

# 梁王茶水提物急性毒性评价

赵春燕, 龚加顺, 王秋萍\*

(云南农业大学食品科学技术学院, 云南昆明 650201)

**摘要:**以掌叶梁王茶叶为原料, 研究其水提物的急性毒性及半数致死量LD<sub>50</sub>。结果表明: 梁王茶水提物经口LD<sub>50</sub>>15000 mg/kg·bw, 属于实际无毒物质。与对照组相比, 灌胃 2521~15000 mg/kg·bw 梁王茶水提物对雌性和雄性小鼠的体重增量无显著影响 ( $p>0.05$ ), 对雌鼠心、脾和肺脏器系数、血清 ALT、AST 和肌酐水平均无显著影响 ( $p>0.05$ ), 对雄鼠肺和肾脏器系数、血清 ALT 水平均无显著影响 ( $p>0.05$ )。极高剂量梁王茶水提物使雌性 (剂量 $\geq 7350$  mg/kg·bw) 和雄性 (剂量 $\geq 5145$  mg/kg·bw) 小鼠的血清尿素水平显著高于空白对照组 ( $p<0.05$ ), 说明极高剂量梁王茶水提物对肾脏有一定毒性。急性毒性研究表明, 梁王茶水提物经口 LD<sub>50</sub>>15000 mg/kg·bw, 属于实际无毒物质, 极高剂量时其对肾脏有一定毒性。

**关键字:** 梁王茶; 水提物; 急性毒性; 安全评价

文章编号: 1673-9078(2022)06-280-287

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.6.0970

## Assessment of Acute Toxicity of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels Water Extract

ZHAO Chunyan, GONG Jiashun, WANG Qiuping\*

(College of Food Science and Technology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** Leaves of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels (LWC), was used as raw material, the acute toxicity and half lethal dose (LD<sub>50</sub>) of its water extract was investigated. Results showed that the oral LD<sub>50</sub> of LWC water extract was higher than 15000 mg/kg·bw, which is actually non-toxic substance. Comparing to control group, gavage of 2521~15000 mg/kg·bw LWC water extract had no significant effect on the weight gain of both female and male mice ( $p>0.05$ ), showing insignificant influence on organ coefficients of heart, spleen and lung, serum ALT, AST and creatinine level of female mice ( $p>0.05$ ), neither were lung and kidney organ coefficients, serum ALT of male mice ( $p>0.05$ ). The serum urea level of female (dose  $\geq 7350$  mg/kg·bw) and male (dose  $\geq 5145$  mg/kg·bw) mice was significantly higher than that of the blank control group ( $p<0.05$ ), indicating that the very high dose of LWC tea water extract had a certain toxicity to the kidney. In summary, acute toxicity studies have shown that the oral LD<sub>50</sub> of LWC water extract is more than 15000 mg/kg·bw, which is a practically non-toxic substance, however it is toxic to the kidneys at extremely high doses.

**Key words:** *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels; water extract; acute toxicity; safety evaluation

引文格式:

赵春燕, 龚加顺, 王秋萍. 梁王茶水提物急性毒性评价[J]. 现代食品科技, 2022, 38(6): 280-287

ZHAO Chunyan, GONG Jiashun, WANG Qiuping. Assessment of acute toxicity of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex diels water extract [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(6): 280-287

梁王茶属 (*Nothopanax Miq.*) 又名山槟榔、树五加等, 系五加科 (Araliaceae) 无毛刺灌木或乔木, 无皮刺, 其叶形单叶或掌状复叶, 叶柄细长, 无托叶<sup>[1,2]</sup>。

收稿日期: 2021-08-29

基金项目: 云南省基础研究面上项目 (2019FB051); 云南省农业基础研究联合专项资助项目 (2017FG001-089); 校企合作项目 (KX141536)

作者简介: 赵春燕 (1994-), 女, 博士研究生, 研究方向: 营养与食品安全, E-mail: 2052896274@qq.com

通讯作者: 王秋萍 (1987-), 女, 博士, 讲师, 研究方向: 茶叶化学、功效及其活性成分生物制造, E-mail: soffyyang@163.com

我国主要有 2 种即异叶梁王茶 [*Nothopanax davidii* (Franch.) Harms ex Diels] 和掌叶梁王茶 [*N. delavayi* (Franch.) Harms ex Diels]<sup>[3,4]</sup>。

梁王茶具有较高的药用价值<sup>[5]</sup>, 常被人们当作时蔬食用, 如在阳宗境内有着“茶不泡水当道菜”<sup>[1]</sup>。梁王茶嫩茎叶不仅可作为蔬菜食用<sup>[6]</sup>, 还可制成梁王茶干叶泡水喝<sup>[7]</sup>, 其树皮被用来提取栲胶, 树叶常被用来驱杀害虫<sup>[7]</sup>。梁王茶作为药用材料时, 有清热、祛风除湿药活络、治疗喉咙肿痛等作用<sup>[8,9]</sup>。另据报道, 梁王茶多糖也有较好的双向免疫调节、抗氧化应激和

抗炎症的生理活性作用<sup>[10]</sup>。

梁王茶的化学成分组成和提取是目前研究较多的一个方面。杨青等<sup>[3]</sup>使用色谱法首次从掌叶梁王茶茎皮中分离出了三对节酸和原儿茶酸等化合物,这些化合物被报道具有较好的生理活性作用。庾石山等<sup>[11-15]</sup>从异叶梁王茶甲醇提取物中分离出八种五环三贴皂苷单体,从树皮醇提物中分离得到异叶梁王茶苷VII和VIII、梁王茶苷II及五种新的VII、VIII、IX、X和XI梁王茶苷化合物。缪明志等<sup>[10]</sup>研究了不同部位掌叶梁王茶多糖的含量分布,发现可溶性多糖含量分布在根部最高,可达1.68%。洪化鹏等<sup>[16]</sup>在研究异叶梁王茶鲜叶蒸馏精油的过程中,发现其精油主要包含月桂烯等化合物。赵春燕等<sup>[17]</sup>检测了掌叶梁王茶叶中黄酮、多酚等组分的含量,并对其抗氧化能力进行了检测,发现茶粉的抗氧化能力强于水提物。

