



中国粮油学报
Journal of the Chinese Cereals and Oils Association
ISSN 1003-0174, CN 11-2864/TS

《中国粮油学报》网络首发论文

题目： 花椒精油对 1 型糖尿病小鼠肠道健康的影响
作者： 任廷远, 陆敏涛, 黄涛, 陆龙发, 杨建, 秦礼康
收稿日期： 2019-11-13
网络首发日期： 2020-06-20
引用格式： 任廷远, 陆敏涛, 黄涛, 陆龙发, 杨建, 秦礼康. 花椒精油对 1 型糖尿病小鼠肠道健康的影响[J/OL]. 中国粮油学报.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2864.TS.20200619.1558.004.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

花椒精油对 1 型糖尿病小鼠肠道健康的影响

任廷远^{1,3,4} 陆敏涛¹ 黄涛² 陆龙发² 杨建² 秦礼康¹

(贵州大学酿酒与食品工程学院¹, 贵阳 550025)

(贵州玄德生物科技股份有限公司², 贵阳 550016)

(贵州省农业生物工程重点实验室³, 贵阳 550025)

(贵州省农业科学院农业部 DUS 中心贵阳分中心⁴, 贵阳 550006)

摘要 为了探索花椒精油对 1 型糖尿病小鼠肠道健康的影响,将造模成功的 40 只雄性小鼠,按体质量和血糖随机分为模型组、花椒精油高剂量组 15 mg/(kg·d)、中剂量组 9 mg/(kg·d)和低剂量组 3 mg/(kg·d),每组 10 只,饲养 28 d。实验结束后,检测盲肠壁表面积、pH 值、游离氨、盲肠微生物和短链脂肪酸等。实验结果表明,与模型组相对,花椒精油可显著($P < 0.05$)增加小鼠体质量和饲料效率,降低其采食量;可显著($P < 0.05$)增加盲肠内容物中短链脂肪酸的含量;可显著($P < 0.05$)增加盲肠内容物乳酸杆菌和双歧杆菌的量;高、中剂量可显著降低肠杆菌和肠球菌的量。结果表明,花椒精油可促进因 STZ 诱导的 1 型糖尿病小鼠盲肠内容物中有益菌的生长,抑制有害菌的生长,从而改善 1 型糖尿病小鼠的肠道健康。

关键词 花椒精油 糖尿病 肠道微环境 肠道微生物

中图分类号:R285.5 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-0174(2020)06-0000-09

网络首发时间:

网络首发地址:

花椒(*Zanthoxylum bungeanum* Maxim)是芸香科(*Rutaceae*)花椒属植物的果皮,属药食同源类物质^[1]。花椒精油又叫花椒挥发油,由花椒果皮所提取分子量较小的挥发性精油类物质,颜色以无色或浅黄色为主,提取过程中可以随蒸汽蒸出,是花椒的原次生代谢产物,它对花椒独特的香气具有很大的贡献^[2],其不仅是一种重要的食品添加剂和调味料,也可作为医药、化妆品和农药等的基础原料,具有广泛的开发利用价^[3]。近年来,花椒精油的提取、抗菌活性、成分分析已经成为了研究的热点。路纯明等^[4]对花椒挥发油进行纯化,获得各纯化组分;并分析这些组份对杂拟谷盗的影响,结果显示能够杀灭这种害虫的成虫,其中 β -水芹烯和芳樟醇有较强的杀虫活性。聂霄艳等^[5]研究发现花椒精油中 β -水芹烯既有驱虫效果,又有触杀作用。W. Choochote 等^[6]对比花椒精油与其他植物精油对伊蚊的作用效

果,结果显示花椒精油可以有效驱除伊蚊达到 1 h。王峰等^[7]对比了超临界、亚临界萃取法和水蒸气蒸馏法提取的花椒精油的抑菌效果,结果表明不同方法提取的花椒精油均有抑菌效果,其作用效果区别不大,且对金黄色葡萄球菌、浓绿杆菌和伤寒沙门氏菌有良好的抑制作用。弭向辉^[8]初步研究了花椒精油的抗肿瘤作用,发现花椒精油能抑制黑色素瘤细胞 A375 的生长,并观察到黑色素瘤细胞 A375 体积明显缩小,呈现不规则生长状态,且出现了大量细胞破碎的状况;而且精油的抗癌细胞作用与其浓度和时间相关。袁太宁等^[9]应用花椒精油处理宫颈癌 Hela 细胞,发现在低浓度的状态下就可以诱导细胞凋亡。另外,花椒精油抗脂质过氧化活性和清除自由基活性的能力比维生素 E、维生素 C 都更胜一筹,而且抗脂质过氧化作用比清除自由基活性稍强^[10]。蔡华珍等^[11]采用 0.1% 八角精油、0.08% 花椒精油、0.04% 桂皮精油作为保鲜剂能使调理鸡肉串在 4℃ 下保鲜达 20 d, 25℃ 下保鲜 16~18 h。

肠道微生态系统是影响动物消化吸收能力的重要因素,肠道菌群平衡有助于提高动物的消化吸收能力^[12]。孙琳等^[13]研究表明,花椒精油对葡聚糖硫

基金项目:贵州省科技计划(黔科合平台人才[2018]5781-50),
贵州大学引进人才科研项目[贵大人基合字(2018)42
号],毕节市科技项目(毕科联合字 ZY[2017]01 号)

收稿日期:2019-11-13

作者简介:任廷远,男,1983 年出生,副教授,食品化学与营养、农产品贮藏与加工

通信作者:秦礼康,男,1964 年出生,教授,粮食、油脂与植物蛋白工程

酸钠(dextran sulfate sodium, DSS)介导溃疡性结肠炎(Ulcerative colitis, UC)小鼠的肠道菌群有益的影响。Castillo M 等^[14]研究表明,在饲料中添加3%肉桂醛的植物精油,可显著增加断奶仔猪肠道内有益菌乳酸杆菌数量,能缓解仔猪断奶应激作用;Tiihonen K 等^[15,16]研究表明,饲料中添加肉桂醛可调节肉鸡肠道菌群,维持肠道微生态平衡,从而提高肉鸡生长性能。王光富等^[17]研究表明,单独添加植物精油和酸化剂较混合添加有助于维持罗曼粉壳产蛋鸡盲肠微生物稳态。Figen 等^[18]研究表明,大蒜精油和牛至可显著降低肉鸡肠道梭状芽孢杆菌和链球菌数量以上的研究表明,植物精油可抑制肠道有害菌生长,促进有益菌生长,发生改善机体肠道平衡的作用。花椒及花椒麻味物质对机体糖代谢^[19]、脂代谢^[20]、蛋白质代谢^[21]及肠道健康^[22]的影响及其机制已基本清楚,而花椒精油对机体肠道的影响研究较少,因此研究花椒精油对肠道健康的影响具有重要意义。

