

# 茯砖茶奶茶对高脂小鼠血脂水平的影响

唐淑芬<sup>1</sup>, 李宗军<sup>1</sup>, 邵帅<sup>2</sup>

(1. 湖南农业大学食品科学技术学院, 湖南长沙 410128) (2. 大连港湾海关, 辽宁大连 116023)

**摘要:** 为探究茯砖茶奶茶对高脂饲料喂养小鼠血脂水平的影响。本实验选取 126 只雄性昆明小鼠, 根据体重随机分成 7 组, 即空白组、对照组、茶汤组、牛奶组、低剂量奶茶组 (167 mg/kg)、中剂量奶茶组 (834 mg/kg)、高剂量奶茶组 (1667 mg/kg); 通过对小鼠饲喂高脂饲料建立高脂模型, 连续喂养 28 d、35 d、42 d 分析茯砖茶奶茶对高脂小鼠甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白(HDL-C)、低密度脂蛋白(LDL-C)四项指标的影响。结果表明: 灌胃低、中、高剂量的茯砖茶奶茶与对照组相比, 中剂量奶茶组能显著降低高脂小鼠的 TC、TG、LDL-C 含量 ( $p < 0.05$ ), 各指标下降比率分别为 16.38%、66.67%、34.34%。在连续灌胃 28 d、35 d、42 d, 其中茶汤组在 35 d 时降脂效果显著, 牛奶组无显著性差异变化, 中剂量茯砖茶奶茶灌胃高脂小鼠在 28 d 时血脂呈最低水平。综上, 茯砖茶奶茶具有显著降低血脂的作用, 为进一步开发以茯砖茶为原料的产品提供了理论依据。

**关键词:** 茯砖茶奶茶; 高脂小鼠; 血脂

文章编号: 1673-9078(2019)08-67-72

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.8.011

## Effect of Fuzhuan Milk Tea on Blood Lipid Level in High-fat Mice

TANG Shu-fen<sup>1</sup>, LI Zong-jun<sup>1</sup>, SHAO Shuai<sup>2</sup>

(1. College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

(2. Dalian Harbour Customs, Dalian 116023, China)

**Abstract:** To investigate the effect of Fuzhuan Milk Tea on blood lipid level of mice fed with high fat diet. In this work, 126 male Kunming mice according to their body weight were selected, which were randomly divided into seven groups: blank group, control group, tea soup group, milk group, low (167 mg/kg), middle (834 mg/kg), high (1667 mg/kg) milk tea group. The mice model with hyperlipidemia was established by feeding a high-fat diet. At 28 th, 35 th, 42 th day of continuous gavage, serum total cholesterol (TC), triglycerides (TG), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) of mice content were detected. The results showed that the contents of TC, TG and LDL-C in high-fat mice decreased significantly by intragastric administration of medium dose milk tea compared with the control group, which decreased by 16.38%, 66.67% and 34.34% respectively. Under the condition of continuous gavage for 28 days, 35 days and 42 days, the effect of reducing blood lipid in tea group was remarkable at 35 days, while the milk group was no significant difference. The lowest blood lipid level was observed at 28 days after gavage of high-fat mice with medium dosage of milk tea. In conclusion, Fuzhuan milk tea had a significant effect on reducing blood lipid, which could provide a theoretical basis for further development of products with Fuzhuan tea as raw material.

**Key words:** fuzhuan milk tea; high-fat mice; blood lipid

随着人们生活水平的日益提高, 饮食结构发生了明显的变化, 动物性食物消费逐渐增多, 与此同时, 高血脂症患者越来越多。高血脂症是由于人体内脂肪代谢紊乱、脂肪转运异常, 而引起机体血浆中脂质含量高于正常水平的病理状态<sup>[1]</sup>。目前, 临床上主要采取药物治疗的方式较多, 其优点是疗效快, 在短期内能降低血脂含量, 但是长期使用具有较大的副作用, 易引起血糖升高、恶心、腹胀、腹泻及肝功能损害等不良反应, 对人们的健康造成极大的危害<sup>[2]</sup>。而通过食物或天然植物成分进行干预和治疗, 因安全无

