

茯砖茶对肠道 4 种常住微生物的影响

曾婷玉^a, 李恒彪^a, 曾斌^a, 何郁菲^b, 傅冬和^{b*}

(湖南农业大学 a.茶学教育部重点实验室; b.园艺园林学院, 湖南 长沙 410128)

摘 要: 用致泻剂番泻叶建立小鼠腹泻模型, 研究茯砖茶水提物高、中、低剂量(分别为 210、105、52.5 mg/mL)对肠道大肠杆菌、肠球菌、双歧杆菌、乳杆菌数量及肠道状况的影响。结果显示: 高、中剂量茯砖茶能促进肠道有益微生物的生长, 抑制有害微生物增殖, 对抗番泻叶所致的肠道微生物紊乱, 其中对乳杆菌增殖的影响最为显著, 预防组高、中、低剂量可促进乳杆菌繁殖, 试验第 7 天比试验开始前的数量对数值分别增加 3.309 0、3.237 3、2.690 5, 且呈剂量依赖关系; 治疗组高剂量可促进乳杆菌的增殖, 试验第 11 天的数量对数值比试验第 7 天的增加 3.541 9, 比阳性药小檗碱促进乳杆菌增殖的效果(对数值增加 1.466 9)更好; 中、低剂量可减少肠球菌数量, 试验第 11 天的数量对数值比第 7 天的分别减少 0.423 6、0.231 5, 而阳性药小檗碱反而使肠球菌数量增加, 高、中、低剂量组试验第 11 天的大肠杆菌数量的对数值与试验第 7 天的相比分别增加 0.471 0、0.335 3、0.510 9, 与阳性药组(0.556 2)差异较小; 灌服茶汤的小鼠的肠腔状况与正常空白对照小鼠的无异样。

关 键 词: 茯砖茶; 番泻叶; 动物模型; 肠道微生物

中图分类号: S571.1; Q93

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2013)04-0387-06

Effect of Fuzhuan tea on permanent intestinal microflora

ZENG Ting-yu^a, LI Heng-biao^a, ZENG Bin^a, HE Yu-hui^b, FU Dong-he^{b*}

(a. Key Laboratory of Tea Science; b. Plant Resources Engineering Department of College of Horticulture and Landscape, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The effects of different dosages (210, 105, 52.5 mg/mL) of Fuzhuan tea on quantity of *Escherichia coli*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus* spp. and on intestinal physiology were investigated using mice diarrhea model caused by *Senna* leaf. The results showed that high and middle dosage of Fuzhuan tea could not only promote the reproduction of intestinal beneficial microbes, but also restrain harmful microbes, thus preventing gut microbe disorder caused by *Senna* leaf. Among these effects, the growth of *Lactobacillus* spp. was the most affected character by Fuzhuan tea. In prevention groups with high-, middle- and low-dose Fuzhuan tea, the growth of *Lactobacillus* spp. was promoted, whose logarithm of bacterial number increased 3.309 0, 3.237 3 and 2.690 5 respectively on the 7th day compared with the bacterial number before treatment, indicating a dose dependent increase. High-dose Fuzhuan tea in treatment group could promote the growth of *Lactobacillus* spp.. Comparing the quantity of *Lactobacillus* spp. on the 7th d, the logarithm of bacterial number increased by 3.541 9 on the 11th d, better than berberine treated group (logarithm of the numbers of *Lactobacillus* spp. only increased 1.466 9). Middle- and low-dose Fuzhuan tea in treatment group could decrease *Enterococcus*, the logarithm of the numbers of which decreased by 0.423 6, 0.231 5 respectively, which was contrary to berberine treated group in which *Enterococcus* was increased. In treatment group, logarithm of the numbers of *Escherichia coli* on the 11th day were increased by 0.471 0, 0.335 3 and 0.510 9 respectively by high-, middle- and low-dose Fuzhuan tea compared to the quantity of *Escherichia coli* on the 7th day, which showed small difference compared to berberine treated group in which logarithm of the numbers of *Escherichia coli* increased by

收稿日期: 2012-12-10

基金项目: 湖南省博士后基金(2011RS4011); 湖南省教育厅重点项目(10A048)

作者简介: 曾婷玉(1987-), 女, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 主要从事茶及植物功能成分化学研究, nowayzeng@sina.com; *通信作者, fu7879@yahoo.com.cn

0.556 2. There was no difference in intestinal characteristics between Fuzhuan tea treated mice group and the CK.