采用STZ诱导建立1型糖尿病小鼠模型,分别从生长状况、理化指标、肠道微环境及肠道微生物等研究花椒精油对1型糖尿病小鼠肠道健康的影响,以期在花椒精油在食品、医疗、功能性食品中的应用提供的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

红花椒精油,由陕西韩城产大红袍花椒,经超临界CO₂萃取后,用分子蒸馏分离而得,由贵州玄德生物科技股份有限公司提供;昆明种雄性小鼠,SPF级,每只18~22 g,共58只,由贵州医科大学实验动物中心提供,动物生产许可证号为SCXK(黔)2018-0001;链脲佐菌素(STZ)、DNA凝胶回收试剂盒、粪便DNA提取试剂盒、荧光定量试剂盒、短链脂肪酸(乙酸、丙酸、丁酸、异酸)标准品、巴豆酸、丙氨酸标准品。

1.2 仪器与设备

DW-HL398超低温冷冻储存箱、PHS-3E3C精密pH计、S1000梯度PCR仪、气相色谱仪GC-2010、Staibilwax-DA毛细管色谱柱、L5S紫外-可见光度计、Nano Drop 1000微量紫外分光光度、Light Cycler Nano 荧光定量PCR仪、740血糖仪。

1.3 动物饲养与样品采集

动物实验过程严格遵循现行的贵州医科大学实验动物伦理委员会批准的相关法律法规进行

(SYXK(黔)2018-0001)。将58只SPF级,18~22 g,雄性小鼠适应性喂养1周后,按体质量随机分为空白组($n=10$)和造模组($n=48$),禁食不禁水12 h,造模组($n=48$)一次性腹腔注射150 mg/kg STZ造模,空白组腹腔注射等剂量的柠檬酸缓冲液,注射后第3天,禁食10 h,尾尖采血,测量其空腹血糖值,血糖值高于11.10 mmol/L时则造模成功^[19-21],并筛选建模失败的小鼠。把40只建模成功的小鼠根据随机区组法按血糖值分为4组($n=10$),模型组0 mg/(kg·d)、高剂量组15 mg/(kg·d)、中剂量组9 mg/(kg·d)和低剂量组3 mg/(kg·d)。每天上午10:00灌胃,空白对照组和模型组灌胃等剂量的大豆油,实验期间自由饮食和饮水,每天记录饮食饮水量。每3 d称1次小鼠体质量,并调整灌胃量。饲喂28 d后,禁食12 h,眼眶取血后,解剖,取出肝脏、肾、脂肪、盲肠等组织;其中盲肠称重后,从一端纵切开,迅速将内容物分装于灭过菌的1.5 mL试管中,置于液氮中保存;盲肠壁于4℃水理盐水中洗净,吸水纸吸干后称重及测量表面积。

1.4 花椒精油的处理

为保证每只小鼠为等剂量灌胃(40 g体重小鼠灌胃0.2 mL剂量)。准确称取1.2 g红花椒精油,加入400 mL大豆油后,充分混匀,配制成3 mg/mL花椒精油溶液,再取少量分别用大豆油稀释成1.8 mg/mL和0.6 mg/mL的花椒精油溶液。分别用于高(15 mg/mL)、中(9 mg/mL)、低(3 mg/mL)剂量组的灌胃浓度,空白组和模型组灌胃等剂量大豆油,每3 d配一次,于4℃保存。

1.5 饲料效率计算公式^[1,22]

$$\text{饲料效率} = \frac{\text{日均增重(g)}}{\text{日均采食量(g)}} \times 100\%$$

1.6 盲肠壁表面积的测定

参照游玉明等^[22]方法进行,将剪切下来的盲肠洗净后,从一端纵切开,用小刀将其全部展开平铺在带有刻度的坐标纸上,用铅笔沿盲肠壁的边缘描绘。用剪刀沿线条剪下画线的部分,在天平上称重。把称重结果带入表面积计算公式,算出盲肠壁面积。

$$\text{盲肠壁表面积}(\text{cm}^2) = \frac{A_0}{A}$$

式中: A_0 为剪下轮廓纸的质量; A 为1 cm²的坐标纸的质量。

1.7 血糖值的测定

在给药后的0、14、28 d,禁食不禁水6 h,使用血糖仪剪尾采血测定FBG^[19-21]。

1.8 盲肠内容物 pH^[23]

称取 0.5 g 盲肠内容物于离心管中,加入质量比体积为 1:10 的蒸馏水,震荡 2 min;3 500 r/min,离心 10 min,取上清液用精密 pH 计测量其 pH。

1.9 盲肠内容物游离氨含量^[22,23]

准确称取丙氨酸标准品 10 mg,加入少量蒸馏水溶解后定容至 100 mL,得到丙氨酸标准液母液。分别吸取配好的丙氨酸标准母液 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL 于比色管中,加入 pH = 8.0 磷酸盐缓冲溶液 0.5 mL 和 2% 茚三酮溶液 0.5 mL,再加入蒸馏水至 2 mL,于沸水浴中加热 15 min,静置 15 min,用移液枪吸取 0.2 mL 稀释至 5 mL,于 570 nm 波长下测定吸光值。根据结果求得回归方程为 $y = 0.1844x - 0.0175$,相关系数 $R^2 = 0.9902$ 。

盲肠内容物经过处理后,分别吸取 1 mL 至比色管中,加入配好的磷酸缓冲液 0.5 mL 和 2% 茚三酮溶液 0.5 mL,于沸水浴中加热 15 min,冷却后吸取 0.2 mL 稀释到 5 mL,于 570 nm 波长下测定吸光值。

