

## 食盐对小鼠肠道微生物、酶活及血常规的影响

Effect of salt on intestinal microorganism, enzyme activities and blood in mice

朱佳源<sup>1</sup> 郑 淘<sup>2</sup> 肖嫩群<sup>2</sup> 罗怀浩<sup>2</sup> 龚 郡<sup>1</sup> 包思慧<sup>1</sup>

ZHU Jia-yuan<sup>1</sup> ZHENG Tao<sup>2</sup> XIAO Nen-qun<sup>2</sup> LUO Huai-hao<sup>2</sup> GONG Jun<sup>1</sup> BAO Si-hui<sup>1</sup>

(1. 湖南中医药大学湘杏学院, 湖南 长沙 410208; 2. 湖南中医药大学, 湖南 长沙 410208)

(1. Xiangxin Institute of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China;

2. Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China)

**摘要:**将昆明小鼠(Kunming mice, KM 小鼠)随机分为 A、B、C、D、E 5 组, 每组 6 只, 雌雄各半, 依次根据临床剂量 0、3、6、9、12 g 换算后对应灌胃, 连续灌胃 1 个月后眼眶采血进行血常规分析, 并取小鼠空肠至回肠段内容物进行微生物和酶活性分析。结果表明, 肠道微生物方面, 灌胃不同梯度的食盐后, 小鼠肠道大肠杆菌数均显著增加( $P < 0.01$ )。B 组的乳酸菌和细菌总数与 A 组比较没有差异性, 但双歧杆菌数显著增加( $P < 0.01$ ); 肠道酶活性方面, 补充食盐后小鼠肠道内蛋白酶活性受到抑制, 食用较高剂量盐的小鼠肠道内淀粉酶活性升高, B 组的蛋白酶和淀粉酶较 A 组活性有所降低, 但较其他各组与 A 组最接近, 且 B 组能显著提高木聚糖酶和纤维素酶活性( $P < 0.01$  或  $P < 0.05$ ); 血常规方面, B、C、D 和 E 组血小板平均体积(mean platelet volume, MPV)、血小板体积分布宽度(platelet volume distribution width, PDW)与 A 组比较均下降明显( $P < 0.01$  或  $P < 0.05$ ), 其中 B 组的小血小板计数、红细胞平均血红蛋白浓度、白细胞数量和淋巴细胞数量在各组中含量最高。肠道微生物、酶活性和血常规的评价表明, 高盐摄入不利于身体健康, 成人每天按 3 g 食盐标准食用较好。

**关键词:**食盐; 肠道微生物; 肠道酶活; 血常规

**Abstract:** In order to understand the effect of salt on intestine microorganism, enzyme activities and blood in mice, and to provide scientific basis for daily rational use of salt for human beings, the KM mice were randomly divided into five groups of A, B, C, D, E group, each group with 6 rats of half male and half female. The mice

**基金项目:**湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目(编号:湘教通[2018]283 号); 湖南中医药大学生物工程专业重点学科资助(编号:校行科字[2018]3 号)

**作者简介:**朱佳源, 女, 湖南中医药大学湘杏学院在读本科生。

**通信作者:**肖嫩群(1975—), 女, 湖南中医药大学高级实验师, 硕士。

E-mail: xiaonenqun@sohu.com

罗怀浩(1986—), 男, 湖南中医药大学讲师, 硕士。

E-mail: 187267400@qq.com

**收稿日期:**2018-06-04

was corresponding gavaged continuously for one month according to the conversion of clinical dose of 0, 3, 6, 9, 12 g, and then the mice was collected eyeball blood to blood routine analysis as well as the contents from jejunum to ileum to microbial and enzyme activity analysis. In the aspect of intestinal microorganism, the number of *Escherichia coli* in mice was significantly increased after gavaged different dose of salt ( $P < 0.01$ ). The number of *Lactobacillus* and bacteria in group B had no significantly compared with group A, but increased significantly on the number of *Bifidobacterium* ( $P < 0.01$ ); In the aspect of intestinal enzyme activity, the protease activity of the mice was inhibited after gived salt, and the amylase activity was higher by giving higher salt. The activity of protease and amylase in group B was decreased compared with group A, but they were closest to that of the group A, and the xylanase and cellulase activity of group B improved significantly compared with group A ( $P < 0.01$  or  $P < 0.05$ ); In the aspect of blood routine, mean platelet volume, platelet volume distribution width of group B, C, D or E decreased significantly compared with group A. The platelet count, red blood cell hemoglobin concentration, leukocyte count and lymphocyte count in the group B were the highest. The different dose of salt has different effect on intestine microbes, enzyme activities and blood in mice, and the effect of the dose according to adult 3 g was better than the rest of the dose.