上述研究表明梁王茶含有较多种类的萜类化合物及其他活性成分,有着较高药用价值,但是对于梁王茶的毒理学研究尚无报道,为进一步开发及挖掘梁王茶的价值,有必要对其毒理学进行研究。因此,本研究对梁王茶的急性毒性采用LD<sub>50</sub>评价方法进行初探,以对梁王茶产业的发展提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料、试剂与仪器

掌叶梁王茶由兰坪润民农产品有限责任公司提供,将掌叶梁王茶叶制成干叶备用。

ALT、AST、URE、CREA 试剂盒,迈克生物股份有限公司。3100全自动生化分析仪,日本株式会社日立制作所。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 梁王茶水提物的制备

梁王茶与水的比例为1 g:10 mL,沸水浸提30

min,过滤得到滤液。按上述条件重复浸提一次,合并两次滤液,在60℃减压浓缩,浓缩液真空冷冻干燥得到梁王茶水提物备用。真空冷冻干燥得到的梁王茶水提物主要由水溶性总糖236.05 g/kg、水溶性蛋白质99.47 g/kg、水溶性氨基酸30.83 g/kg、总多酚27.08 g/kg、水溶性多糖17.99 g/kg、总黄酮2.03 g/kg等化学组分组成<sup>[17]</sup>。

#### 1.2.2 实验动物

SPF级昆明种小鼠,雌雄各半,体重20±2 g,购于昆明医科大学(SCXK(滇)2015-0002)。基础饲料喂养,自由饮水和摄食,12 h昼夜交替、环境温度20±2℃,相对湿度40%~70%。

#### 1.2.3 正式实验

参照《食品国家安全标准急性经口毒性试验》<sup>[18]</sup>霍恩氏法进行预实验。根据预实验结果,小鼠未出现死亡,存活率达100%,无法得出0%和100%的估计致死量(Dn, Dm)。因此采用限量法进行经口急性毒性实验。84只小鼠(雌雄各半)设置为6个剂量组(15000、10500、7350、5145、3601.5、2521 mg/kg·bw, n=12)和一个空白对照组(Control, n=12),组间剂量比为1:0.7,灌胃体积为30 mL/kg。给药时空白对照组给予同体积的蒸馏水。给药前小鼠自由饮水,禁食4~6 h,给药3 h后恢复投食,于给药后1、2、4、6 h密切观察小鼠体征,此后每天1次,连续观察14 h并记录小鼠活动状况、体征、中毒及死亡情况。于14 h观察期后牺牲老鼠,解剖并观察各器官的情况,并对心、肝、脾、肺、肾脏进行称重,计算脏器系数。采用全自动生化分析仪进行谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、肌酐(URE)、尿素(CREA)生化指标的测定。

### 1.3 统计分析

数据以平均值±标准差表示,使用Grubbs检验数据排除过失误差;采用SPSS 19.0软件对合格数据进行显著性分析,采用GraphPad Prism 8.0作图。

表1 不同剂量梁王茶水提物对雌雄小鼠死亡率的影响

Table 1 Effect of LWC water extract on the death rate of female and male mice

组别	雌雄总数量/只	给药剂量/(mg/kg·bw)	雄鼠死亡数/只	雄鼠死亡/%	雌鼠死亡数/只	雌鼠死亡/%
Control	12	0	-	0	-	0
1	12	2521	-	0	-	0
2	12	3601.5	-	0	-	0
3	12	5145	-	0	-	0
4	12	7350	-	0	-	0
5	12	10500	-	0	-	0
6	12	15000	-	0	-	0

注:“-”表示小鼠死亡数为0。

## 2 结果与讨论

### 2.1 梁王茶水提取物对雌雄小鼠死亡率的影响

表2 梁王茶水提取物对雌雄小鼠中毒表现的影响

Table 2 Effect of LWC water extract on poisoning manifestations of female and male mice

观察项目	表现及症状
动物行为	体位、叫声正常, 无呆滞、自残行为
各种刺激反应	夜间较兴奋
肌肉张力	无抽搐、麻痹、共济失调现象
瞳孔大小	眼球无突出或震颤, 眼睑正常
呼吸情况	实验组与空白组呼吸情况无明显差异
腹形	无胀气或收缩现象
分泌物	无异常分泌物
皮肤和被毛	皮肤颜色正常, 无松弛现象, 毛色顺滑较完整
体温	无发热现象
舌苔颜色	淡红色

不同剂量梁王茶水提取物对雌性和雄性小鼠死亡率的影响如表1所示, 其中每组12只小鼠, 雌雄各六只。

表3 不同剂量梁王茶水提取物对雌雄小鼠体重的影响

Table 3 Effects of LWC water extract on the body weight of female and male mice

组别	梁王茶水提取物 (mg/kg·bw)	雄性小鼠体重/g				雌性小鼠体重/g			
		给药前	7 d	14 d	增量	给药前	7 d	14 d	增量
Control	0	21.83±1.74	29.25±1.85	30.57±2.23	8.74±2.37	25.20±0.78	35.06±1.23	37.31±2.10	12.11±2.08
1	2521	23.73±2.10	29.77±1.34	31.72±1.58	7.99±2.96	26.44±1.53	35.29±1.40	39.14±3.03	12.70±4.00
2	3601.5	21.35±0.66	28.42±2.10	29.97±1.89	8.62±1.33	24.27±2.03	34.11±1.11	38.09±1.93	13.82±3.45
3	5145	22.00±1.00	29.82±1.87	30.28±1.48	8.28±1.01	22.09±1.26	35.03±1.69	39.01±2.90	16.92±2.94
4	7350	21.83±1.46	30.07±4.07	31.40±4.06	9.57±2.92	24.98±0.84	34.68±2.16	36.75±4.05	11.77±3.31
5	10500	22.55±1.44	29.45±2.11	30.70±1.93	8.15±2.14	25.77±1.92	35.05±3.24	37.50±3.73	11.73±3.21
6	15000	21.84±2.07	29.69±3.95	29.96±4.08	8.12±3.22	24.43±2.44	33.20±3.08	35.90±2.95	11.47±1.20