1.10 盲肠内容物游离脂肪酸的测定

参照李明泽等^[22,24]方法进行,称取 0.5 g 盲肠内容物加入 10 mol/L 氢氧化钠溶液(含有巴豆酸 5 mmol/L)2 mL,混匀静置 30 min,在 4 °C,4 000 r/min 下离心 15 min,经 0.22 μm 微孔滤膜过滤上清液后,用气相色谱法进行测定。

色谱条件为:Staibilwax - DA 毛细管色谱柱(30 m × 0.2 mm, 0.5 μm);升温程序:90 °C 保持 0.5 min,以 5 °C/min 升至 150 °C,保持 7 min;进样量 1 μL 载气流速 0.95 mL/min,进样口温度 220 °C, FID 检测器,检测器温度 230 °C;氢气流量 40 mL/min,空气流量 400 mL/min,尾吹流量 40 mL/min。

1.11 盲肠内容物微生物检测

取一份盲肠内容物,按照粪便细菌基因组 DNA 提取试剂盒的说明提取其中细菌 DNA,测定浓度及纯度,保存于 -20 °C 环境下备用。参照文献设计各肠道菌群特异性 PCR 引物^[25,26],在 BLAST 基因库内(www.ncbi.nlm.nih.gov)比对引物序列特异性。各引物由上海生工生物工程股份有限公司合成,引物序列见表 1。其定量测定采用 20 μL 反应体系:SYBR Premix Ex TaqTM II (2 ×) 10 μL, 10 μmol/L 上下游引物各 1 μL,模板 2 μL,双蒸水 6 μL。反应条件为:95 °C 条件预变性 5 min,95 °C 变性 10 s,55 °C 退火 20 s,72 °C 延伸 30 s,共 40 个循环,同时进行高分辨率溶解曲线实验。各基因引物序列及产物长度如表 1。

表 1 各细菌引物序列及产物长度

基因名	Primer sequence		产物大小
	正向引物	反向引物	
肠球菌	TCCACGCCGTAACGATGAG	GACACGAGCTGACGACAACC	274
梭菌	GCACAAGCAGTGGAGT	CTTCTCCGTTTTGTCAA	239
拟杆菌	GAGAGGAAGTCCCCAC	CGCTACTGGCTGGTTCAG	106
乳酸杆菌	ACGGGAGGCAGCAGTAGGGA	AGCCGTGACTTCTGGTTGATT	165
双歧杆菌	CTCCTGAAACGGGTGG	GGTGTCTTCCCGATATCTACA	550
肠杆菌	GGAGCAAACAGGATTAGAT- ACCC	AACCCAACATTTCAACAACAGC	317

1.12 数据处理

本实验结果以 mean ± SD 表示,各组间差异性采用 SPSS 16.0 软件分析,各组间比较采用单因素方差分析,用 Duncan 法分析显著性, $P < 0.05$ 被认为有显著差异。

2 结果与分析

2.1 花椒精油

花椒特殊的香味,主要源自花椒皮中贮存的挥发性成分,称为挥发油或者精油,是花椒香气的主要组成成分^[27]。由图 1 可知,韩城红椒精油颜色为浅黄色,而金阳青椒精油颜色为无色,各自均具有典型的芳香味,两者均无麻味,但青椒精油苦味明显大于红椒精油。本实验使用的红花椒精油,由贵州玄德生物科技股份有限公司采用陕西韩城产大红袍花椒,经超临界 CO₂ 萃取后,用分子蒸馏分离而得。

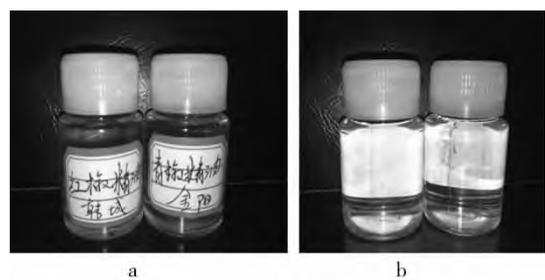


图 1 花椒精油

2.2 花椒精油对小鼠生长状况的影响

由表 2 可知,与空白组相对,模型组体质量增加量和饲料效率显著($P < 0.05$)降低,而日均采食量显著($P < 0.05$)升高;与模型组相比,花椒精油能显著($P < 0.05$)提高小鼠体重增加量和饲料效率,高剂量和中剂量采食量显著($P < 0.05$)降低。结果表明,灌胃花椒精油后,采食量减少,但饲料效率有所增加,说明花椒精油能够促进小鼠对饲料的消化利用率。

表2 花椒精油对小鼠体重、采食量及饲料效率的影响 ($n=10$)

分组	体重增加量/ $\text{g} \cdot \text{week}^{-1}$	日均采食量/ g	饲料效率/ $\%$
空白对照	3.31 ± 0.17^a	4.81 ± 1.48^a	2.46 ± 0.18^a
模型组	1.81 ± 0.41^b	11.83 ± 2.95^b	0.80 ± 0.18^b
高剂量	2.61 ± 0.34^c	7.12 ± 1.56^c	1.31 ± 0.27^c
中剂量	2.87 ± 0.15^c	8.38 ± 2.09^b	1.02 ± 0.16^c
低剂量	2.60 ± 0.88^c	10.26 ± 2.27^b	0.91 ± 0.15^c

注:表中 a, b, c 不同字母表示糖尿病小鼠各组之间存在显著差异 ($P < 0.05$), 余同。

2.3 花椒精油对糖尿病小鼠血糖的影响

由表3可知,饲喂期间空白对照组小鼠空腹血糖始终维持在正常范围内 ($4 \sim 6 \text{ mmol/L}$),模型对照组血糖值则大于 11.1 mmol/L ,说明造模成功且比较稳定。与模型组相比,灌胃花椒精油 14 d 后,高、中、低剂量组空腹血糖均显著下降 ($P < 0.05$),其中高剂量组由 20.03 下降到 17.45 ,下降了 12.86% ;中剂量组由 19.46 下降到 17.97 ,下降了 7.67% ;低剂量组由 21.07 下降到 19.55 ,下降了 7.22% 。灌胃 28 d 后,各剂量组血糖进一步下降,与 0 d 相对,高、中、低剂量组分别下降了 19.09% 、 9.12% 和 9.56% ($P < 0.05$)。说明,花椒精油对糖尿病小鼠具有显著的降糖效果,其机制有待进一步研究。