**Keywords:** salt; intestinal microorganisms; enzyme activity; blood routine

钠的来源广泛, 食盐是钠摄入的主要来源。但食盐摄入过高或过低, 都不利于身体健康。研究表明, 食盐的摄入量与高血压发生率呈正比, 低食盐摄入可以有效防治高血压, 明显降低其引发的相关疾病<sup>[1]</sup>; 长期过量摄入食盐可能导致糖尿病、中风及冠心病等的发生<sup>[2]</sup>, 还可能诱发哮喘、胃癌、前列腺增生以及骨质疏松<sup>[3-4]</sup>; 而食盐用量过低, 可能发生低钠综合征, 情况严重的还会心脏衰竭而死亡<sup>[5]</sup>。

动物肠道中含有大量微生物。研究<sup>[6]</sup>表明, 肠道菌群可

以称作人体的“第二基因组”“第二大脑”或“微生物器官”，其群落结构在人体的许多生理功能上发挥重要作用，如机体能量吸收、物质代谢、胃肠道功能的完善及免疫功能的调节等。人体的许多疾病均与肠道微生物的群落结构失衡有关，如肥胖、糖尿病、心脑血管疾病、胃肠道癌症、炎症性肠炎(IBD)、肠易激综合征(IBS)、自身免疫性疾病以及自闭症、抑郁症、老年痴呆等精神性疾病等。肠道微生物与宿主的共生关系与人体健康有着千丝万缕的关系。哺乳动物体内的酶可参与宿主糖类、氨基酸、脂质等营养物质的代谢，在机体营养物质吸收、生理机能完善、提供能源物质等方面具有重要意义<sup>[7-8]</sup>。至今，没有食盐对肠道微生物影响的相关报道，研究食盐对肠道微生物的影响，有助于揭示食盐对机体健康影响及其机制。

血常规检查是临床上最基础的化验检查之一，主要包括红细胞系统、白细胞系统和血小板系统，它对全身性疾病的早期迹象、贫血、血液系统疾病等诊断具有重要意义。红细胞、血红蛋白、红细胞比容下降提示贫血的存在，增加则可能存在红细胞增多症。白细胞增高疑有炎症，多为细菌感染。血小板降低有出血倾向，增高则容易形成血栓<sup>[9]</sup>。这类指标对于人们膳食的营养学评价具有重要作用。

本试验拟对食盐摄入量影响肠道微生物、酶活性及血常规的特征进行研究，以期为人们合理膳食用盐提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

30只昆明小鼠(Kunming mice, KM小鼠);SPF级,雌雄各半,体质量(20±2)g,湖南斯莱克斯动物实验有限公司;

饲料:玉米30%、麸皮26%、豆饼29%、食盐1%、骨粉1%、赖氨酸1%、水12%,根据以上配比粉碎后制粒,湖南中医药大学实验动物中心;

细菌:牛肉膏蛋白胨琼脂培养基;

大肠杆菌:伊红美蓝琼脂培养基(EMB);

乳酸菌:乳酸细菌琼脂培养基(MRS);

双歧杆菌:双歧杆菌选择性琼脂培养基(BBL)。

### 1.2 方法

1.2.1 试验动物分组 小鼠在适宜的环境下(相对湿度50%~70%,室温23~25℃,清洁安静)适应性喂养2d后,随机分为A、B、C、D、E5组,每组6只,雌雄各半。

1.2.2 食盐给量 根据《中国居民膳食指南》人均每日食盐摄入量推荐量6g<sup>[10]</sup>,A~E组分别设置0,3,6,9,12g梯度盐量,依次换算成小鼠食盐量0.00,0.16,0.32,0.48,0.64mg/(g·d)。将食盐配成相应浓度后进行灌胃,2次/d,每次0.4mL,期间间隔8h。

1.2.3 血样的采取及检测 眼球采血。根据要求,取样前禁食12h,禁水1h,每只1.5~2.0mL,在EDTA-K2抗凝管中轻轻混匀,2h内送湖南中医药大学第一附属医院检验科进行血常规检测。