注: 同列间各梁王茶水提取物组与Control组比较均无显著差异 ( $p>0.05$ )。

### 2.4 梁王茶水提取物对小鼠主要脏器系数的影响

梁王茶水提取物对雌雄小鼠主要脏器系数的影响见图1。如图1所示, 给予雌性小鼠不同剂量梁王茶水提取物后, 各剂量组心脏系数与对照组相比无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 说明梁王茶水提取物对雌性小鼠心脏无影响。肝脏则是身体内代谢主器官, 在机体中有去氧化、储存肝糖原、分泌性蛋白质的合成以及解毒等作用<sup>[20,21]</sup>。肝脏也可转化来自体内和体外的许多非营养物质如各种药物以及体内某些代谢产物, 并通过新陈代谢的方式彻底分解或以原形将这些物质排出体外

给予雌雄小鼠分别灌胃 2521、3601.5、5415、7350、10500、15000 mg/kg·bw 梁王茶水提取物, 小鼠死亡率均为0%, 说明梁王茶水提取物不会引起小鼠死亡。

### 2.2 梁王茶水提取物对雌雄小鼠中毒表现的影响

给予小鼠不同剂量梁王茶水提取物后, 在14d观察时间内, 雌雄小鼠均未出现异常行为, 分泌物、体温、呼吸情况、皮肤毛被等正常, 未见任何中毒症状(见表2)。由此可见梁王茶水提取物不会引起受试动物的中毒反应, 其LD<sub>50</sub>值大于15000 mg/kg·bw, 根据WHO1977年颁布的毒性分级标准<sup>[19]</sup>, 梁王茶水提取物属实际无毒级物质。

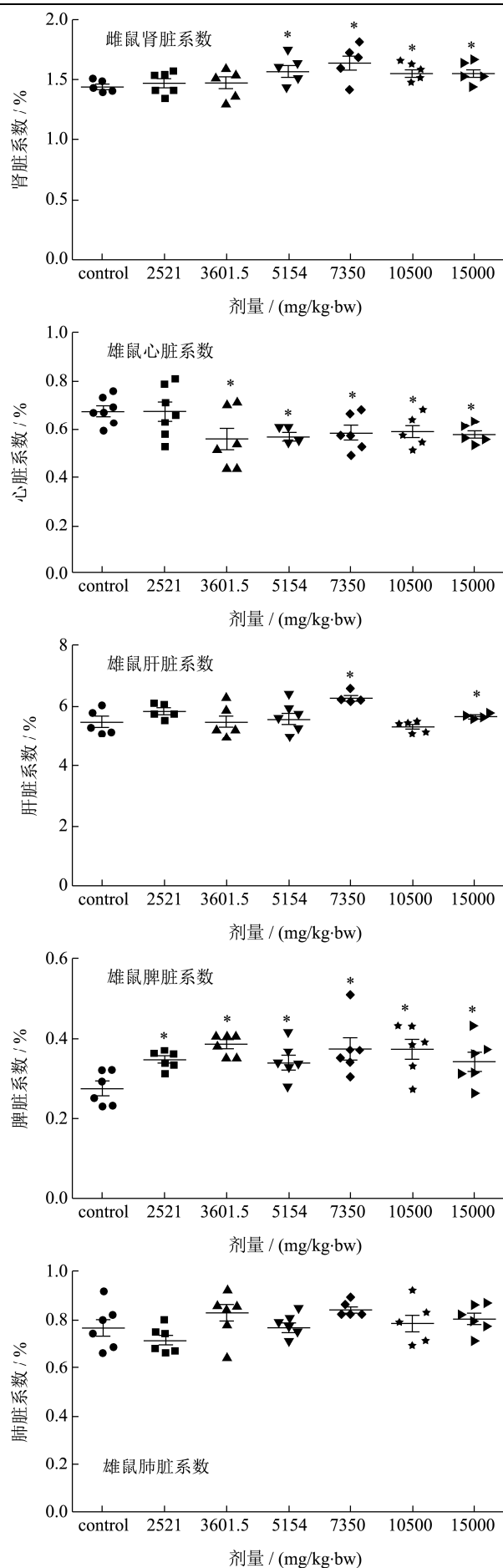
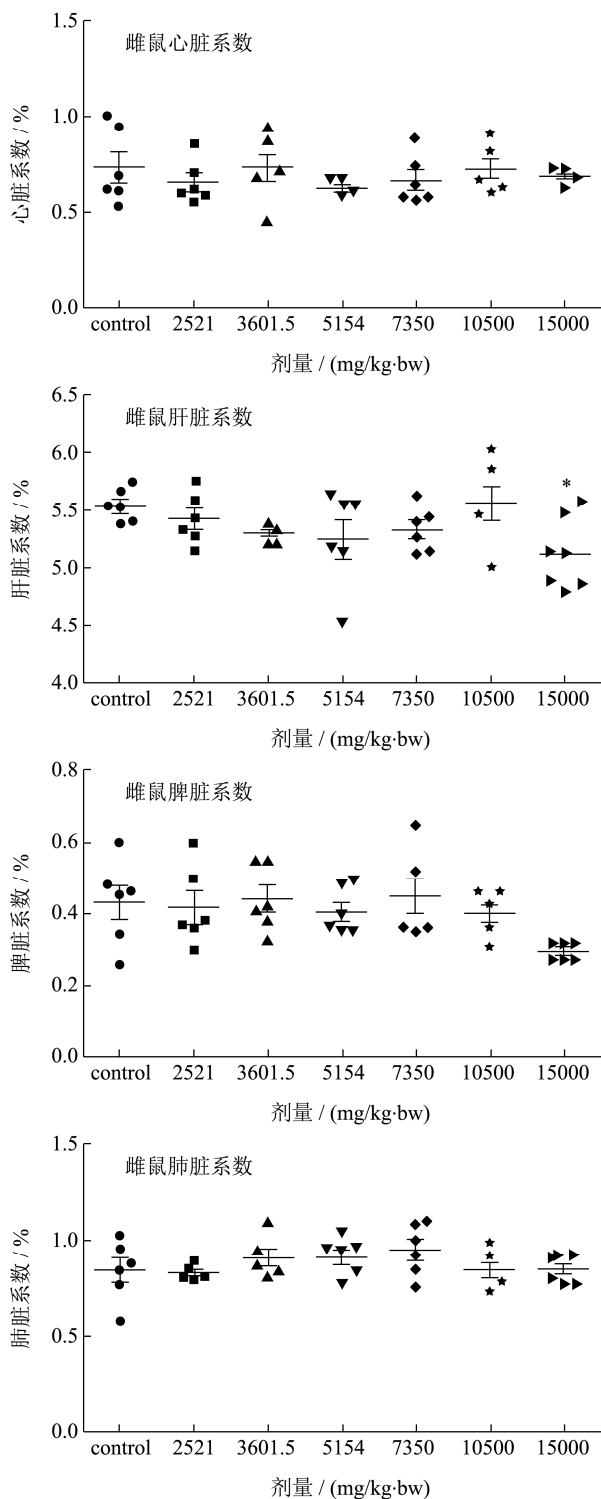
### 2.3 梁王茶水提取物对小鼠体重的影响