表3 花椒精油对糖尿病大鼠血糖的影响 ($n=10$)

分组	花椒精油对糖尿病大鼠血糖的影响 ($n=10$)		
	0 d	14 d	28 d
空白组	5.12 ± 0.34	5.10 ± 0.56	5.65 ± 0.38
模型对照	$19.86 \pm 0.54^{*a}$	19.47 ± 0.95^a	19.56 ± 0.66^a
高剂量	$20.03 \pm 0.81^{*a}$	17.45 ± 0.77^b	16.21 ± 0.55^b
中剂量	$19.46 \pm 0.55^{*a}$	17.97 ± 0.55^b	17.69 ± 0.37^c
低剂量	$21.07 \pm 0.45^{*a}$	19.55 ± 0.72^b	19.06 ± 0.43^d

2.4 花椒精油对小鼠盲肠及其微环境的影响

花椒精油对糖尿病小鼠盲肠及其微环境的影响如表4。与空白相比,模型组盲肠总质量、盲肠壁质量和盲肠表面积均显著 ($P < 0.05$) 增加,分别增加了 39.66% 、 58.82% 、 18.99% ;游离氨显著 ($P < 0.05$) 增加了 36.23% , pH 显著 ($P < 0.05$) 增加了 7.95% 。与模型组相比,高剂量和中剂量的花椒精油可显著降低盲肠总质量,分别降低了 15.50% 和 12.07% ;高、中、低剂量的花椒精油均显著降低盲肠壁质量,分别降低了 23.53% 、 29.41% 、 23.53% ,可显著降低盲肠内容物游离氨的含量,分别降低了 16.64% 、 21.80% 、 21.65% ;均有降低盲肠内容物 pH 的趋势,其中高剂量降低显著 ($P < 0.05$);有降低盲肠表面积趋势,但不显著。说明,花椒精油可以改善因 STZ 诱导的盲肠组织肿大,减少游离氨、酚类物质等对肠道上皮伤害,具有维持因 STZ 诱导的 1 型糖尿病小鼠肠道健康的作用。

表4 花椒精油对小鼠盲肠及其微环境的影响 ($n=10$)

分组	盲肠总质量/ g	盲肠壁质量/ g	盲肠表面积/ cm^2	pH	游离氨/ $\mu\text{g/g}$
空白对照	0.35 ± 0.10^a	0.07 ± 0.04^a	3.84 ± 0.40^a	7.29 ± 0.12^a	3.93 ± 0.14^a
模型组	0.58 ± 0.10^b	0.17 ± 0.02^b	4.74 ± 0.49^b	7.97 ± 0.10^b	6.79 ± 0.29^b
高剂量	0.49 ± 0.10^c	0.13 ± 0.04^c	4.54 ± 0.27^b	7.62 ± 0.09^c	5.66 ± 0.23^c
中剂量	0.51 ± 0.01^c	0.12 ± 0.02^c	4.59 ± 0.71^b	7.75 ± 0.13^b	5.31 ± 0.25^c
低剂量	0.56 ± 0.18^b	0.13 ± 0.02^c	4.52 ± 0.17^b	7.81 ± 0.15^b	5.32 ± 0.41^c

2.5 花椒精油对小鼠盲肠内容物中短链脂肪酸的影响

花椒精油对糖尿病小鼠盲肠内容物中短链脂肪酸的影响见表5。与空白组相比,模型组盲肠内容物中丙酸、丁酸、戊酸和 SCFA 均显著 ($P < 0.05$) 降低,分别降低了 34.39% 、 37.93% 、 20.86% 和 32.40% ;异丁酸有降低趋势,但不显著。与模型组相比,花椒精油可显著 ($P < 0.05$) 增加小鼠盲肠内容物中丙酸、丁酸、戊酸和 SCFA 的量,而对异丁酸的影响不显著。实验表明,剂量组对短链脂肪酸的含量增加有显著的效果,并且增加的效果由花椒精油的浓度增加而增加。

表5 花椒精油对小鼠盲肠内容物中短链脂肪酸的影响 ($n=10$)

分组	异丁酸/ $\mu\text{mol/g}$	丙酸/ $\mu\text{mol/g}$	丁酸/ $\mu\text{mol/g}$	戊酸/ $\mu\text{mol/g}$	SCFA/ $\mu\text{mol/g}$
空白对照	2.25 ± 0.07	1.89 ± 0.03^a	27.87 ± 1.64^a	8.39 ± 0.42^a	40.40 ± 1.35^a
模型组	2.14 ± 0.11	1.24 ± 0.03^b	17.30 ± 0.90^b	6.64 ± 0.20^b	27.31 ± 1.09^b
高剂量	2.13 ± 0.06	1.58 ± 0.03^c	21.48 ± 0.98^c	6.93 ± 0.09^b	32.12 ± 1.04^c
中剂量	2.16 ± 0.07	1.53 ± 0.04^c	20.89 ± 1.35^{cd}	7.00 ± 0.18^b	31.58 ± 1.47^{cd}
低剂量	2.18 ± 0.04	1.46 ± 0.03^d	18.70 ± 1.27^{bd}	6.96 ± 0.09^b	29.30 ± 1.34^{bd}

2.6 花椒精油对小鼠盲肠内容物中微生物的影响

花椒精油对糖尿病小鼠盲肠内容物中微生物的影响见表6。与空白组相比,盲肠内容物中乳酸杆菌、双歧杆菌和梭菌均显著 ($P < 0.05$) 降低,分别降低了 38.99% 、 28.22% 、 11.75% ;拟杆菌也有下降 (2.86%) 趋势,但不显著。显著增加肠杆菌和肠球菌的量,分别增加了 29.69% 、 26.09% 。与模型组相比,花椒精油可显著增加乳酸杆菌和双歧杆菌的量;高、中、低剂量组乳酸杆菌分别增加了 22.71% 、 14.53% 、 11.86% ;而双歧杆菌的量分别增加了 12.07% 、 5.42% 、 4.80% 。高、中、低剂量组可显著 ($P < 0.05$) 降低肠杆菌的量,分别降低了 7.25% 、 4.60% 、 3.57% ;高和中剂量组可显著 ($P < 0.05$) 降低肠球菌的量,分别降低了 17.73% 、 9.78% 。结果表明,花椒精油有促进盲肠内容物中有益菌的生长,抑制有害菌的生长。