Key words: Fuzhuan tea; *Senna* leaf; animal model; intestinal microflora

肠道常住菌群有双歧杆菌、乳酸杆菌、大肠杆菌、肠球菌 4 种^[1]。前 2 种属有益微生物,后 2 种为条件致病菌^[2]。肠道微生物菌群生态平衡遭到破坏,将增加机体患免疫、代谢等功能性疾病及肠道感染性疾病的几率^[3],因此,肠道微生物常间接用于诊断代谢性疾病或作为药物靶点。茯砖茶具有多种生理功能^[4-9],其浸提物和有效成分对志贺氏菌、沙门氏菌、大肠杆菌等多种致泻微生物均有不同程度的抑制作用^[10-11]。笔者以茯砖茶水提物为试验材料,通过建立小鼠腹泻模型,探究茯砖茶对小鼠肠道内常住菌群的影响,以期为茯砖茶的药理活性研究提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 供试动物

昆明系 SPF 小鼠 110 只 雌、雄各半,体重(25±2) g;小鼠、饲料、垫料均购自湖南斯莱克实验动物有限公司。小鼠饲养条件:室温(25±2) °C,每天光照时间 8:00—20:00,自由采食和饮水,每隔 1 d 换 1 次垫料。

1.1.2 供试茶样

2007 年产金湘益茯砖特制礼品茶(湖南省益阳茶厂有限公司产品)。

1.1.3 主要药物与试剂

盐酸小檗碱(东北制药集团沈阳第一制药有限公司产品);番泻叶(石家庄诚信中药材有限公司产品);其他化学试剂均为国产,分析纯。

1.1.4 主要仪器

厌氧培养箱 YQX-II(上海跃进医疗器械有限公司);超净工作台(苏州安泰空气技术有限公司);生化培养箱 SPX-15085-II(上海新苗医疗器械制造有限公司);全温培养摇床 SKY-200B(上海苏坤实业有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 茯砖茶和番泻叶水提物的制备

茯砖茶及番泻叶的水提物制备方法见文献[6]。将得到的茯砖茶汤浸膏真空冷冻干燥, -20 °C 保存、备用。临用时配制成合适浓度的茯砖茶水提物溶液(以下简称茯砖茶汤)。番泻叶水提液浓缩至 1 g/mL, -20 °C 保存(以下简称致泻剂)。

1.2.2 预试验

选取 20 只小鼠,雌、雄各半,分为 5 组,即正常组(空白对照)、致泻剂原液组、致泻剂 2、4、6 倍稀释组。试养 3 d 后,对致泻各组小鼠灌服致泻剂,灌胃量为 0.3 mL,以摸索最佳的致泻剂浓度。灌胃后,致泻剂原液组、致泻剂 2、4、6 倍稀释组小鼠的腹泻率分别为 100%, 100%, 75%, 25%。连续灌胃 5 d 后,发现致泻剂原液组有 2 只小鼠死亡,其余各组无死亡。综合腹泻率和死亡情况,选取致泻剂 2 倍稀释液(500 mg/mL)进行造模。

1.2.3 茯砖茶防治试验

90 只小鼠,随机分为 9 组,即正常组(空白对照),腹泻模型组,阳性对照组,茯砖茶高、中、低剂量预防及其高、中、低剂量治疗组,每组 10 只。茯砖茶汤质量浓度在 420、210、105 mg/mL 可对抗番泻叶(1 g/mL)所致的腹泻^[9]。本试验选用的番泻叶造模剂量为 500 mg/mL。茯砖茶高、中、低剂量组茶汤浓度相应分别为 210、105、52.5 mg/mL。于试验的前 7 d,预防组小鼠按高、中、低剂量每只分别灌服茶汤 0.3 mL,早晚各 1 次;正常组、模型组、阳性药组、治疗组小鼠灌自来水。从第 8 天开始,对所有组别的小鼠灌服质量浓度为 500 mg/mL 的致泻剂,造成腹泻模型 0.5 h 后,按组给药:阳性对照组小鼠灌 0.3 mL 质量浓度为 5 mg/mL 的小檗碱;治疗各剂量组小鼠灌服茯砖茶汤,茶汤高、中、低剂量与预防组一致;正常组、模型组、预防组灌 0.3 mL 的自来水。