灌胃不同剂量梁王茶水提取物对雌雄小鼠体重的影响见表3。由表可知, 给予雌雄小鼠不同剂量(2521~15000 mg/kg·bw)的梁王茶水提取物, 其体重与对照组无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 说明梁王茶水提取物对雌雄小鼠体重无影响。

<sup>[22,23]</sup>。与对照组相比, 灌胃2521~10500 mg/kg·bw梁王茶水提取物对雌性小鼠肝脏系数均无显著影响 ( $p>0.05$ ), 最高剂量组(15000 mg/kg·bw)肝脏系数显著低于对照组 ( $p<0.05$ )。给予2521~15000 mg/kg·bw梁王茶水提取物对雌性小鼠脾脏系数均无显著影响 ( $p>0.05$ ), 最高剂量组(15000 mg/kg·bw)雌鼠的脾脏系数降低, 但无显著性差异 ( $p>0.05$ ), 有研究表明鼠脾脏系数降低可能是由于免疫抑制作用引起的<sup>[24]</sup>。灌胃2521~15000 mg/kg·bw梁王茶水提取物后, 雌鼠的肺脏系数增加, 但与对照组相比均无显著差异 ( $p>0.05$ ), 表明梁王茶水提取物对雌性小鼠肺脏无影响。肾脏主要有排泄体内代谢产物和过滤除去体内的有害物质的作用, 肾脏功能的紊乱会放大有毒物质对

机体的毒害程度<sup>[25]</sup>。给予雌性小鼠 2521、3601.5 mg/kg 梁王茶水提取物，其肾脏系数与正常小鼠相比无显著性差异 ( $p>0.05$ )，但灌胃更高剂量 (5415、7350、10500、15000 mg/kg) 时，雌性小鼠的肾脏系数显著高于对照组 ( $p<0.05$ )，表明梁王茶水提取物对雌性小鼠的肾脏产生损伤。

脏器系数一方面可以反映动物内脏器官的功能状态，也可应用于毒性试验和安全评价中，为相应的模型比较提供参考<sup>[26,27]</sup>。



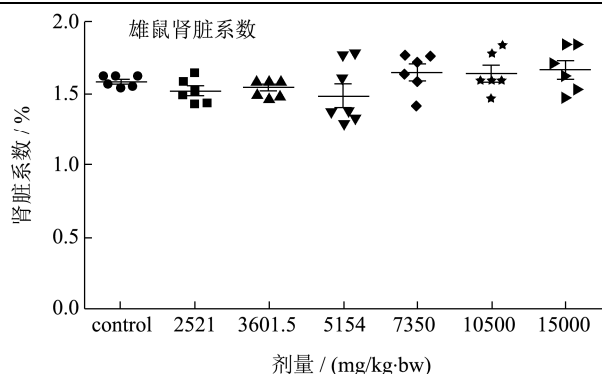


图1 不同剂量梁王茶水提取物对雌雄小鼠主要脏器系数的影响  
Fig.1 Effects of LWC water extract on main organ coefficients of female and male mice