表6 花椒精油对小鼠盲肠内容物中微生物的影响($n=10$)

分组	log ₁₀ copies/g					
	乳酸杆菌	肠杆菌	双歧杆菌	肠球菌	梭菌	拟杆菌
空白对照	6.36 ± 0.47 ^a	6.11 ± 0.12 ^a	11.87 ± 0.23 ^a	8.86 ± 0.20 ^a	12.34 ± 0.44 ^a	11.53 ± 0.46
模型组	3.88 ± 0.39 ^b	8.69 ± 0.14 ^b	8.52 ± 0.13 ^b	11.96 ± 0.50 ^b	11.89 ± 0.21 ^b	11.21 ± 0.11
高剂量	5.02 ± 0.18 ^c	8.06 ± 0.12 ^c	9.69 ± 0.38 ^c	9.84 ± 0.38 ^c	11.95 ± 0.07 ^{ab}	11.59 ± 0.35
中剂量	4.54 ± 0.15 ^{cd}	8.29 ± 0.09 ^d	9.01 ± 0.12 ^d	10.79 ± 0.56 ^d	11.99 ± 0.15 ^{ab}	11.58 ± 0.57
低剂量	4.34 ± 0.13 ^{bd}	8.38 ± 0.13 ^d	8.95 ± 0.22 ^d	11.41 ± 0.40 ^{bd}	11.97 ± 0.12 ^{ab}	11.32 ± 0.61

3 讨论

糖尿病(diabetes mellitus, DM)是一种以高血糖为特征的代谢紊乱性疾病群,主要包括1-型、2-型和妊娠性糖尿病^[28],1-型是胰岛素分泌绝对不足引起的,2-型是胰岛素分泌相对不足或受体受阻引起的^[17]。链脲佐菌素(STZ)通过葡萄糖转运体(GLUT2)进入 β 细胞,引起DNA烷基化,进而使 β 细胞发生坏死,减少或终止动物胰岛素分泌,导致血糖升高,因其造模成功率高、死亡率低、稳定、作用机制清楚而被广泛用于诱导动物实验性糖尿病^[29,30]。本实验采用一次性腹腔注射150 mg/(kg·bw) STZ一周后,就出现多饮、多食、多尿、体重减轻,同时活动量明显减少、精神萎靡、体毛蓬松等典型的糖尿病症状^[31-33]。实验期内模型对照组血糖值始终大于11.1 mmol/L,说明造模成功且比较稳定^[19-21]。与模型对照相比,高、中、低剂量花椒精油均有显著的降低空腹血糖的效果,这可能与花椒精油中含有烯炔类和酮(醛)类等物质有关^[27]。甘芝霖^[34]研究表明,同样作为调味品使用的孜然(*Cuminum cyminum* L.)精油中Y-蒎品烯可以显著降低2-型糖尿病大鼠血清中糖化血红蛋白、甘油三酯及胆固醇的含量水平,并显著提高胰岛素的含量,从而对2-型糖尿病起到一定的治疗作用。Farrokhfall K等^[35]研究肉桂植物精油的主要活性成分肉桂醛降糖机制,肉桂醛可通过改善胰岛细胞的氧化应激和炎症状态,防止胰岛 β -细胞损伤,推测花椒精油降血糖的作用机制可能与此相似。

糖尿病患者由于长期代谢异常和高血糖状态,往往会伴有多种并发症,其中也会使肠道内微生态受到严重影响^[36,37]。不过,也有研究证明,肠道菌群失调也是引起糖尿病的一个重要原因^[38,39]。在肠道内菌群失调时,肠道内益生菌如双歧杆菌数量减少,而一些有害菌如大肠杆菌和梭菌的数量上升,使体内尿碱合成受阻,因此游离氨数量增加,促使肠道内pH升高,使更多有害菌大量繁殖^[40-42]。而花椒精

油可显著降低盲肠总质量、盲肠壁质量和盲肠内容物游离氨的含量(表4),均有降低盲肠内容物pH值和盲肠表面积的趋势(表4)。说明,花椒精油可以改善因STZ诱导的盲肠组织肿大,减少游离氨等对肠道上皮伤害,具有维持因STZ诱导的1型糖尿病小鼠肠道健康的作用。

肠道内厌氧菌的数量和代谢情况可以通过短链脂肪酸(SCFA)的组成和总量来间接体现^[43,44]。与空白组相比,模型组盲肠内容物中丙酸、丁酸、戊酸和SCFA均显著($P < 0.05$)降低(表5);这与以往的研究相一致^[46,47]。研究表明,糖尿病会导致短链脂肪酸含量下降,原因可能是因为糖尿病导致肠道菌群稳态失调,导致致病菌生长,抑制有益菌生长,降低肠道内的发酵反应,减少短链脂肪酸的生成^[48,49]。而给予花椒精油灌胃28 d后,可显著($P < 0.05$)增加小鼠盲肠内容物中丙酸、丁酸、戊酸和SCFA的量(表5)。表明花椒精油具有增加肠道内的发酵反应,提高短链脂肪酸含量,改善因糖尿病导致小鼠肠道菌群稳态失调的作用。而陈康等^[50]发现,长链菊粉可通过改善肠道微生物的稳态来缓解1型糖尿病小鼠的炎症状况和发病进程。推测,花椒精油对1型糖尿病小鼠血糖代谢的影响与其改善肠道微生物的稳态、减少炎症和氧化应激有关,其具体作用机制有待进一步研究。

