上反映实验动物机体的健康状况。睾丸是雄性动物生殖器官,其主要作用是产生精子和雄性激素,对机体的生长发育和生殖器官功能的维持起重要作用。本研究结果显示,秘鲁玛咖和丽江玛咖均可明显提高小鼠睾丸指数,与之相对应的精子数量亦有显著增加,经对比发现二者在此方面的活性无明显差异。在试验过程中,我们观察到阳性对照组小鼠长期注射丙酸睾酮注

射液后,精子数量和睾丸指数均出现明显下降,这可能跟丙酸睾酮注射液长期应用所产生的睾丸萎缩和精子减少等不良反有关<sup>[20]</sup>。

从安全性结果来看,丽江玛咖和秘鲁玛咖的最大给药量均为17.48 g/kg,观察期内小鼠未见明显毒性反应和死亡情况,观察期14 d结束后各组织和器官亦未发生肉眼可见病理改变。上述结果初步表明,丽江玛咖和秘鲁玛咖安全性较高,且二者无明显差异。根据卫生部此前发布的《关于批准玛咖粉作为新资源食品的公告》,玛咖的成人推荐用量为 $\leq 25$  g/d,即成人每日用药剂量约为0.42 g/kg(成人体重以60 kg计),约为本研究中小鼠最大给药量的1/42。据此也可推测丽江玛咖和秘鲁玛咖在推荐用量下具备较高的食用安全性。但是,由于仅进行了急性毒性研究,其长期应用的毒性、遗传毒性、生殖毒性有待于进一步深入研究。

综上所述,丽江玛咖和秘鲁玛咖均具备缓解体力疲劳、改善性功能的作用,且在本研究所涉及的药效学活性和安全性方面无明显差异。

### 参考文献:

- [1] 文金隆,何芳雁,韩春妮,等.云南引种玛咖对小鼠非特异性免疫、抗疲劳、耐缺氧功能的影响[J].云南中医学院学报,2012,35(5):4-7.  
WEN J L, HE F Y, HAN C N, et al. The effects of introduction *lepidium meyenii* in Yunnan province on nonspecific immunity, fatigue and hypoxiafunction[J]. Journal of Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, 2012, 35(5): 4-7.
- [2] 余龙江,金文闻,李为,等.南美植物玛咖的研究进展[J].中草药,2003,2:105-107.  
YU L J, JIN W W, LI W, et al. Research progress of Maca, a south American plant [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2003, 2: 105-107.
- [3] 潘明佳,时圣明,王文倩,等.玛咖的化学成分、药理作用及质量评价研究进展[J].现代药物与临床,2015,30(12):1558-1562.  
PAN M J, SHI S M, WANG W Q, et al. Research progress on chemical constituents, pharmacological activities, and quality evaluation of *Lepidium meyenii*[J]. Drugs & Clinic, 2015, 30(12): 1558-1562.
- [4] 曹东,薛润光,顾鉴秋.丽江玛咖不同提取物对小鼠性行为及性激素的影响[J].云南中医中药杂志,2012,9:53-54.  
CAO D, XUE R G, GU J Q. Effects of different extracts of Lijiang Maca on sexual behavior and sex hormones in mice[J].