试验前 1 d 和试验的第 7、11 天早上灌胃前,

分拣粪便 1 次。采集器械火焰灭菌。无菌取粪便，每只小鼠采粪便 1 颗，按组装入无菌的瓶内，封口、称重，用无菌水将粪便稀释 50 倍，制成悬液。用无菌水 10 倍稀释法梯度稀释粪便悬液，在选择性培养基上涂布平板并计数，每个稀释度 3 次重复，然后置于恒温、恒湿培养箱中培养 24~72 h。待菌落长出后，观察、鉴别各平板上菌落的形态结构，选择菌落形态一致、数量在 30~300 之间的平板进行计数。平板计数结果以每克粪便中含有菌落的对数值 $\lg R$ (R 为每克粪便所含有菌落的数量) 表示。大肠杆菌、肠球菌、双歧杆菌、乳杆菌分别采用伊红美兰 (EMB)、叠氮化钠-结晶紫-七叶苷、PTYG 及 MRS 琼脂培养基鉴别培养，具体配制参照文献[12]的方法进行。

于试验的第 13 天处死小鼠，处死前禁食不禁

水 12 h。处死后立即解剖小鼠，观察小鼠腹腔内肠道内容物的形态结构，并拍照。

1.2.4 统计分析方法

运用 SPSS18.0 对平板计数结果进行单因素方差分析，并对灌茶汤及造模前、后各组小鼠菌群数量进行 LSD 多重比较。

2 结果与分析

2.1 肠道 4 种常住微生物数量的变化

肠道 4 种微生物数量的对数值见表 1。4 种微生物变化幅度见表 2。由表 1、表 2 可知，正常组在 0~7 d，双歧杆菌、肠球菌、大肠杆菌数量呈减少趋势，乳杆菌数量呈增加趋势；8~11 d，4 种微

表 1 肠道 4 种常住微生物的检测结果

组别	时间/d	$\lg R$				cfu/g
		双歧杆菌	乳杆菌	大肠杆菌	肠球菌	
正常	0	9.130 9±0.06	7.064 5±0.01	7.865 8±0.08	6.906 6±0.03	
	7	(8.066 7±0.50) [#]	(8.541 4±0.49) [#]	7.103 6±0.01	(6.437 4±0.00) [#]	
	11	(9.443 7±0.01) ^{**}	9.006 1±0.04	7.680 9±0.08	(7.008 3±0.08) ^{**}	
模型	0	9.597 5±0.04	6.614 0±0.02	7.359 2±0.02	7.071 2±0.01	
	7	(8.562 1±0.50) [#]	(9.419 3±0.44) ^{##}	(6.235 0±0.00) ^{##}	6.867 0±0.00	
	11	9.064 8±0.00	8.763 8±0.00	(7.517 2±0.02) ^{**}	7.062 2±0.67	
阳性对照	0	11.291 9±0.08	6.994 4±0.02	7.073 0±0.27	7.046 8±0.01	
	7	(8.109 6±0.47) ^{##}	(8.430 9±0.49) ^{##}	6.961 0±0.01	6.701 0±0.47	
	11	9.780 5±0.03 ^{**}	(9.897 8±0.03) [*]	(7.517 2±0.02) ^{**}	8.032 5±0.67	
预防高剂量	0	8.486 6±0.14	5.687 0±0.00	6.512 4±0.18	6.971 4±0.01	
	7	9.434 2±0.50	(8.996 0±0.50) ^{**}	6.520 2±0.02	7.645 0±0.03	
	11	9.986 2±0.02	10.468 5±0.03	8.150 1±0.58	7.214 3±0.67	
预防中剂量	0	10.582 3±0.04	6.317 8±0.01	7.190 7±0.66	5.881 2±0.00	
	7	(8.620 4±0.50) ^{##}	(9.555 1±0.21) ^{##}	5.904 6±0.28	(6.258 8±0.01) ^{##}	
	11	(11.631 3±0.01) ^{**}	(10.154 3±0.00) [*]	(6.755 6±0.01) [*]	(7.192 4±0.61) [*]	
预防低剂量	0	9.783 9±0.02	6.562 4±0.36	8.839 1±0.03	6.841 1±0.01	
	7	8.996 3±0.49	(9.252 9±0.48) ^{##}	(8.620 4±0.50) ^{##}	(6.025 0±0.00) ^{##}	
	11	(8.874 8±1.43) ^{**}	(9.775 7±0.02) [*]	(8.712 9±0.02) [*]	(7.488 0±1.75) [*]	
治疗高剂量	0	12.536 7±0.04	5.177 2±0.00	7.882 3±0.05	7.302 2±0.00	
	7	(10.307 2±0.45) ^{##}	(7.089 3±0.06) ^{##}	(7.089 3±0.06) ^{##}	(7.070 8±0.03) ^{##}	
	11	(10.469 8±0.01) ^{**}	(10.631 2±0.03) [*]	(7.560 3±0.02) ^{**}	(7.326 8±0.31) ^{**}	
治疗中剂量	0	11.631 7±0.016	6.231 3±0.01	8.873 3±0.01	5.807 5±0.00	
	7	(9.801 2±0.50) [*]	(11.362±0.50) ^{##}	9.801 2±0.50	(6.685 2±0.26) ^{##}	
	11	10.136 5±0.01	(9.659 0±0.02) [*]	10.136 5±0.01	(6.261 6±0.45) [*]	
治疗低剂量	0	11.896 0±0.01	6.486 8±0.01	11.896 0±0.01	8.512 9±0.00	
	7	(8.578 6±0.51) ^{##}	(9.884 4±0.50) ^{##}	(8.578 6±0.51) ^{##}	(7.142 7±1.12) [#]	
	11	9.089 5±0.04	(8.728 3±0.011) [*]	(9.089 5±0.04) [*]	6.911 2±0.04	