注: \*表示梁王茶水提取物组与 control 组相比有显著性差异 ( $p < 0.05$ )。

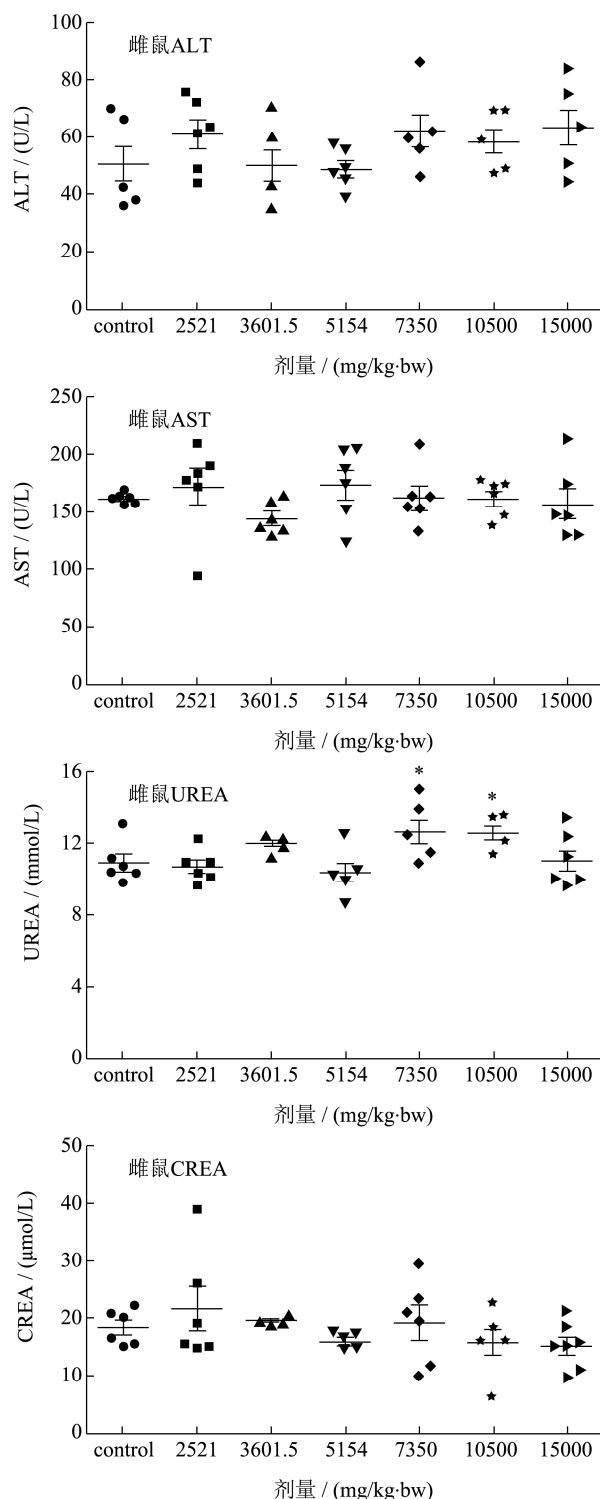
如图 1 所示, 给予雄性小鼠不同剂量梁王茶水提取物后, 2521 mg/kg·bw 的心脏系数与对照组相比无显著差异 ( $p > 0.05$ ), 其他剂量组 (3601.5~15000 mg/kg·bw) 心脏系数显著低于对照组 ( $p < 0.05$ ), 表明梁王茶水提取物对雄性小鼠心脏呈现一定毒性作用。灌胃 2521~5145 mg/kg·bw 梁王茶水提取物对雄性小鼠的肝脏系数无显著影响 ( $p > 0.05$ ), 其中剂量为 7350 mg/kg·bw 时, 呈现显著性差异 ( $p < 0.05$ ), 剂量为 10500 mg/kg·bw 时, 梁王茶水提取物对雄性小鼠的肝脏系数无显著影响 ( $p > 0.05$ ), 这可能是小鼠个体差异造成的误差。剂量为 15000 mg/kg·bw 时, 雄鼠肝脏系数显著高于对照组 ( $p < 0.05$ )。给予 2521~15000 mg/kg·bw 王茶水提取物, 各剂量组雄鼠脾脏系数均显著高于对照组 ( $p < 0.05$ ), 说明梁王茶水提取物对雄鼠脾脏呈现一定毒性作用。灌胃 2521~15000 mg/kg·bw 梁王茶水提取物, 各剂量组雄鼠的肺和肾脏系数与对照组相比均无显著差异 ( $p > 0.05$ ), 说明梁王茶水提取物对雄性小鼠的肺和肾脏没有毒性作用。

### 2.5 梁王茶水提取物对小鼠血液生化指标的影响

ALT 是临床上用于诊断病毒性肝炎、中毒性肝炎的重要指标, 大量存在于肝细胞的细胞质中时会诱导以上疾病发生, 而 AST 则主要存在于肝脏和心脏两个机体主要的器官内<sup>[28,29]</sup>。正常时血清中 AST 的含量较低, 但是肝脏和肾脏内相应细胞受损时, 其含量在血清中的浓度升高<sup>[30]</sup>。肌酐在衡量肾功能好坏时具有重要的意义, 是肌肉在机体内代谢的产物<sup>[31]</sup>。

如图 2 所示, 给予不同剂量梁王茶水提取物对雌雄小鼠血液生化指标的影响如图 2 所示。灌胃 2521~

10500 mg/kg·bw 梁王茶水提取物对雌鼠血清中的 ALT (谷丙转氨酶)、AST (谷草转氨酶)、CREA (肌酐) 水平均无显著影响 ( $p > 0.05$ )。给予 2521~5145 mg/kg·bw 梁王茶水提取物, 雌鼠血清 UREA (尿素) 含量与对照组无显著差异 ( $p > 0.05$ ); 灌胃剂量为 7350 mg/kg·bw 与 10500 mg/kg·bw 时, 雌鼠血清尿素含量显著高于对照组 ( $p < 0.05$ ), 这与肾脏系数结果一致, 说明灌胃极高剂量梁王茶水提取物对雌鼠肾脏表现出轻微毒性, 可能是超出了雌鼠肾脏的负担能力。