收稿日期: 2019-03-27

作者简介: 唐淑芬 (1995-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品生物技术

通讯作者: 李宗军 (1967-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品生物技术

毒副作用, 逐渐成为了人们研究的新趋势。

茯砖茶属于后发酵茶, 主要是以黑毛茶为原料, 通过一系列复杂加工工艺而成, 多制成饼状或者是砖块状, 主要销往西北各地区。据文献记载, 茯砖茶具助消化, 降低血脂的作用<sup>[3,4]</sup>。现代医学研究发现<sup>[5]</sup>, 茯砖茶含有氨基酸、黄酮、生物碱、茶多酚、多糖、茶色素等大量的生物活性成分。茯砖茶含有独特的冠突散囊菌, 又被称为“金花”, 该菌在发酵过程中产生了大量的酶、有机酸等物质, 使茶叶中某些化学成分发生转变, 使其具有降血压、降血脂、抗氧化等多种保健功能<sup>[6,7]</sup>。牛奶中含有酪蛋白、乳清蛋白等物质, 在小鼠试验中牛乳中的乳清蛋白、 $\beta$ -乳球蛋白源生物活性肽比大豆蛋白或酪蛋白在降低血液中胆固醇生物

活性方面更具有优势,此外还能预防动脉粥样硬化与高血脂症疾病的发生<sup>[8]</sup>。

茯砖茶奶茶是蒙古族最喜欢的饮品。据《中华风俗志》中记载:“以新鲜之牛奶咸盐等和于茶为夏日之饮,亦称奶子茶,又名蒙茶”<sup>[9]</sup>。茯砖茶奶茶的制作流程一般是首先将砖茶熬煮,去掉茶叶留下茶汤,然后再加入牛奶(或马、羊、骆驼奶)继续熬制,最后加入一定量的盐调节风味<sup>[10]</sup>。茯砖茶奶茶在蒙古族饮食中占有重要地位,对摄入牛羊肉较多的民族,茯砖茶奶茶可能成为帮助消化的重要饮品。

目前,关于茯砖茶奶茶调节血脂的相关报道较少,因此,本文拟通过建立高脂小鼠模型,研究茯砖茶奶茶的降血脂作用,为茯砖茶奶茶的保健功效研究提供理论依据,同时为提高茯砖茶奶茶的市场消费提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 原料与试剂

手筑茯砖茶,购自湖南益阳某茶业有限公司;全脂奶粉,购于湖南长沙某超市。

血清总胆固醇(TC)试剂盒、甘油三酯(TG)试剂盒、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)试剂盒、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)试剂盒均购自上海恒远生物科技有限公司。

#### 1.1.2 实验动物与饲料

昆明小白鼠(SPF级,雄性,6~8周龄,体重16~20g),购买于湖南斯莱克景达动物有限公司,生产许可证号为SCXK(湘)2009-0004。实验动物在温度为20℃±2℃的条件下饲养,相对湿度为50%~80%。

小鼠日常基础颗粒饲料由湖南斯莱克景达动物有限公司提供;高脂饲料由78.9%基础饲料、0.1%猪胆盐、1%胆固醇、10%猪油、10%蛋黄粉组成。

### 1.2 仪器与设备

RE-2000B 旋转蒸发仪,上海亚荣生化仪器厂;SHZ-D(III)循环水式真空泵,上海邦西仪器科技有限公司;BT-2000 plus 全自动生化分析仪,意大利;TD-4M 离心机,山东博科科学仪器有限公司;AEU-210 电子天平,长沙湘仪天平仪器公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 茯砖茶奶茶制备

精确称量10g茯砖茶叶,用沸水预先冲泡30s,

然后用纱布将茶水挤出,余下的茶叶放入400mL沸水中继续熬制2.5min。熬煮完毕后,用100目纱布进行过滤,去掉茶叶,所得的茶水即为茯砖茶茶汤,准确称量剩余的茶汤含量,根据所得的茶汤量加入65%全脂牛奶,0.13%食盐放入锅中熬煮40min<sup>[11]</sup>。将制备好的奶茶采用旋转蒸发仪在40℃,110r/min条件下进行浓缩,用蒸馏水定容至100mL容量瓶,按人体推荐摄入量的1倍、5倍、10倍配制低、中、高剂量(167、834、1667mg/kg)的茯砖茶奶茶。