[#]、^{##}分别表示与未灌服茶汤之前即第 0 天比较，差异分别达 5%、1% 水平；^{*}、^{**}分别表示与造模前即第 7 天比较，差异分别达 5%、1% 水平。

生物菌群数量都有所增加。模型组在 0~7 d, 乳杆菌数量呈增加趋势, 其他 3 种菌群数量呈减少趋势; 8~11 d, 双歧杆菌、大肠杆菌、肠球菌数量增加, 且大肠杆菌数量极显著增加($P<0.01$); 双歧杆菌、肠球菌增加幅度低于正常组, 乳杆菌数量对数值减小。可见, 致泻剂番泻叶提取液可促进小鼠肠道里的有害微生物大肠杆菌增殖, 阻碍有益微生物双歧杆菌、乳杆菌的生长。阳性对照组在 0~7 d, 乳杆菌数量呈增加趋势, 其他 3 种菌群数量呈减少趋势; 8~11 d, 双歧杆菌和大肠杆菌数量极显著增加($P<0.01$), 乳杆菌数量显著增加($P<0.05$), 肠球菌数量增加不显著, 大肠杆菌数量增加幅度低于模型组, 肠球菌数量增幅大于模型组。

预防高剂量组在 0~7 d, 4 种微生物菌群数量都呈增加趋势, 第 7 天与试验开始前比较, 乳杆菌数量极显著增加($P<0.01$), 大肠杆菌数量增幅很小; 8~11 d, 双歧杆菌、乳杆菌、大肠杆菌数量与第 7 天相比继续增加, 肠球菌数量减少。预防中剂量组第 7 天与试验开始前相比, 乳杆菌、肠球菌数量极显著增加($P<0.01$), 双歧杆菌数量极显著减少($P<0.01$), 大肠杆菌减少; 8~11 d, 双歧杆菌数量与第 7 天相比极显著增加($P<0.01$), 其他 3 种菌群数量显著增加($P<0.05$), 双歧杆菌、乳杆菌数量增幅大于模型组、正常组, 肠球菌数量增幅大于模型

组, 但大肠杆菌数量增幅小于模型组。预防低剂量组第 7 天与试验开始前相比, 乳杆菌数量极显著增加($P<0.01$), 大肠杆菌、肠球菌数量极显著减少($P<0.01$), 双歧杆菌数量减少, 降幅大于正常组。8~11 d, 大肠杆菌、肠球菌、乳杆菌数量与第 7 天相比显著增加($P<0.05$), 双歧杆菌数量继续减少。综合分析各剂量茶汤对肠道常住微生物的影响, 预防组以中剂量的效果较佳。茯砖茶汤对正常小鼠肠道内微生物的影响, 只与乳杆菌的增殖存在剂量依赖关系, 与其他菌类不存在剂量依赖关系。