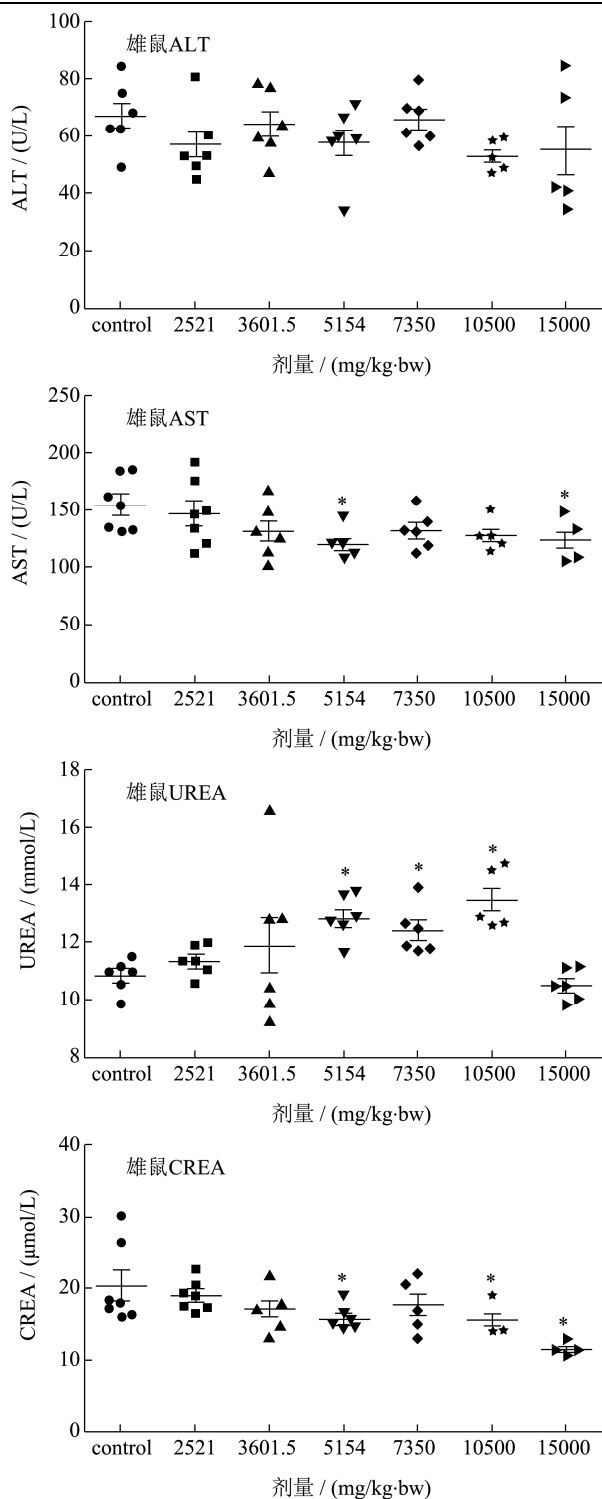


图2 不同剂量梁王茶水提取物对雌鼠血液生化指标的影响

Fig.2 Effects of LWC water extract on blood biochemical indexes of female and male mice

注: \*表示梁王茶水提取物组与 control 组相比有显著性差异 ( $p < 0.05$ ); ALT, 谷丙转氨酶; AST, 谷草转氨酶; UREA, 尿素; CREA, 肌酐。

给予雄鼠不同剂量梁王茶水提取物, 其血清 ALT 水平与对照组无显著差异 ( $p > 0.05$ )。与对照组相比, 梁王茶水提取物组雄鼠血清 AST 水平呈降低趋势, 且剂量

为 5145 mg/kg·bw 和 15000 mg/kg·bw 时, AST 水平显著低于对照组 ( $p < 0.05$ ), 这与雄鼠心脏、肝脏系数结果一致, 与对照组比较发生了显著性变化 ( $p < 0.05$ )。雄鼠血清尿素水平与梁王茶水提取物剂量呈正相关趋势, 且剂量为 5145、7350、10500 mg/kg·bw 时, 雄鼠血清 UREA 水平显著高于对照组 ( $p < 0.05$ )。雄鼠血清 CREA 水平随剂量增加而降低, 且剂量为 5145、10500、15000 mg/kg·bw 时, 雄鼠血清 CREA 水平显著低于对照组 ( $p < 0.05$ )。

本研究发现, 灌胃高剂量梁王茶水提取物 ( $\geq 5145$  mg/kg·bw) 会引起雄鼠血清 AST 和肌酐显著降低 ( $p < 0.05$ ), 然而这两项指标的降低在临床上无明显意义。尿素可由肾小球滤过而排出体外, 也是临床上用于评估肾功能的重要指标之一, 从图 2 可看出, 给予雌鼠高剂量 ( $\geq 7350$  mg/kg·bw) 和雄鼠高剂量 ( $\geq 5145$  mg/kg·bw) 梁王茶水提取物, 血清尿素水平显著上升 ( $p < 0.05$ ), 表明极高剂量梁王茶水提取物对雌雄小鼠肾脏均有一定毒性。

### 3 结论

急性毒性研究表明, 梁王茶水提取物属于实际无毒物质, 其  $LD_{50} > 15000$  mg/kg·bw。梁王茶水提取物对雌鼠和雄鼠体重增量无显著影响 ( $p > 0.05$ )。与对照组相比, 给予雌鼠 2521~15000 mg/kg·bw 梁王茶水提取物, 对其心脏、脾脏和肺脏系数、血清 ALT、AST 和肌酐水平均无显著影响 ( $p > 0.05$ ); 灌胃高剂量梁王茶水提取物, 雌鼠的肝脏系数 (剂量  $\geq 15000$  mg/kg·bw) 显著降低 ( $p < 0.05$ ), 肾脏系数 (剂量  $\geq 5145$  mg/kg·bw) 和尿素水平 (剂量  $\geq 7350$  mg/kg·bw) 显著升高 ( $p < 0.05$ )。与对照组相比, 给予雄鼠 2521~15000 mg/kg·bw 梁王茶水提取物, 对其肺脏和肾脏系数、血清 ALT 水平均无显著影响 ( $p > 0.05$ ); 灌胃高剂量梁王茶水提取物, 雄鼠的心脏系数 (剂量  $\geq 3601.5$  mg/kg·bw)、血清 AST (剂量  $\geq 5145$  mg/kg·bw) 和肌酐 (剂量  $\geq 5145$  mg/kg·bw) 水平显著降低 ( $p < 0.05$ ), 和脾脏系数 (剂量  $\geq 2521$  mg/kg·bw) 及尿素水平 (剂量  $\geq 5145$  mg/kg) 显著升高 ( $p < 0.05$ )。极高剂量梁王茶水提取物对雌性 (剂量  $\geq 5145$  mg/kg·bw) 小鼠肾脏有一定毒性。极高剂量梁王茶水提取物对雄性 (剂量: 7350 mg/kg·bw、15000 mg/kg·bw) 对小鼠肝脏有一定毒性。