#### 1.3.2 动物分组及灌胃

取126只8周龄雄性昆明小鼠,体重为20±1g,经过一周适应喂养阶段,根据体重随机分成7组:空白组(N)、对照组(C)、茶汤组(T)、牛奶组(M)、低剂量奶茶组(TL)、中剂量奶茶组(TM)、高剂量奶茶组(TH),每组18只小鼠。T组配制成人体推荐摄入量的5倍剂量834mg/kg;M组按成人一天摄入量500mL(体重60kg计),全脂奶粉配成牛奶的比例为1:8,则需要全脂奶粉的量为62.5g,即配成牛奶的浓度为10g/kg;TL、TM、TH组按167mg/kg、834mg/kg、1667mg/kg剂量配制,每组小鼠的灌胃量为0.20mL/10g,1次/d,自由饮水与进食,其中N组饲喂基础饲料,其余6组均饲喂高脂饲料。在实验期间,每天注意观察小鼠的身体状况,在一定的时间段补充相应的饲料,各组实验动物需每周测量一次体重,以便于调整灌胃的剂量。末次处理时,小鼠禁食不禁水,采取眼球取血法。

#### 1.3.3 血液采集及血脂测定

实验小鼠在饲喂到第28d、35d、42d同一时间段分别进行血液采集。各组小鼠在采血前12h禁食不禁水,从眼球采血400μL滴入普通离心管,放入37摄氏度温箱30min,在转速12000r/min,温度4℃的条件下离心3min分离血清。用全自动生化分析仪分析TC、TG、HDL-C、LDL-C的含量。

#### 1.3.4 统计学处理

实验数据结果均采用均数±标准差(x±s)表示,用SPSS21.0对多组计量资料进行单因素方差分析,组间比较采用t检验,p<0.05则具有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 高脂模型的建立

高脂模型建立后,检测空白组与对照组TC、TG的含量,其结果如图1所示。对照组小鼠的血脂与空白组相比TC、TG含量升高且均具有显著性差异(p<0.05),这说明高脂小鼠模型建立成功<sup>[12]</sup>,高脂饲

料中含有较多的脂肪、胆固醇等物质是导致小鼠血脂升高的主要因素。

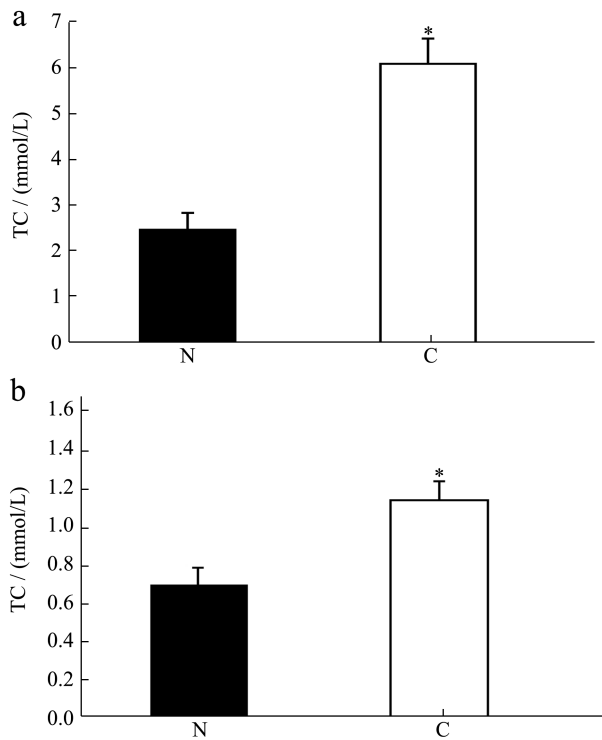


图1 高脂饲料喂养对实验小鼠 TC、TG 水平的影响  
Fig.1 Effects of high-fat diet on TC and TG levels in experimental mice

注: N: 空白组; C: 对照组; \*与 N 组比较,  $p < 0.05$ 。

## 2.2 茯砖茶奶茶对小鼠体重的影响

各组小鼠 0~6 周体重变化曲线如图 2 所示, 由图可知, 小鼠在饲喂初期体重基本相同, 对照组小鼠体重极显著高于空白组 ( $p < 0.01$ ), 说明高脂饲料喂养会诱导小鼠体重增加。实验期间小鼠体重持续增加, C 组与 TL、TM、TH 组相比, 灌胃茯砖茶奶茶的小鼠体重明显低于 C 组, 具有统计学差异 ( $p < 0.01$ ), 以