- Yunnan Journal of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 2012, 9: 53-54.
- [5] 和爱超, 杜正飞, 龚金梅, 等. 简论云南省玛咖保健食品产业的发展[J]. 云南科技管理, 2015, 6: 57-61.  
HE A C, DU Z F, GONG J M, et al. A brief discussion on the development of Maca health food industry in Yunnan province[J]. Yunnan Science and Technology Management, 2015, 6: 57-61.
- [6] 孙晓东, 杜萍, 单云, 等. 丽江玛卡片和秘鲁玛卡片营养成分对比分析和评价[J]. 食品科学, 2011, 32(19): 214-216.  
SUN X D, DU P, SHAN Y, et al. Comparative analysis and evaluation of nutritional components of Lijiang Maca and Peru Maca[J]. Food Science, 2011, 32(19): 214-216.
- [7] 张恺骅. 不同产地玛咖化学成分及抗氧化活性研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2016:52.  
ZHANG K Y. Study on chemical compositions and antioxidant activities of Maca from different habitats[D]. Tian jin: Tianjin University of Science and Technology, 2016: 52.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范 (2003 版) [Z]. 2003, 87-91.  
Ministry of health of the People's Republic of China. Technical specification for health food inspection and evaluation (2003) [Z]. 2003, 87-91.
- [9] 田二坡, 龙廷, 秦达念. 雄性大鼠交配实验模型的建立[J]. 中国男科学杂志, 2008, 22(1): 7-10.  
TIAN E P, LONG T, QIN D N. Establishment and applications of mating model in male rat[J]. Chinese Journal of Andrology, 2008, 22(1): 7-10.
- [10] 王曦晨, 姜京徽, 肖敏, 等. 丽江产玛咖对雄性半去势大鼠性功能影响的实验研究[J]. 华西药理学杂志, 2016, 31(4): 365-367.  
WANG X C, JIANG J H, XIAO M, et al. Effect of Lijiang Maca on the sexual function of male hemi castrated rats[J]. W C J P S, 2016, 31(4): 365-367.
- [11] 邵祥龙, 罗琼, 秦芹, 等. 山茱萸多糖对雄性大鼠性功能损伤的影响[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(6): 772-775.  
SHAO X L, LUO Q, QIN Q, et al. Effect of fructus corni polysaccharides on damaged sexual function of male rats[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2010, 35(6): 772-775.
- [12] 黄品信, 李艳, 程昌明, 等. 复方蚂蚁酒对小鼠附性器官及血清睾酮和一氧化氮的影响[J]. 医药导报, 2012, 31(10): 1288-1290.  
HUANG P X, LI Y, CHENG C M, et al. Effects of compound ant wine on accessory sex organs, serum testosterone and nitric oxide in mice[J]. Herald of Medicine, 2012, 31(10): 1288-1290.
- [13] 鲍雷, 王军波, 张远, 等. 吉林人参低聚肽对雄性小鼠性功能影响的实验研究[J]. 中国预防医学杂志, 2015, 16(10): 757-760.  
BAO L, WANG J B, ZHANG Y, et al. Effects of panax ginseng oligopeptide of Jilin on sexual function in male mice[J]. Chin Prev Med, 2015, 16(10): 757-760.
- [14] 陈奇. 中药药理研究方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 108-109.  
CHEN Q. Research methodology of traditional Chinese medicine pharmacology[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006: 108-109.
- [15] 国家食品药品监督管理总局. 药物单次给药研究技术指导原则[Z]. 2014, 1-12.  
State Food and Drug Administration. Technical guidelines for drug single-dose research [Z]. 2014, 1-12.
- [16] 刘森, 黄莹莹, 林梦雅, 等. 黑玛咖不同提取物的抗疲劳作用与谱效关系研究[J]. 中草药, 2018, 49(9): 2090-2095.  
LIU M, HUANG Y Y, LIN M Y, et al. Experimental studies on anti-fatigue effects and spectra-effect relationship of different extracts from black *Lepidium meyenii* (Maca)[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2018, 49(9): 2090-2095.
- [17] 刘跃金, 王钰楠, 冯鸿雁, 等. N-苄基十六碳酰胺与玛卡醇提取物小鼠抗疲劳作用[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(1): 92-93.  
LIU Y J, WANG Y N, FENG H Y, et al. Anti-fatigue effects of N- benzylhexadecanamide and Maca extract in mice[J]. Chinese Journal of Public Health, 2015, 31(1): 92-93.
- [18] YANG Q, JIN W, LV X, et al. Effects of macamides on endurance capacity and anti-fatigue property in prolonged swimming mice [J]. Pharm Biol, 2016, 54(5): 827-834.
- [19] 肖凯, 近藤保彦, 佐久间康夫. 阴茎勃起动物模型的制作与测量[J]. 中国男科学杂志, 2002, 16(1): 55-58.  
XIAO K, KONDO Y, SAKUMA Y. Establishment and measurement of animal model of penile erection[J]. Chinese Journal of Andrology, 2002, 16(1): 55-58.
- [20] 艾华, 陈吉棣, 贺师鹏. 缺锌并补充睾酮对大鼠睾酮合成和骨骼肌影响的研究[J]. 卫生研究, 1997, 26(3): 211-215.  
AI H; CHEN J D, HE S P. The effects of zinc deficiency and testosterone supplement on testosterone synthesis and skeletal muscle of rats[J]. Journal of Hygiene Research, 1997, 26(3): 211-215. ☉