### 参考文献

[1] 李翔,宋婷,张颖,等.梁王茶的研究进展[J].北京农业,2015, 17:89-91  
LI Xiang, SONG Ting, ZHANG Ying, et al. Research

- progress of *Nothopanaxdelavayi* (Franch.) Harms ex Diels [J]. Beijing Agriculture, 2015, 17: 89-91
- [2] 周明玺,周雯鹂,田星.梁王茶的药食两用功能及开发前景[J].饮食保健,2017,16:341-342  
ZHOU Mingxi, ZHOU Wenli, TIAN Xing. Function and development prospect of food and medicine in *Nothopanax delavayi* [J]. Diet & Health Care, 2017, 4(16): 341-342
- [3] 杨青,张健,欧阳胜,等.掌叶梁王茶茎皮的化学成分研究[J].中国中药杂志,2014,39(10):1858-1862  
YANG Qing, ZHANG Jian, OUYANG Sheng, et al. Study on the chemical constituents of the stem bark of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2014, 39(10): 1858-1862
- [4] 李嵘,尹利伟,李恒,等.中国梁王茶属植物纪要[J].植物分类与资源学报,2002,24(4):421-427  
LI Rong, YIN Liwei, LI Heng, et al. Notes on the genus *Metapanax* of Araliaceae from China [J]. Journal of Plant Taxonomy and Resources, 2002, 24(4): 421-427
- [5] 李桂琳,李泽生,高燕,等.云南德宏傣族景颇族常用野生蔬菜及其开发利用思考[J].湖南农业科学,2020,6:49-53  
LI Guilin, LI Zesheng, GAO Yan, et al. Common wild vegetables of Dai and Jinpo nationality in Dehong of Yunnan and their development and utilization [J]. Hunan Agricultural Sciences, 2020, 6: 49-53
- [6] 鲍晓华,潘思轶,董玄.云南省野生蔬菜利用现状分析[J].中国林副特产,2011,1:83-85  
BAO Xiaohua, PAN Siyi, DONG Xuan. Analysis on utilization of wild vegetables in Yunnan province [J]. Chinese Forest Sub-Specialty, 2011, 1: 83-85
- [7] 侯方.澄江梁王茶资源及开发利用[J].中国林副特产,2006,2: 60-61  
HOU Fang. Resource development and utilization of *Nothopanax delavayi* in Chengjiang [J]. Chinese Forest Sub-Specialty, 2006, 2: 60-61
- [8] 杨碧仙,朱燕.贵州省五加科药用植物的分布类型和药用价值研究[J].贵阳学院学报(自然科学版),2009,4(1):28-33  
YANG Bixian, ZHU Yan. Research on the distribution type and medicinal value of Araliaceae medicinal plant of Guizhou province [J]. Journal of Guiyang University (Natural Science Edition), 2009, 4(1): 28-33
- [9] 葛菲,赖学文,宋子荣,等.掌叶梁王茶的镇痛作用研究[J].中国野生植物资源,2000,3:50-51  
GE Fei, LAI Xuewen, SONG Zirong, et al. Study on analgesic effect of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels [J]. China Wild Plant Resources, 2000, 19(3): 50-51
- [10] 缪明志.梁王茶活性多糖研究[D].南充:西华师范大学,2005  
MIAO Mingzhi. Study on active polysaccharides of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels [D]. Nanchong: China West Normal University, 2005
- [11] 庾石山,肖倬殷.异叶梁王茶化学成分的研究[J].药学学报,1991,4:261-266  
YU Shishan, XIAO Zhuoyin. Study on the chemical constituents of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels [J]. Journal of Pharmaceutical Sciences, 1991, 4: 261-266
- [12] 庾石山,包旭.异叶梁王茶化学成分研究(III)[J].中草药,1991,6:243-245  
YU Shishan, BAO Xu. Study on the chemical constituents of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels (III) [J]. Chinese Herbal Medicine, 1991, 6: 243-245
- [13] 庾石山,肖倬殷.异叶梁王茶甙III和IV的结构[J].药学学报,1992,27(1):42-47  
YU Shishan, XIAO Zhuoyin. The structures of Yiyeliangwnoside III and IV from the bark of *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms [J]. Journal of Pharmaceutical Sciences, 1992, 27(1): 42-47
- [14] 庾石山.五加科长刺忽木和异叶梁王茶皂甙的化学研究及雷酚内酯的结构问题[D].北京:北京协和医学院,1993  
YU Shishan. The chemical study of saponins of *Aralia elata* and the saponins of *Aralia elata* and the structure of saponins [D]. Beijing: Peking Union Medical College, 1993
- [15] 庾石山,于德泉,梁晓天.异叶梁王茶中三萜皂苷的研究[J].中国药学杂志,1995,4(4):167-176  
GU Shishan, Yu Dequan, Liang Xiaotian. Study on the triterpenoid saponins from *Nothopanax delavayi* (Franch.) Harms ex Diels [J]. Chinese Journal of Pharmacy, 1994, 4(4): 167-176
- [16] 洪化鹏,程光中.梁王茶成份研究: I 梁王精油组份初探[J].贵州师范大学学报:自然科学版,1991,2:28-31  
HONG Huapeng, CHENG Guangzhong. Study of the component for falsepanax I. the tentative study of the component of falsepanax's essential oil [J]. Journal of Guizhou Normal University: Natural Science, 1991, 2: 28-31
- [17] 赵春燕,龚加顺,杨磊帮,等.梁王茶叶及其速溶茶粉的化学成分分析和抗氧化研究[J].食品研究与开发,2020,41(3): 173-179  
ZHAO Chunyan, GONG Jiashun, YANG Leibang, et al. Study on chemical composition and antioxidant activity of Liangwang tea leaves and its instant tea powder [J]. Food Research and Development, 2020, 41(3): 173-179