TM 组小鼠与 C 组差异最大, 说明茯砖茶奶茶能够减轻小鼠的体重, 有降脂减肥的作用。

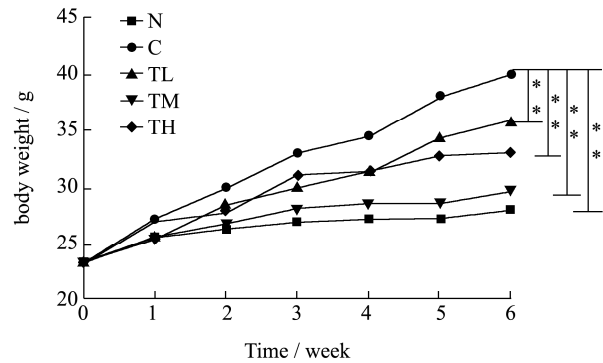


图2 各组小鼠 0~6 周体重变化曲线

Fig.2 Weight change curve of mice in each group at 0-6 weeks

注: N: 空白组; C: 对照组; TL: 低剂量奶茶组; TM: 中剂量奶茶组; TH: 高剂量奶茶组; \*\*与 C 组比较,  $p < 0.01$ 。

## 2.3 茯砖茶奶茶对高脂小鼠血脂水平的影响

小鼠饲喂至第 28 d 时对各组小鼠血脂指标进行检测, 并对该结果进行显著性差异分析如表 1 所示。灌胃茶汤和牛奶的小鼠 TC、TG 和 LDL-C 水平均有不同程度的降低, 其中茶汤组较对照组相比分别降低了 12.33%、56.41%和 35.35%, 牛奶组降低比率分别为 17.06%、39.32%、29.80%, 且均具有显著差异性 ( $p < 0.05$ )。在本实验中, 灌胃低、中、高剂量的奶茶 LDL-C 含量均显著高于空白组 ( $p < 0.05$ ); 灌胃 167 mg/kg、1667 mg/kg 剂量的奶茶血脂指标与对照组相比, TC、TG 和 LDL-C 含量呈降低趋势, 但无明显剂量浓度关系; 而灌胃 834 mg/kg 剂量的奶茶组效果较为显著 ( $p < 0.05$ ), 相比于对照组 TC、TG、LDL-C 含量下降了 16.38%、66.67%、34.34%, HDL-C 含量相比于空白组有统计学差异 ( $p < 0.05$ )。

表 1 茯砖茶奶茶对实验小鼠血脂水平的影响

Table 1 Effect of Fuzhuan milk tea on blood lipid level in experimental mice

组别	TC	TG	HDL-C	LDL-C
空白组 (N)	2.86±0.38	0.75±0.09	2.36±0.19	0.21±0.06
对照组 (C)	5.92±0.54★	1.17±0.10★	3.68±0.30★	1.98±0.08★
茶汤组 (T)	5.19±0.49★▲	0.51±0.09▲	3.82±0.35★	1.28±0.09★▲
牛奶组 (M)	4.91±0.35★▲	0.71±0.10▲	3.78±0.26★	1.39±0.08★▲
低剂量奶茶组 (TL)	5.56±0.50★◆	1.10±0.11★◆	4.20±0.28★	1.82±0.08★
中剂量奶茶组 (TM)	4.95±0.38★▲	0.39±0.08▲◆	3.96±0.27★	1.30±0.10★▲
高剂量奶茶组 (TH)	5.32±0.30★◆	1.01±0.09★◆	4.48±0.27★▲	1.78±0.10★◆

注: ★与空白组相比,  $p < 0.05$ ; ▲与对照组相比,  $p < 0.05$ ; ●与茶汤组相比,  $p < 0.05$ ; ◆与牛奶组相比,  $p < 0.05$ 。