治疗高剂量组第 11 天与第 7 天相比, 双歧杆菌、大肠杆菌、肠球菌数量极显著增加($P<0.01$), 乳杆菌数量显著增加($P<0.05$), 双歧杆菌、大肠杆菌数量增幅低于模型组, 乳杆菌、肠球菌数量增幅大于模型组, 但双歧杆菌、肠球菌数量相比模型组变化幅度不大。中剂量组第 11 天与第 7 天相比, 双歧杆菌、大肠杆菌数量增加, 乳杆菌、肠球菌显著减少($P<0.05$); 双歧杆菌、大肠杆菌数量的增幅低于模型组, 乳杆菌数量减少幅度大于模型组; 肠球菌的变化与模型组肠球菌变化趋势相反, 不增反降, 且降幅大。低剂量组在 8~11 d 菌群数量变化趋势与中剂量组一致。综合分析, 对番泻叶造成的肠道微生物紊乱, 以高剂量的治疗效果较好。

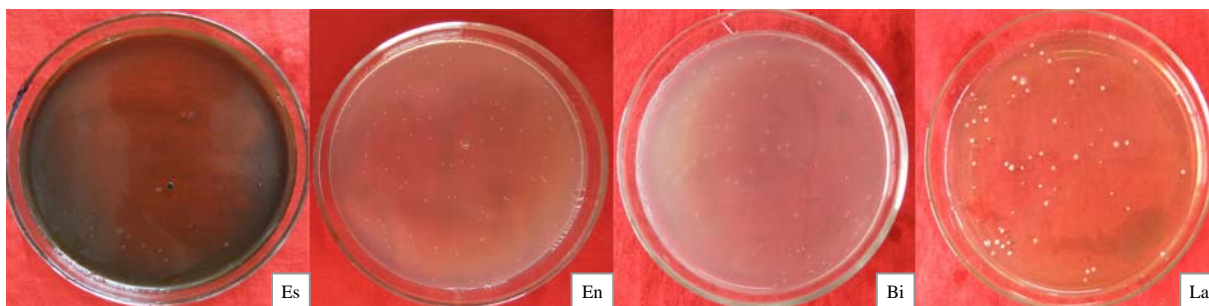
表 2 不同时段肠道微生物的数量变化

分组	时间/d	lgR				cfu/g
		双歧杆菌	乳杆菌	大肠杆菌	肠球菌	
正常	0~7	-1.063 3	1.476 9	-0.762 2	-0.469 2	
	8~11	1.377 0	0.464 7	0.577 3	0.570 9	
模型	0~7	-1.035 4	2.805 3	-1.124 2	-0.204 2	
	8~11	0.502 7	-0.655 5	1.282 2	0.195 2	
阳性对照	0~7	1.670 9	1.436 5	-0.112 0	-0.345 8	
	8~11	1.670 9	1.466 9	0.556 2	1.331 5	
预防高剂量	0~7	0.947 6	3.309 0	0.007 8	0.673 6	
	8~11	0.552 0	1.472 5	1.629 9	-0.430 7	
预防中剂量	0~7	-1.961 9	3.237 3	-1.286 1	0.377 6	
	8~11	3.010 9	0.599 2	0.851 0	0.933 2	
预防低剂量	0~7	-0.787 6	2.690 5	-0.218 7	-0.816 1	
	8~11	-0.121 5	0.522 8	0.092 5	1.463 0	
治疗高剂量	0~7	-2.229 5	1.912 1	-0.793 0	-0.231 4	
	8~11	0.162 6	3.541 9	0.471 0	0.256 0	
治疗中剂量	0~7	-1.830 5	5.130 7	0.927 9	0.877 7	
	8~11	0.335 3	-1.703 0	0.335 3	-0.423 6	
治疗低剂量	0~7	-3.317 4	3.397 6	-3.317 4	-1.370 2	
	8~11	0.510 9	-1.156 1	0.510 9	-0.231 5	