- [18] GB 15193.3-2014, 食品安全国家标准急性经口毒性试验[S]  
GB 15193.3-2014, National Food Safety Standard Acute Transoral Toxicity Test [S]
- [19] 付立杰. 现代毒理学及其应用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2001  
FU Lijie. Modern Toxicology and Its Application [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2001
- [20] Nijveldt R J, Teerlink T, Siroen M, et al. The liver is an important organ in the metabolism of asymmetrical dimethylarginine (ADMA) [J]. Clinical Nutrition, 2003, 22(1): 17-22
- [21] Mahmoud R H, Elnour W A. Comparative evaluation of the efficacy of ginger and orlistat on obesity management, pancreatic lipase and liver peroxisomal catalase enzyme in male albino rats [J]. European Review for Medical & Pharmacological Sciences, 2013, 17(1): 75-83
- [22] Li C, Gao X, Gao X, et al. Effects of medicine food *Fructus gardeniae* on liver and kidney functions after oral administration to rats for 12 weeks [J]. Journal of Food Biochemistry, 2021, 45(7): e13752
- [23] Otaru S, Niemikoski H, Sarparanta M, et al. Metabolism of a bioorthogonal PET tracer candidate [19F/18F] siFA-tetrazine in mouse liver microsomes: biotransformation pathways and defluorination investigated by UHPLC-HRMS [J]. Molecular Pharmaceutics, 2020, 17(8): 3106-3115
- [24] Lima F D, Traesel G K, Tolouei Menegati S E L, et al. Acute and subacute oral toxicity assessment of the oil extracted from *Attalea phalerata* Mart ex Spreng pulp fruit in rats [J]. Food Research International, 2016, 91: 11-17
- [25] Lee Y S, Y Y Sung, Yuk H J, et al. Anti-hyperuricemic effect of *Alpinia oxyphylla* seed extract by enhancing uric acid excretion in the kidney [J]. Phytomedicine, 2019, 62: 152975
- [26] 陈树俊, 张君梅, 李佳益, 等. 杂粮功能醋粉体内降血脂辅助降血糖和抗氧化作用[J]. 食品科学, 2019, 40(13): 155-160  
CHEN Shujun, ZHANG Junmei, LI Jiayi, et al. *In vivo* hypolipidemic, hypoglycemic and antioxidant properties of functional vinegar powder made from minor grains [J]. Food Science, 2019, 40(13): 155-160
- [27] 樊林花, 李丹, 樊平花, 等. 清洁级SD大鼠体重和主要脏器系数正常参考值研究及相关性分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2012, 4: 750-752  
FAN Linhua, LI Da, FAN Pinghua, et al. Study on correlation analysis of normal reference range of body weight and the main organs coefficient of clean SD rat [J]. Chinese Journal of Health Inspection, 2012, 4: 750-752
- [28] Zhou C, Yool A J, Byard R W. The etiology of basal vacuolizations in renal tubular epithelial cells evaluated in an isolated perfused kidney model [J]. Journal of Forensic Ence, 2017, 62(4): 915-920
- [29] Antonova T V, Nozhkin M S, Karnaukhova E Y, et al. The structure of viral hepatitis and dynamics of cytolytic syndrome in patients with oncohaematological diseases [J]. Journal Infectology, 2018, 10(2): 55-61
- [30] 宋华峰, 胥萍. 肝脏损伤新的血清学标志物的研究进展[J]. 世界华人消化杂志, 2017, 25(30): 2681-2688  
SONG Huafeng, XU Ping. Research progress of new serologic markers of liver injury [J]. World Journal of Chinese Digestion, 2017, 25(30): 2681-2688
- [31] 杨光勇, 杨邱杰. 血清肌酐在肾病诊断价值的分析[J]. 养生保健指南, 2019, 5: 345  
YANG Guangyong, YANG Qiujie. Analysis of the diagnostic value of serum creatinine in nephropathy [J]. Guidelines for Health Care, 2019, 5: 345

---

(上接第 89 页)

- [29] 戎松浩. 芽孢杆菌 B21 中抗稻瘟病菌物质的分析及防治效果评价[D]. 成都: 四川农业大学生物化学与分子生物学, 2019  
RONG Songhao. Potential and analysis of the antifungal compounds produced by *Bacillus* sp. B21 as a biopesticide to control rice blast [D]. Chengdu: Sichuan Agriculture University, 2019
- [30] Abdelli F, Jardak M, Elloumi J, et al. Antibacterial, anti-adherent and cytotoxic activities of surfactin(s) from a lipolytic strain *Bacillus safensis* F4 [J]. Biodegradation, 2019, 30(4): 287-300
- [31] Ngalimat M S, Raja Abd Rahman R N Z, Yusof M T, et al. Characterisation of bacteria isolated from the stingless bee, *Heterotrigona itama*, honey, bee bread and propolis [J]. PeerJ, 2019, 7: e7478
- [32] 宋梦思, 潘鲁青, 黄飞, 等. 对虾肠道中产蛋白酶菌株的筛选、鉴定及其产酶特性初步研究[J]. 海洋湖沼通报, 2019, 6: 58-67  
SONG Mengsi, PAN Luqing, HUANG Fei, et al. Screening, identification and enzymatic characterization of protease-producing probiotics from shrimp intestine [J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2019, 6: 58-67