2.4 不同时间对高脂小鼠血脂水平的影响

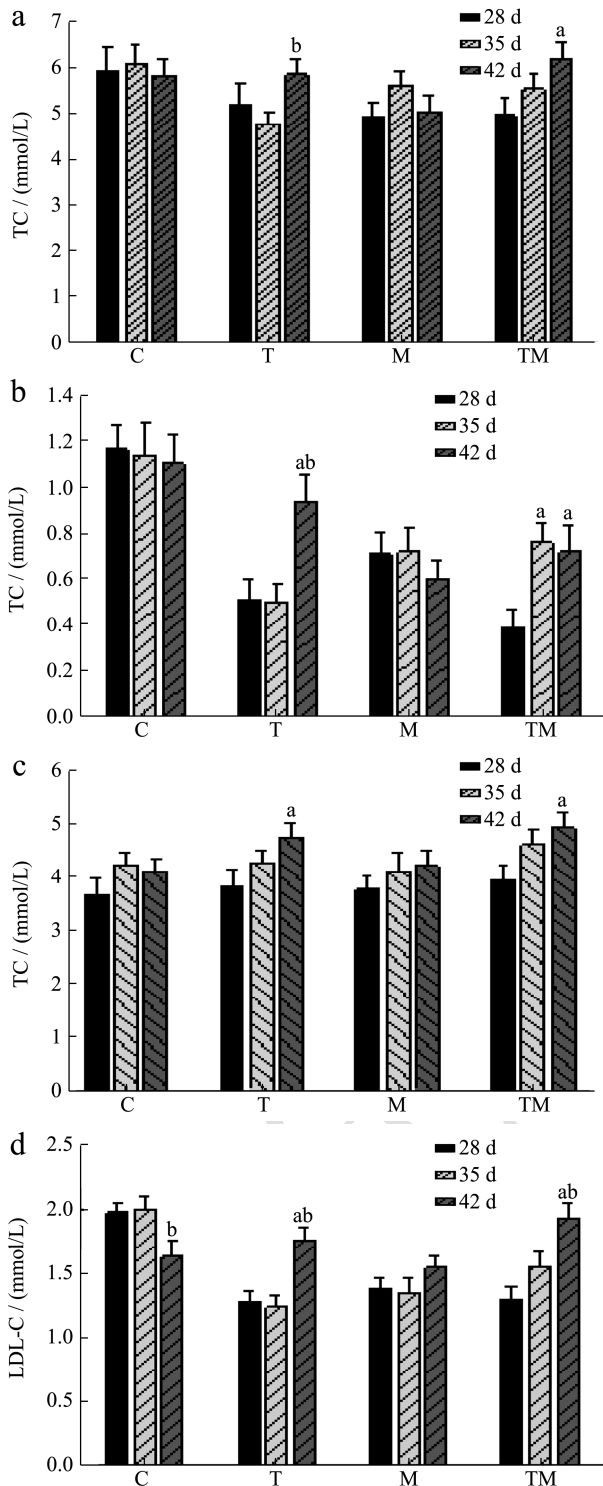


图3 不同时间对实验小鼠血脂水平的影响

Fig.3 Effect of different time on blood lipid level in experimental mice

注：图 a：实验动物血脂中 TC 水平；图 b：TG 水平；图 c：HDL-C 水平；图 d：LDL-C 水平。图中字母 a 表示与灌胃 28 d 相比， $p < 0.05$ ；图中字母 b 表示与灌胃 35 d 相比， $p < 0.05$ ；C：对照组；T：茶汤组；M：牛奶组；TM：中剂量奶茶组。

图 3 为实验小鼠饲喂至 28 d、35 d、42 d 时各组血脂水平对比分析图。在不同时间段下，茶汤组和中剂量奶茶组的血脂水平均存在不同程度的差异。其中灌胃茶汤的小鼠在第 35 d 时降脂作用最显著，TC、TG、LDL-C 含量分别比对照组降低了 21.67%、56.14% 和 38.01%；且小鼠灌胃茶汤至 42 d 时与 28 d、35 d 相比，TG、LDL-C 含量显著上升 ( $p < 0.05$ )。牛奶组小鼠在饲喂至 28 d、35 d、42 d 时各项血脂水平并无显著性差异变化。中剂量奶茶组小鼠的 TC、HDL-C、LDL-C 含量随着时间而逐渐升高，在干预 42 d 时相比于 28 d 具有统计学差异 ( $p < 0.05$ )；而 TG 含量在 28 d 时处于最低水平，与对照组相比下降了 66.67%，此时含量为  $(0.39 \pm 0.08)$  mmol/L。

3 结论

3.1 脂质代谢与人体健康紧密联系，血清中甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (TC)、低密度脂蛋白 (LDL-C) 指标浓度的升高和高密度脂蛋白 (HDL-C) 含量的降低<sup>[13]</sup>更容易引发心血管疾病。其中心血管疾病与 TC、TG 含量的增加成正比，TG 主要是通过糖酵解的途径产生，HDL-C 含量的增加能加速 TC 分解，可作为逆向转运 TC 的载体<sup>[14,15]</sup>，因此控制血脂水平对于降低心血管和高血脂疾病具有重要的意义。