2.2 肠道微生物在各培养基上的形态特征

4 种肠道微生物在培养基上的菌落形态如图 1(彩版图见封三)。大肠杆菌菌落呈粉红色或紫黑色,带有金属光泽,表面光滑,直径 1~2 mm。肠球菌菌

落呈卵圆形,乳白色,菌落直径小。双歧杆菌菌落呈圆形,乳白色,表面光滑,边缘整齐。乳杆菌呈圆形,乳白色,表面光滑,菌落直径大于双歧杆菌。



Es、En、Bi、La 分别表示大肠杆菌、肠球菌、双歧杆菌、乳杆菌。

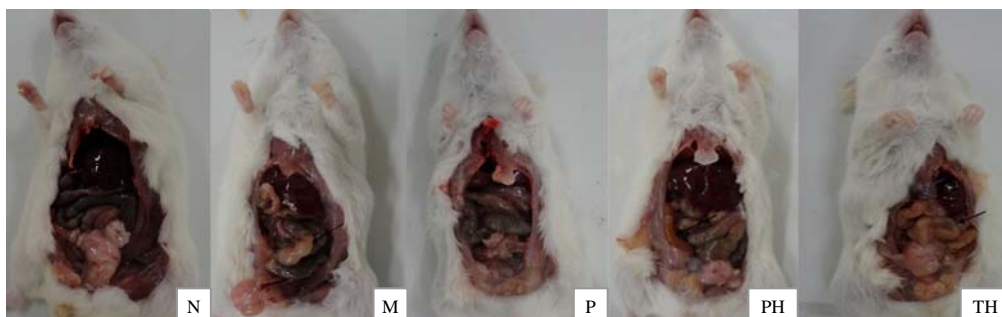
图 1 4 种微生物菌落的形态特征

Fig. 1 Colony morphological characteristics of four enteric microorganisms

2.3 小鼠肠道形态变化

由图 2(图片彩版见封三)可知,正常小鼠肠腔成黑色,内充满黑色的粪便。模型组小鼠部分肠段似成“空泡状”,刺破该段可见黄色的黏液,为“稀便”,但这种症状不具有普遍性,一些小鼠也呈现和正常小鼠一样的状况,其他器官无异样。阳性组、

预防高剂量组、治疗高剂量组等其他各组小鼠肠腔状况与模型组基本一致,肠腔“空泡状”与组别、剂量无关联。由此可见,短期灌服致泻剂,不会对小鼠肠腔以外的其他器官造成损伤,其对小鼠的致泻效果存在差异,这可能与机体的个体差异有关。



N、M、P、PH、TH 分别表示正常组、模型组、阳性对照组及预防高剂量组、治疗高剂量组。

图 2 小鼠肠腔的剖检结果

Fig.2 The autopsy results for mice in different groups

3 分析与讨论

本试验结果表明,茯砖茶可促进肠道有益微生物生长,抑制有害微生物的增殖,其对有益微生物乳杆菌的作用尤为明显。茯砖茶对乳杆菌的促生作用优于瑞士乳杆菌和高剂量双歧杆菌活菌液^[13-14],对大肠杆菌的抑制作用优于瑞士乳杆菌^[13],但茯砖茶对双歧杆菌的增殖作用却不如瑞士乳杆菌和双歧杆菌活菌液。对比七才汤、白术、白术多糖、发

酵解豆粕等一些植物源肠道微生物调节剂^[15-18],茯砖茶促进乳杆菌增殖、抑制大肠杆菌生长的效果更为显著。茯砖茶含有多酚、多糖、有机酸等多种成分,这些成分均可作用于肠道微生物,对肠道微生物具有不同程度的调节作用^[19-21]。茯砖茶安全无毒副作用^[22],是一种潜在益生元植物资源,可调节肠道微生物、对抗腹泻^[6],其具体作用成分和机理有待进一步研究。

本试验测得的小鼠肠道内的大肠杆菌、肠球菌

数量基本处于 $10^6 \sim 10^8$ cfu/g, 波动较小, 乳杆菌、双歧杆菌数量大多处于 $10^8 \sim 10^{11}$ cfu/g, 波动较大, 4种微生物的数量级范围上限高于 SPF 级种大鼠、小鼠盲肠的数量级 1 级^[23-24], 这可能与平板计数统计微生物数量存在误差, 选用的培养基种类以及采取粪便的部位不同有关。

参考文献:

- [1] 祝司霞. 肠道正常菌群与人体关系的分析[J]. 医学信息, 2010, 23(11): 4121-4122.
- [2] 李芝, 李云峰, 杨之斌, 等. 肠道微生物与疾病关系的研究新进展: 运用 454 测序技术分析[J]. 现代生物医学进展, 2012, 12(9): 1782-1783.
- [3] Stephan C. "Gut health": A new objective in medicine [J]. Bio Med Central, 2011, 9(24): 1-14.
- [4] 吴元昌, 恰力恒, 阿依登, 等. 中草药马勃对反刍动物幼畜腹泻的治疗效果[J]. 中国奶牛, 2010(1): 46-47.
- [5] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安, 等. 高通量筛选研究茯砖茶降脂功效[J]. 茶叶科学, 2006, 26(3): 209-214.
- [6] 余智勇, 傅冬和, 黄建安, 等. 茯砖茶抗腹泻效果研究[J]. 茶叶科学, 2009, 29(6): 465-469.
- [7] 胡边, 蒋继勇, 李东阳, 等. 应用加碘茯砖茶防治碘缺乏病临床效果观察[J]. 上海预防医学杂志, 2005, 11(17): 530-531.
- [8] 傅冬和, 刘仲华, 黄建安, 等. 茯砖茶不同萃取物对消化酶活性的影响[J]. 茶叶科学, 2008, 28(1): 62-66.
- [9] 刘勤晋, 司辉清. 黑茶营养保健作用的研究[J]. 中国茶叶, 1994(6): 36-37.
- [10] 傅冬和, 余智勇, 黄建安, 等. 不同年份茯砖茶水提物的抑菌效果[J]. 中国茶叶, 2011(1): 10-12.
- [11] 鲁晓晴, 张超英, 王斌. 茶叶水浸液对肠道致病菌抑菌作用的研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2009, 19(5): 532-533.
- [12] 李平兰, 吕燕妮, 郑海涛, 等. 中药对鸡肠道微生物菌群的影响[J]. 饲料研究, 2003, 19(5): 1-3.
- [13] 王友湘, 陈庆森. 瑞士乳杆菌对小鼠肠道微生物区系的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 542-546.
- [14] 余倩, 周蓉, 刘衡川, 等. 双歧杆菌活菌液对肠道菌群调节效果的研究[J]. 现代预防医学, 2008, 35(20): 4038-4040.
- [15] 李巧巧, 王莉, 胡永红. 七才汤对小鼠肠道菌群影响的研究[J]. 湖北民族学院学报, 2001, 28(1): 1-3.
- [16] 鄢伟伦, 王帅帅, 任霞. 白术对小鼠肠道菌群调节作用的实验研究[J]. 山东中医杂志, 2011, 30(6): 417-419.
- [17] 刘丽莎, 王锐, 旭日花, 等. 白术多糖对益生菌的促生长作用及结构分析[J]. 食品科学, 2010, 31(19): 124-128.
- [18] 刘海燕, 邱玉朗, 魏炳栋, 等. 发酵酶解豆粕对小鼠血液抗氧化指标和胃肠道消化酶活性及肠道菌群的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2011, 47(21): 41-44.
- [19] Hara H, Oria N, Hatano S, et al. Effect of tea polyphenols on fecal flora and fecal metabolic products of pigs [J]. Vet Med Sci, 1995, 57(1): 45-47.
- [20] 屠幼英, 须海荣, 梁惠玲, 等. 紧压茶对胰酶活性和肠道有益菌的作用[J]. 食品科学, 2002, 23(10): 113-116.
- [21] 袁钟宇, 张石蕊, 贺喜, 等. 茶籽多糖及茶皂素对肉鸡生长性能和肠道微生物的影响[J]. 营养饲料, 2010, 46(7): 28-31.
- [22] 肖文军, 傅冬和, 龚志华, 等. 茯茶毒理学试验报告[J]. 茶叶科学, 2007, 27(4): 307-310.
- [23] 祝小枫, 熊德鑫, 赵军, 等. 几种级别动物的膜菌群分析和比较[J]. 中国微生态学杂志, 1993, 5(4): 29-30.
- [24] 童少青, 张亚彬, 孙光, 等. 小鼠盲肠内容物中正常菌群的分离和定量[J]. 中国微生态学杂志, 1989, 1(1): 49-52.

责任编辑: 罗 维

英文编辑: 罗 维