周兴婷等^[49]研究表明,Lactobacillus和Ruminococcus与短链脂肪酸的生成呈正相关性,且与乙酸、丁酸和丙酸的生成呈正相关性,而Akkermansia和Bifidobacterium与丁酸的生成呈正相关性。Ruminococcus^[51]是公认的产丁酸的菌,肠道丁酸的减少会促进炎症反应,进而破坏正常的肠道屏障功能,糖尿病会使机体肠道产丁酸菌的丰度的显著下降。实验结果表明,采STZ诱导的糖尿病小鼠盲肠内容物中乳酸杆菌、双歧杆菌和梭菌均显著($P < 0.05$)降低,显著增加肠杆菌和肠球菌的量(表6),这与以往的研究结果相一致。而花椒精油可显著增加乳酸杆菌和双歧杆菌的量,可降低肠杆菌和肠球菌的量。以上结果表明,花椒精油可增加糖尿病小鼠盲肠内容物丁酸、丙酸和戊酸的含量,改善肠道菌群的丰度,增加有益菌乳酸杆菌和双歧杆菌的量,减少致病菌低肠杆菌和肠球菌的量,在一定程度上缓解了STZ诱导的1型糖尿病的肠道失调。

4 结论

花椒精油能够改善1型糖尿病小鼠的肠道健

康,其可能机制是促进肠道有益菌的生长,抑制肠道有害菌的生长,从而改善其肠道微环境。但花椒精油对糖尿病机体降血糖的作用机制,肠道健康与降血糖的关联性,花椒精油改善糖尿病机体的肠道健康的主体成分,量效关系及作用机制等等均有待进一步研究。

参考文献

- [1]任廷远, 阚建全. 花椒麻素对 SD 雄性大鼠骨骼肌蛋白质代谢的影响及机理[J]. 食品科学. 2018(5):186-191
REN T Y, KAN J Q. Effect and mechanism of alkylamides from *Zanthoxylum bungeanum* maxim. on transcription of critical genes associated with protein metabolism and skeletal muscle protein deposition in SD male rats[J]. Food Science, 2018(5):186-191
- [2]DIAO W R, HU Q P, et al. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from green huajiao (*Zanthoxylum schinifolium*) against selected foodborne pathogens [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(25):6044-6049
- [3]王秋亚, 景晓卉. 花椒精油化学成分、提取方法及抑菌活性研究进展[J]. 中国调味品. 2018(12):187-190
WANG Q, JING X H. Research progress of the chemical compositions, extraction methods and antibacterial activities of essential oil from *Zanthoxylum bungeanum* [J]. China Condiment, 2018(12):187-190
- [4]路纯明, 卢奎, 严以谨, 等. 花椒挥发油组分的分离鉴定及其对杂拟谷盗成虫毒力测定的初步研究[J]. 中国粮油学报, 1995, 10(2):15-21
LU C M, LU K, YAN Y J, et al. Isolation and identification of volatile oil components of Chinese prickly ash and its preliminary study on toxicity of the components to adult of Chinese phyllostachys sinensis [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association 1995, 10(2):15-21
- [5]聂霄艳, 邓永学, 王进军, 等. 花椒精油和麻素对赤拟谷盗成虫的控制作用[J]. 中国粮油学报. 2008(4):185-188
NIE X Y, DENG Y G, WANG J J, et al. Controlling activities of prickly ash essential oils and spicy elements against *Tribolium castaneum* adults[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2008(4):185-188
- [6]CHODCHOTE W, CHAITHONG U, KAMSUK K, et al. Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti* [J]. Fitoterapia, 2007, 78(5):359-364
- [7]王峰, 王海平. 萃取方法对花椒精油的化学成份、生物活性研究[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(21):65-68
WANG F, WANG H P. Study of extraction methods on component composition, biology activity of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. essential Oil[J]. Food Research and Development, 2017, 38(21):65-68
- [8]弭向辉. 花椒挥发油的提取分离及其抗菌和抗肿瘤作用研究[D]. 南京:南京师范大学, 2004
MI X H. Study on extraction and separation of volatile oil from prickly ash and its antibacterial and anti-tumor effect [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2004
- [9]袁太宁. 花椒挥发油对大鼠子宫平滑肌作用的研究[J]. 辽宁:辽宁中医药大学学报, 2009, 11(7):190-191
YUAN T N. Effects of essential oil of *Zanthoxylum maxim* on contraction of isolated jejunum of rabbit[J]. Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, 2009, 11(7):190-191
- [10]赵晨, 李蓉, 邹国林. 桂丁、花椒挥发油抗氧化活性及其方法研究[J]. 武汉大学学报, 2008, 54(4):447-450
ZHAO C, LI R, ZOU G. Study on antioxidative capacity and method in essential oils of *Z. bungeanum maxim* and *fructus cinnamomi* [J]. Journal of Wuhan University, 2008, 54(4):447-450
- [11]蔡华珍, 何玲, 汪巧, 等. 几种常用香辛料精油对冷藏调理鸡肉串的保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(7):236-240
CAI H Z, HE L, WANG Q, et al. The preservative effect of several common spice essential oils on chilled chicken kebabs [J]. Food and Fermentation Industries, 2016, 42(7):236-240
- [12]朱伟云, 余凯凡, 慕春龙, 等. 猪的肠道微生物与宿主营养代谢[J]. 动物营养学报, 2014, 26(10):3046-3051
ZHU W Y, YU K F, MU C L, et al. Gut microbiota and host nutrition metabolism in pigs [J]. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2014, 26(10):3046-3051
- [13]孙琳, 王潇羽, 张贤亮, 等. 花椒精油对 DSS 诱导的溃疡性结肠炎小鼠肠道菌群的影响研究[J]. 青年与社会, 2018(32):216-217
SUN L, WANG X Y, ZHANG X L, et al. Effects of sichuan peppercorns essential oil on intestinal flora in mice with dss-induced ulcerative colitis [J]. Youth and Society, 2018(32):216-217
- [14]CASTILLO M, MARTÍN-ORÚE S M, ROCA M, et al. The response of gastrointestinal microbiota to avilamycin, butyrate, and plant extracts in early-weaned pigs [J]. Journal of Animal Science, 2006, 84(10):2725-2734
- [15]TIIHONEN K, KETTUNEN H, BENTO M H L, et al. The effect of feeding essential oils on broiler performance and gut microbiota [J]. British Poultry Science, 2010, 51(3):381-392
- [16]JANROZ D, WILICZKIEWICZ A, WERTELECKI T, et al. Use of active substances of plant origin in chicken diets