1.2.4 肠道内容物的采集 小鼠处死后放于超净工作台上,无菌操作采集小鼠空肠到回肠段的肠道内容物,同组混匀

备用。

1.2.5 肠道微生物数量的分析 根据文献<sup>[11]</sup>,无菌操作称取肠道内容物至装有玻璃珠及无菌水的三角瓶中,120r/min振摇30min后,十倍稀释法进行稀释,涂抹法接种培养。细菌和大肠杆菌在37℃培养24h进行计数,乳酸菌和双歧杆菌在37℃厌氧培养箱中培养48h进行计数,3次重复,换算成每克肠道内容物的菌数。

1.2.6 肠道酶活性的测定 用无菌水稀释肠道内容物后,在40℃水浴保温30min,充分溶出酶蛋白,2000r/min离心10min,上清液用于酶活性的分析。采用DNS比色法测定木聚糖酶、纤维素酶和淀粉酶的活性,福林-酚法测定蛋白酶的活性<sup>[12]</sup>。用1g肠道内容物50℃、30min生成1μg还原糖分别定义为一个纤维素酶活单位(U)和木聚糖酶活单位(U);1g肠道内容物在40℃、30min生成1μg还原糖定义为一个淀粉酶活单位(U);1g肠道内容物在37℃、30min生成1μg氨基酸定义为一个蛋白酶活单位(U)。

1.2.7 数据的处理方法 用SPSS 21.00软件处理数据,采用单因素方差分析判断各组均数间的差异,两组间均数差异比较用独立样本t检验,各组的数据采用平均值±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,P<0.05有显著性差异,P<0.01有极显著性差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 食盐量对小鼠肠道微生物的影响

由表1可知,食盐量最高的E组乳酸菌数、细菌总数、双歧杆菌数和大肠杆菌数均为最高,与对照组比较具有显著的统计学意义(P<0.01)。C组与A组比较,乳酸菌数和双歧杆菌数没有差异性,细菌总数却下降明显(P<0.01),而大肠杆菌数显著增加(P<0.01)。B组的乳酸菌数和细菌总数与A组比较没有统计学意义,而双歧杆菌和大肠杆菌数增加显著(P<0.01)。日服用3g食盐的小鼠肠道双歧杆菌数显著增加,乳酸菌数和细菌总数与空白组没有差异;而日服用12g食盐的小鼠肠道乳酸菌数、细菌总数、双歧杆菌数和大肠杆菌数均远远高于空白组。说明日服用适当的食盐能够促进双歧杆菌等益生菌的生长来促进和维护机体健康,而长期高盐摄入可能使肠道菌群失调,可能引起心脑血管相关疾病。总体来看,食盐对大肠杆菌的影响最明显,均能促进肠道大肠杆菌的生长,可能是为其生长繁殖提供了某种促进因子。

### 2.2 食盐量对小鼠肠道酶活性的影响

由表2可知,食盐摄入对小鼠肠道蛋白酶活性具有抑制作用,其中B组活性降低最小,与A组最接近。淀粉酶方面,B、C组与A组比较酶活性下降,B组降低较少,与A组接近,而D、E组酶活性高于A组,其中食盐量最高的E组淀粉酶活性最高。另外B组小鼠的肠道木聚糖酶活性、纤维素酶活性也显著提高(P<0.01或P<0.05)。试验可知,食盐量越高,小鼠淀粉酶活性越高,日服用12g食盐,淀粉酶活性最高,且远远高于空白对照组,说明高盐膳食是糖尿病发生的一个潜在因素。日服用3g食盐,淀粉酶活性有所降低,但与

空白组活性最接近,且木聚糖酶、纤维素酶活性显著增加,这有利于小鼠营养物质吸收,改善肠道健康,提高动物的非特异性免疫能力,从而提高小鼠的健康水平<sup>[13]</sup>。合理膳食用盐,有利于肠道酶活性的调节,减少糖尿病发生的几率,维护机体代谢和人体健康。

### 2.3 食盐量对小鼠血小板的影响

血小板在机体参与止血与血栓形成中起重要作用。由表 3 可知,B、C、D、E 组分别与 A 组比较,在血小板平均体积(Mean platelet volume, MPV)、血小板体积分布宽度(Platelet volume distribution width, PDW)方面有显著差异( $P < 0.01$  或  $P < 0.05$ ),但 B、C、D、E 各组间比较没有差异性( $P > 0.05$ )。B 组小鼠的血小板计数为各组中最高,对提高小鼠凝血功能具有重要意义。日服用 3 g 食盐,小鼠的血小板数量最高,可能与小鼠食盐后脾亢有关。