3.2 本实验主要是通过建立高脂模型来研究茯砖茶奶茶对高脂饲料小鼠血脂水平的影响，而采用高脂饲料饲养小鼠是建立高脂模型的普遍方法，可导致血脂含量升高、肝功能异常、代谢功能下降等不良反应<sup>[16,17]</sup>。在本实验中我们发现，对照组与空白组相比 HDL-C 含量显著上升，这与大量实验研究结果不一致，徐姝迪、林勇等<sup>[18,19]</sup>报道，在建立高脂模型时，高脂饲养小鼠的 HDL-C 含量升高，其原因是 HDL-C 的调控因子胆固醇酯转移蛋白 (CETP) 含量降低，从而导致 HDL-C 含量增加，而 CETP 能促进胆固醇酯与低密度脂蛋白中 TG 的交换，导致胆固醇酯从 HDL-C 中转移出去，进而使得 HDL-C 颗粒减小<sup>[20]</sup>。肖文军等<sup>[21]</sup>人研究指出茯砖茶能够使 TC、TG 含量降低，HDL-C 的含量升高，可将肝脏组织外的胆固醇转运到肝脏中代谢，从而使衰老细胞膜中的胆固醇在肝脏中以胆汁形式排出，从而达到降血脂的作用。国外研究指出<sup>[22]</sup>，茶多酚中的 EGCG 成分能够有效地降低小鼠的体重、TC、TG 含量以及血清瘦素水平，促进脂肪组织的氧化，加速脂肪组织的排泄，从而起到降脂的作用，这与本实验研究结果一致。

3.3 茯砖茶中茶多酚、茶多糖等活性物质可以通过抑制或者激活脂肪中合成与分解过程中的关键酶，减少

脂肪合成以及加速脂质分解。牛奶中乳清蛋白营养价值较高,有多种活性物质主要包括 $\beta$ -乳球蛋白和牛血清蛋白,具有调节免疫因子、降胆固醇、抗癌等作用。Frested 等<sup>[23]</sup>指出肥胖患者通过连续摄入 12 周的乳清蛋白,其中血脂水平中的 TC 和 TG 含量明显降低。杜淑霞<sup>[24]</sup>等研究中表明茶叶中的茶多酚成分与牛奶中蛋白质主要以物理方式结合,茶多酚的酯基和酚羟基是茶多酚与牛奶蛋白结合的主要活性基团,其中富含 EGCG 和 ECG2 两种酯基的儿茶素与牛奶中的蛋白质反应活性强烈。通过对本实验数据分析得知,中剂量奶茶组能显著降低血清中 TC、TG、LDL-C 含量,升高 HDL-C 含量,说明茯砖茶奶茶可以通过调节血脂水平达到降脂目的。

3.4 综上所述,本实验对茯砖茶奶茶降血脂作用进行了进一步的验证,结果表明,茯砖茶奶茶可以明显调节高脂小鼠的血脂水平,改善因摄入脂肪过多而引起的高血脂疾病,在很大程度上为人们健康提供了指导。通过上述实验得知,不同时间灌胃的小鼠血脂水平具有差异性,且在 28 d 时中剂量奶茶组的效果最明显,这为后续小鼠饲养时间提供了参考价值。但是对于茯砖茶奶茶降脂功能的机制还不明确,对于其内在结构的互作机制还需要进一步研究。