- based on maize and locally grown cereals[J]. *British Poultry Science*, 2005, 46(4):485-493
- [17] 王光富. 植物精油和有机酸对蛋鸡生产性能、蛋品质及肠道健康的影响[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2018
WANG G F. Effects of essential oil and/or organic acids on the performance, egg quality and intestinal health of laying hens[D]. Yangling: Northwest A&F University,2018
- [18] FIGEN K K, BORA ÜNLÜ H, GÜVEN Z. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers [J]. *Livestock Science*, 2011, 137(1-3):219-225
- [19] YOU Y, REN T, ZHANG S, et al. Hypoglycemic effects of *zanthoxylum* alkylamides by enhancing glucose metabolism and ameliorating pancreatic dysfunction in streptozotocin - induced diabetic rats. [J]. *Food & Function*, 2015, 6(9):3144-3154
- [20] REN T, ZHU Y, KAN J. *Zanthoxylum* alkylamides activate phosphorylated AMPK and ameliorate glycolipid metabolism in the streptozotocin - induced diabetic rats [J]. *Clinical and Experimental Hypertension*, 2017,458(3):113-1253
- [21] REN T Y, ZHU Y P, XIA X J, et al. *Zanthoxylum* alkylamides ameliorate protein metabolism disorder in STZ - induced diabetic rats [J]. 2017, 58(3):113-125
- [22] 游玉明, 任亭, 张世奇, 等. 花椒麻味物质对糖尿病大鼠肠道微生态的影响 [J]. *营养学报*, 2017, 39(2):170-176
YOU Y M, REN T, ZHANG S Q, et al. Effect of *zanthoxylum* alkylamide on intestinal microbiome in diabetic rats [J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2017, 39(2):170-176
- [23] 夏雪娟. 青稞全谷粉对高脂膳食大鼠胆固醇肝肠代谢的影响机制研究 [D]. 重庆:西南大学,2018
XIA X J. Effects of Whole - grain qingke (Tibetan *Hordeum vulgare* L. Zangqing 320) on cholesterol metabolism in the liver and intestine of rats under high - fat diet and the involved mechanisms [D]. Chongqing: Southwest University, 2018
- [24] 李明泽, 苏昕峰, 彭林, 等. 辣椒素剂量对大鼠肠道发酵产物的影响 [J]. *食品科学*, 2013, 34(7):258-261
LI M Z, SU X F, PENG L, et al. Effect of capsaicin dose on intestinal fermentation in rats [J]. *Food Science*, 2013, 34(7):258-261
- [25] 曾德力. I 型大麻素受体拮抗剂对 II 型糖尿病治疗作用的研究 [D]. 上海:上海交通大学, 2014
ZENG D L. Type I cannalinoid receptor antagonists in the treatment of type II diabetes research [D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2014
- [26] MALENCZYK K, JAZUREK M, KEIMPEMAE, et al. CB1 cannabinoid receptors couple to focal adhesion kinase to control insulin release [J]. *Journal of Biological Chemistry*, 2013, 288(45):32685-32699
- [27] 丁涌波, 罗东升, 陈光静, 等. 花椒精油的苦味成分鉴定 [J]. *食品科学*, 2017, 38(24):74-80
DING Y B, LUO D S, CHEN G J, et al. Identification of bitter tasting components in *Zanthoxylum* essential oils [J]. *Food Science*, 2017, 38(24):74-80
- [28] MAMALIS, NICK. Prevention of cystoid macular edema after cataract surgery [J]. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 2018, 44(4):419-420
- [29] GASTINEAU D A, HIDDINGA H J, JAHANGIR A, et al. Single dose streptozotocin - induced diabetes: considerations for study design in islet transplantation models [J]. *Laboratory Animals*, 2011, 45(3):131-140
- [30] CHAUDHRY Z Z, MORRIS D L, MOSS D R, et al. Streptozotocin is equally diabetogenic whether administered to fed or fasted mice [J]. *Laboratory Animals*, 2013, 47(4):257-265
- [31] KUDO A, KUDO T, TAKAHASHI D, et al. Macular edema associated with intraocular ointment after cataract surgery [J]. *American Journal of Ophthalmology Case Reports*, 2018, 10:152-155
- [32] CABALLERO A E. Cultural competence in diabetes mellitus care: an urgent need [J]. *Insulin*, 2007, 2(2):80-91
- [33] YACCOUB R, PATEL N, LOHR J W, et al. Acute kidney injury and death associated with renin angiotensin system blockade in cardiothoracic surgery: a meta - analysis of observational studies [J]. *American Journal of Kidney Diseases the Official Journal of the National Kidney Foundation*, 2013, 62(6):1077-1086
- [34] 甘芝霖. 孜然精油主要成分功能性质及微胶囊化研究 [D]. 北京:中国农业大学,2016
GAN Y Y. Functional properties of main components from cumin (*Cuminum cyminum* L.) essential oil and microencapsulation [D]. Beijing: China agricultural university, 2016
- [35] FARROKHFAL K, KHOSHBATEN A, ZAHEDIASL S, et al. Improved islet function is associated with anti - inflammatory, antioxidant and hypoglycemic potential of cinnamaldehyde on metabolic syndrome induced by high tail fat in rats [J]. *Journal of Functional Foods*, 2014, 10:397-406
- [36] 许小津, 惠宏襄, 蔡德鸿. 2 型糖尿病患者与健康个体间肠道双歧杆菌的差异 [J]. *南方医科大学学报*, 2012, 32(4):531-533
XU X J, HUI H X, CAI D H. Differences in fecal Bifidobacterium species between patients with type 2 diabetes and healthy individuals [J]. *Journal of southern medical university*, 2012, 32(4):531-533