### 2.4 食盐量对小鼠红细胞的影响

由表 4 可知,B、C、D、E 组分别与 A 组比较,在红细胞计

数、红细胞比容、红细胞平均体积和红细胞分布宽度方面没有任何统计学差异( $P > 0.05$ ),说明膳食用盐不会影响机体贫血。

### 2.5 食盐量对小鼠血红蛋白的影响

由表 5 可知,B 组与 A 组小鼠的血红蛋白及红细胞平均血红蛋白含量接近,但 B 组小鼠的红细胞平均血红蛋白浓度最高。C 组的红细胞平均血红蛋白浓度分别与 B 组和 D 组比较下降明显( $P < 0.05$ )。

### 2.6 食盐量对小鼠白细胞的影响

由图 1 可知,B 组小鼠的白细胞数和淋巴细胞数含量最高。C 组与 A、B 组比较白细胞数量和淋巴细胞数量显著降低( $P < 0.01$  或  $P < 0.05$ )。日服用 6, 9, 12 g 食盐,小鼠的白细胞数、淋巴细胞数均低于空白组和日服用 3 g 食盐组。有研究<sup>[13]</sup>表明,高盐饮食者易患感冒,是因为高浓度食盐能抑制呼吸道细胞活性,使机体抗病能力下降;同时还减少唾液及口腔溶菌酶,增加病毒和病菌感染呼吸道的机会,可能与高盐饮食降低血液中白细胞数和淋巴数量有关。

表 1 食盐量对小鼠肠道微生物的影响<sup>†</sup>

Table 1 Effect of salt doses on mice intestinal microbes ( $n = 6$ )

组别	乳酸菌/ ( $\times 10^7$ CFU $\cdot$ g <sup>-1</sup> )	细菌/ ( $\times 10^7$ CFU $\cdot$ g <sup>-1</sup> )	双歧杆菌/ ( $\times 10^7$ CFU $\cdot$ g <sup>-1</sup> )	大肠杆菌/ ( $\times 10^6$ CFU $\cdot$ g <sup>-1</sup> )
A 组	1.42 ± 0.81 <sup>a</sup>	1.43 ± 0.30 <sup>a</sup>	2.40 ± 1.02 <sup>a</sup>	2.61 ± 0.37 <sup>a</sup>
B 组	3.25 ± 0.81 <sup>a</sup>	1.47 ± 0.11 <sup>a</sup>	16.51 ± 6.24 <sup>B</sup>	9.29 ± 0.24 <sup>B</sup>
C 组	0.72 ± 0.58 <sup>b</sup>	0.80 ± 0.17 <sup>bb</sup>	0.47 ± 0.19 <sup>C</sup>	11.99 ± 2.36 <sup>B</sup>
D 组	1.71 ± 1.59 <sup>ab</sup>	2.00 ± 0.15 <sup>bc</sup>	11.46 ± 4.04 <sup>d</sup>	9.90 ± 3.20 <sup>B</sup>
E 组	9.00 ± 2.01 <sup>C</sup>	2.03 ± 0.34 <sup>bbC</sup>	27.02 ± 6.63 <sup>E</sup>	14.72 ± 2.10 <sup>C</sup>

† 同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ );不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

表 2 食盐量对小鼠肠道酶活性的影响<sup>†</sup>

Table 2 Effect of salt doses on mice intestinal enzyme activities ( $n = 6$ ) U/g

组别	木聚糖酶	纤维素酶	淀粉酶	蛋白酶
A 组	0.669 ± 0.092 <sup>A</sup>	0.340 ± 0.014 <sup>a</sup>	18.856 ± 0.146 <sup>a</sup>	1.996 ± 0.007 <sup>a</sup>
B 组	1.622 ± 0.285 <sup>B</sup>	0.389 ± 0.012 <sup>b</sup>	17.418 ± 0.238 <sup>B</sup>	1.881 ± 0.014 <sup>B</sup>
C 组	0.197 ± 0.023 <sup>C</sup>	0.187 ± 0.002 <sup>C</sup>	7.375 ± 0.150 <sup>C</sup>	0.797 ± 0.007 <sup>C</sup>
D 组	0.635 ± 0.066 <sup>D</sup>	0.383 ± 0.035 <sup>D</sup>	19.129 ± 0.720 <sup>D</sup>	1.548 ± 0.013 <sup>D</sup>
E 组	1.210 ± 0.175 <sup>E</sup>	0.507 ± 0.033 <sup>E</sup>	23.234 ± 0.114 <sup>E</sup>	1.298 ± 0.098 <sup>E</sup>