## 参考文献

- [1] 慕振亮,卞宇,蔡胡强,等.决明子提取物对高脂血症大鼠血脂的调节作用[J].哈尔滨医科大学学报,2018,52(1):23-27  
QI Zhen-liang, BIAN Yu, CAI Hu-qiang, et al. Effects of semen cassiae extract to blood lipid level of hyperlipidemia rats [J]. Journal of Harbin Medical University, 2018, 52(1): 23-27
- [2] 杨宽,钱卫东,秦蓓.茶多酚对高脂血症大鼠血脂代谢和肝组织 MDA、T-SOD 含量的影响[J].中国油脂,2019,44(1):71-74  
YANG Kuan, QIAN Wei-dong, QIN Bei. Effects of tea polyphenols on blood lipid metabolism and contents of MDA and T-SOD in liver tissue of hyperlipidemia rat [J]. China Oils and Fats, 2019, 44(1): 71-74
- [3] 刘子音,许爱清,李宗军,等.茯砖茶中冠突散囊菌及其代谢产物研究进展[J].茶叶通讯,2010,37(1):1-2  
LIU Zi-yin, XU Ai-qing, LI Zong-jun, et al. Research progress on *Eurotium cristataum* and its metabolites in fuzhuan tea [J]. Tea Communication, 2010, 37(1): 1-2
- [4] 韩卓潇,黄亚亚,梁艳,等.茯砖茶降脂功能及主要降脂活性物质研究进展[J].广东茶业,2017,41(4):6-11  
HAN Zhuo-xiao, HUANG Ya-ya, LIANG Yan, et al. Research progress of lipid-lowering function and main lipid-lowering active substances of fuzhuan brick tea [J]. Guangdong Tea Industry, 2017, 41(4): 6-11
- [5] 樊成.茯砖茶主要活性成分研究新进展[J].农产品加工,2018,18(13):1-2  
FAN Cheng. New research progress in main active ingredients of fuzhuan brick tea [J]. Farm Products Processing, 2018, 18(13): 1-2
- [6] 王昕,张宇翔,任婷婷,等.茯砖茶中冠突散囊菌的分离鉴定及其在液态发酵中的应用[J].食品科学,2018,40:1-12  
WANG Xin, ZHANG Yu-xiang, REN Ting-ting, et al. Isolation and identification of *Eurotium Cristatum* from fuzhuan tea and its application in liquid-fermentation [J]. Food Science, 2018, 40: 1-12
- [7] 张亚,黄亚亚,韩卓潇,等.微型茯砖茶加工及“金花”菌鉴定[J].食品科技,2018,43(7):116-122  
ZHANG Ya, HUANG Ya-ya, HAN Zhuo-xiao, et al. Processing technology of micro-fuzhuan tea and identification of golden flower fungi from micro-fuzhuan tea [J]. Food Science and Technology, 2018, 43(7): 116-122
- [8] Layman D K. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis [J]. Journal of Nutrition, 2003, 133(1): 261
- [9] 胡朴安.中华风俗志(民俗民间文学影印资料之十二.第9卷)[Z].上海:上海文艺出版社,1983  
HU Pu-an. Chronicles of chinese customs (volume9, twelve photocopies of folklore and folk literature) [Z]. Shanghai: Shanghai Literature and Art Publishing House, 1983
- [10] 邵帅.奶茶的制备及其对采食高脂饲料小鼠血脂水平的影响[D].长沙:湖南农业大学,2013  
SHAO Shuai. The preparation of milk tea and its effect on blood lipid level of mice having high fat feed [D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2013
- [11] 邵帅,李宗军,李珂,等.正交试验法优化茯砖茶奶茶配方[J].农产品加工学刊,2013,9(7):38  
SHAO Shuai, LI Zong-jun, LI Ke, et al. Optimizing the formula of fuzhuan tea with milk by orthogonal test [J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2013, 9(7): 38
- [12] 张瑞,吕梅霞,吾布力卡司木·艾克拜尔,等.鹰嘴豆膳食纤维对高脂血症大鼠脂代谢的改善作用[J].现代食品科技,2018,34(10):21-27  
ZHANG Rui, LU Mei-xia, WU bu li ka si mu·AI KE BAI ER, et al. Improvement effect of dietary fiber from chickpea on lipid metabolism in hyperlipidemic rats [J]. Modern Food