- [37] 谢玲林. 肠道菌群与疾病关系的研究进展[J]. 基因组学与应用生物学, 2017(11):4570-4573
XIE L L. Research progress on the relation between intestinal flora and disease[J]. Genomics and Applied Biology, 2017(11):4570-4573
- [38] 王娜. 肠道菌群与糖尿病发生关系的研究[D]. 大连:大连医科大学, 2011
WANG N. Research on relationship between intestinal flora and diabetes[D]. Dalian: Dalian medical university, 2011
- [39] 胡芳, 魏婷婷, 杜彩贺, 等. 2型糖尿病小鼠食道菌群的结构分析[J]. 中国生物化学与分子生物学报, 2011, 27(10): 972-979
HU F, WEI T T, DU C H, et al. Variation analysis of bacterial communities in esophagus of BKS-DB mice[J]. Chinese Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 2011, 27(10): 972-979
- [40] 李海珊, 刘丽乔, 聂少平. 茶多糖对小鼠肠道健康及免疫调节功能的影响[J]. 食品科学, 2017(7):195-200
LI H S, LIU L Q, NIE S P. Effects of green tea polysaccharides on intestinal health and immune regulation in mice[J]. Food Science, 2017(7):195-200
- [41] 刘庆庆, 任文瑾, 吕娇, 等. 花椒精灌胃剂量对去势大鼠肠道健康的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(17):241-245
LIU Q Q, REN W J, LYU J, et al. Effect of intragastric dose of *Zanthoxylum* Essential Oil on intestinal health in ovariectomized rats[J]. Food Science, 2013, 34(17):241-245
- [42] 崔艳, 张亚伟, 肖林, 等. 肠道有益菌及代谢产物对肠道和人体的影响[J]. 生物产业技术, 2017(1):91-94
CUI Y, ZHANG Y W, XIAO L, et al. Effect of intestinal beneficial bacteria and their metabolites on the intestinal and human body[J]. biotechnology, 2017(1):91-94
- [43] 杨晓庆, 李琳琳, 王焯. 小鼠肠道菌群代谢产物与糖尿病的相关性研究[J]. 中国微生态学杂志, 2011, 23(2): 134-140.
YANG X Q, LI L L, WANG Y. The association between the metabolites of intestinal flora and diabetes mellitus in mice[J]. Chinese Journal of Microecology, 2011, 23(2): 134-140
- [44] 王倩倩, 李明泽, 陆红佳, 等. 不同加工方式对青稞降脂益肠功效的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(13):276-280
WANG Q Q, LI M Z, LU H J, et al. Influence of different processing methods on the effect of hullless barley on improving intestinal health and lowering serum lipid levels[J]. Food Science, 2014, 35(13):276-280
- [45] PUDDU A, SANGUINETI R, MONTECUCCO F, et al. Evidence for the gut microbiota short-chain fatty acids as key pathophysiological molecules improving diabetes[J]. Mediators of Inflammation, 2014, 2014:1-9
- [46] CAO Y, YAO G, SHENG Y, et al. Jin qi jiang tang tablet regulates gut microbiota and improve insulin sensitivity in type 2 diabetes mice[J]. Journal of Diabetes Research, 2019, 2019(2): 1-12
- [47] ZHU K X, NJI S P, TAN L, et al. A polysaccharide from *Ganoderma atrum* improves liver function in type 2 diabetic rats via antioxidant action and short-chain fatty acids excretion[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016, 64(9):1938-1944
- [48] TOLHURST G, HEFFRON H, LAM Y S, et al. Short-chain fatty acids stimulate glucagon-like peptide-1 secretion via the G-protein-coupled receptor FFAR2[J]. Diabetes, 2012, 61(2):364-371
- [49] 周兴婷, 于雷雷, 翟齐啸, 等. 益生菌复配富铬酵母缓解2型糖尿病的作用机制涉及调节肠道菌群失调[J/OL]. 食品与发酵工业:1-10 [2019-11-11]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.021284>
ZHOU X T, YU L L, ZHAI Q X, et al. Antidiabetic effects of probiotics compounded with chromium rich yeast alleviate type 2 diabetes symptoms via regulating gut microbiota imbalance[J]. Food and fermentation industries:1-10 [2019-11-11]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.021284>
- [50] 陈康. 长链菊粉对1型糖尿病小鼠保护作用的研究[D]. 无锡:江南大学, 2017.
CHEN K. The protective effects of long chain inulin on type 1 diabetes in non-obese diabetic mice[D]. Wuxi: jiangnan university, 2017
- [51] WEI Y, GONG J, ZHU W et al. Fecal microbiota transplantation restores dysbiosis in patients with methicillin resistant *Staphylococcus aureus* enterocolitis[J]. BMC Infectious Diseases, 2015, 15(1):265-268.

Effects of Essential Oil from *Zanthoxylum bungeanum* on Intestinal Health of Type I Diabetic Mice

Ren Tingyuan^{1,3,4} Lu Mintao¹ Huang Tao²
Lu Longfa² Yang Jian² Qin Likang¹

(School of Liquor and Food Engineering, Guizhou University¹, Guiyang 550025)
(Guizhou Xuande Biotechnology Co., Ltd.², Guiyang 550016)
(College of Life Sciences, Guizhou University³, Guiyang 550025)
(Guiyang Station for DUS Testing Center of New Plant Varieties of the Ministry of
Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China in Guizhou
Academy of Agricultural Sciences⁴, Guiyang 550006)

Abstract Previous studies have indicated that *Zanthoxylum bungeanum* and its flavored ingredients had an impact on the intestinal health. However, the impact of Essential Oil from *Zanthoxylum bungeanum* on intestinal health is still rarely involved. To clarify the effects of essential Oil from *Zanthoxylum bungeanum* on the intestinal health of type I diabetic mice, a total of 40 streptozotocin (STZ) - induced type I diabetic male mice were randomly divided into four groups according to body weight and blood glucose: model group, high [15 mg/(kg · d)], middle [9 mg/(kg · d)], and low [3 mg/(kg · d)] dose essential oil groups. After 28 days of administration, the area of cecum wall surface, pH value and free ammonia of cecum content, cecum microflora and fatty acids were measured. The results indicated that essential oil significantly increased the body weight and feed efficiency, and reduced feed intake ($P < 0.05$) when compared with the control, essential oil also significantly increased amount of short - chain fatty acids (SCFAs), lactobacilli and bifidobacteria in cecum contents ($P < 0.05$). Importantly, middle and high doses of essential oil significantly reduced the amount of enterobacteria and enterococci in cecum contents ($P < 0.05$). These results indicated that essential oil from *Zanthoxylum bungeanum* can promote the growth of beneficial bacteria and inhibit the growth of harmful bacteria in cecum contents of STZ - induced type I diabetic mice, finally improve the intestinal health of type I diabetic mice.

Key words essential oil from *Zanthoxylum bungeanum*, diabetes, intestinal microenvironment, intestinal microorganism