- Science and Technology, 2018, 34(10): 21-27
- [13] 邓鑫磊,吴凌云,李婧嘉,等. 鸢尾素对高脂膳食小鼠血脂水平的影响[J].海南医学,2018,29(10):11-14  
DENG Xin-lei, WU Ling-yun, LI Jing-jia, et al. Effects of irisin on serum lipid level in mice fed a high-fat diet [J]. Hainan Medical Journal, 2018, 29(10): 11-14
- [14] Zhao L Y, Huang W, Yuan Q X, et al. Hypolipidaemic effects and mechanisms of the main component of *Opuntia dillenii* haw polysaccharides in high-fat emulsion-induced hyperlipidaemic rats [J]. Food Chemistry, 2012, 134(2): 964-971
- [15] Soo C, Tae K, Catherine R, et al. Effect of instant cooked giant embryonic rice on body fat weight and plasma lipid profile in high fat-fed mice [J]. Nutrients, 2014, 6(6): 2266-2278
- [16] Sung Y Y, Kim D S, Choi G, et al. Dohaekseunggi-tang extract inhibits obesity, hyperlipidemia, and hypertension in high-fat diet-induced obese mice [J]. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2014, 14: 372
- [17] Weing Rtner O, Dieter Lütjohann, Ji S, et al. Vascular effects of diet supplementation with plant sterols [J]. Journal of the American College of Cardiology, 2008, 51(16): 1553-1561
- [18] 徐姝迪,郑玉建,丁红,等.高脂饲料诱导肥胖大鼠模型的方法研究[J].现代预防医学,2012,39(2):294-295  
XU Shu-di, ZHENG Yu-jian, DING Hong, et al. Analysis of method for building obesity rats model induced by high fat diet modern preventive medicine [J]. Modern Preventive Medicine, 2012, 39(2): 294-295
- [19] 林勇,刘仲华,林海燕,等.茯砖茶水提取物对高脂血症小鼠脂质代谢的影响及其抗氧化作用的研究[J].食品安全质量检测学报,2015,5:1561-1566  
LIN Yong, LIU Zhong-hua, LIN Hai-yan, et al. Study on influence of fuzhuan brick tea aqueous extract on lipid metabolism in hyperlipidemia mice and its antioxidation [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2015, 5: 1561-1566
- [20] Brown M L, Inazu A, Hesler C B, et al. Molecular basis of lipid transfer protein deficiency in a family with increased high 2 density lipoproteins [J]. Nature, 1989, 342: 448-451
- [21] 肖文军,任国谱,傅冬和,等.茯茶辅助调节血脂作用研究[J].茶叶科学,2007,27(3):211-214  
XIAO Wen-jun, REN Guo-pu, FU Dong-he, et al. Study on the regulation of blood lipid by fuzhuan tea [J]. Journal of Tea Science, 2007, 27(3): 211-214
- [22] Kao Y H, Chang H H, Lee M J, et al. Tea, obesity, and diabetes [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2006, 50(2): 188-210
- [23] Frestedtjl, Zenkj, Kuskowski Ma, et al. A whey-protein supplement increases fat loss and spares lean muscle in obese subjects: A randomized human clinical study [J]. Nutr Metabolism 2008, 5: 8-14
- [24] 杜淑霞,欧仕益,贝惠玲,等.茶多酚与牛奶蛋白互作对蛋白质离体消化率的影响[J].食品与发酵工业,2010,41(2):76-79  
DU Shu-xia, OU Shi-yi, BEI Hui-ling, et al. Effect of tea polyphenols interaction with milk protein on *in vitro* digestibility of protein [J]. Food and Fermentation Industries, 2010, 41(2): 76-79

(上接第 83 页)

- [26] 彭勃,毛曦,林雪茜,等.刺葡萄汁对大鼠血脂代谢影响的研究[J].经济动物学报:1-5[2019-05-05]. <https://doi.org/10.13326/j.jea.2018.1352>  
PENG Bo, MAO Xi, LIN Xue-qian, et al. Effect of vitis davidii juice on blood lipid metabolism of rats [J]. Journal of Economic Animals: 1-5[2019-06-12]. <https://doi.org/10.13326/j.jea.2018.1352>
- [27] 杨佳颖,蒋丽娟,张楠,等.脂清爽保健茶降血脂作用研究[J].现代食品科技:2019,5:1-7  
YANGJia-ying, JIANG Li-juan, ZHANGYu, et al. Study on the hypolipidemic effect of Zhi Qing Shuang healthy tea [J]. Modern Food Science and Technology: 2019, 5: 1-7
- [28] 吴立夫,何照范,熊绿芸,等.刺梨汁对家兔实验性高脂血症的影响[J].山地农业生物学报,1991,1:102-102  
WU Li-fu, HE Zhao-fan, XIONG Lu-yun, et al. Effects of prickly pear juice on experimental hyperlipidemia in rabbits [J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 1991, 1: 102-102
- [29] 颜伟玉,谢国秀,丁黄洁,等.纳米蜂胶的制备及其对大鼠降血脂和抗氧化功能影响[J].江西农业大学学报,2013,35(2):245-248,254  
YAN Wei-yu, XIE Guo-xiu, DING Huang-jie, et al. Preparation of nano-propolis and its effects on blood lipid and antioxidant function in rats [J]. Journal of Jiangxi Agricultural University, 2013, 35(2): 245-248, 254
- [30] 黄欣欣.大果山楂黄酮类物质的提取及其抗氧化性和降血脂功能研究[D].南宁,广西大学,2015  
HUANG Xin-xin. Extraction of flavonoids from *Rhizoma edulis* and its anti-oxidation and blood lipid-lowering functions [D]. Nanning, Guangxi University, 2015