† 同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ );不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

表 3 食盐量对小鼠血小板的影响<sup>†</sup>

Table 3 Effect of salt doses on mice platelet ( $n = 6$ )

组别	血小板计数/ ( $\times 10^9$ L <sup>-1</sup> )	血小板比容/ (mL $\cdot$ L <sup>-1</sup> )	血小板平均 体积/fL	血小板体积分布 宽度/%
A 组	797.25 ± 273.68 <sup>a</sup>	0.58 ± 0.21 <sup>a</sup>	7.30 ± 0.36 <sup>a</sup>	7.98 ± 0.51 <sup>a</sup>
B 组	960.00 ± 141.03 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.10 <sup>a</sup>	6.50 ± 0.08 <sup>B</sup>	7.15 ± 0.24 <sup>bb</sup>
C 组	767.75 ± 103.03 <sup>a</sup>	0.52 ± 0.06 <sup>a</sup>	6.78 ± 0.38 <sup>B</sup>	7.20 ± 0.55 <sup>b</sup>
D 组	721.00 ± 217.23 <sup>a</sup>	0.48 ± 0.14 <sup>a</sup>	6.68 ± 0.10 <sup>B</sup>	7.23 ± 0.17 <sup>b</sup>
E 组	903.50 ± 271.52 <sup>a</sup>	0.60 ± 0.17 <sup>a</sup>	6.60 ± 0.12 <sup>B</sup>	7.25 ± 0.44 <sup>b</sup>

† 同列不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ );不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

表4 食盐量对小鼠红细胞的影响<sup>†</sup>

Table 4 Effect of salt doses on mice red blood cell (n=6)

组别	红细胞计数/ ( $\times 10^{12} \cdot L^{-1}$ )	红细胞比容/ ( $mL \cdot L^{-1}$ )	红细胞平均 体积/fL	红细胞体积分 布宽度/%
A组	9.17 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	48.73 $\pm$ 1.73 <sup>a</sup>	53.10 $\pm$ 1.84 <sup>a</sup>	31.98 $\pm$ 1.42 <sup>a</sup>
B组	9.32 $\pm$ 0.73 <sup>a</sup>	47.68 $\pm$ 0.78 <sup>a</sup>	51.35 $\pm$ 3.35 <sup>a</sup>	30.45 $\pm$ 1.31 <sup>a</sup>
C组	9.00 $\pm$ 0.74 <sup>a</sup>	48.35 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	53.98 $\pm$ 3.52 <sup>a</sup>	32.75 $\pm$ 3.87 <sup>a</sup>
D组	9.77 $\pm$ 0.24 <sup>b</sup>	50.35 $\pm$ 2.61 <sup>b</sup>	51.55 $\pm$ 2.79 <sup>a</sup>	30.55 $\pm$ 1.10 <sup>a</sup>
E组	9.21 $\pm$ 0.20 <sup>ab</sup>	46.78 $\pm$ 0.25 <sup>c</sup>	50.83 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>	30.95 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>

<sup>†</sup> 同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05);不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。

表5 食盐量对小鼠血红蛋白的影响<sup>†</sup>

Table 5 Effect of salt doses on mice hemoglobin (n=6)

组别	血红蛋白/ ( $g \cdot L^{-1}$ )	红细胞平均血 蛋白含量/pg	红细胞平均血 白浓度/( $g \cdot L^{-1}$ )
A组	151.25 $\pm$ 6.70 <sup>a</sup>	16.50 $\pm$ 0.70 <sup>a</sup>	310.00 $\pm$ 5.77 <sup>a</sup>
B组	152.00 $\pm$ 4.08 <sup>a</sup>	16.38 $\pm$ 1.05 <sup>a</sup>	318.75 $\pm$ 6.18 <sup>a</sup>
C组	145.75 $\pm$ 8.30 <sup>a</sup>	16.20 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	301.25 $\pm$ 12.31 <sup>b</sup>
D组	158.75 $\pm$ 2.75 <sup>b</sup>	16.23 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>	315.75 $\pm$ 12.87 <sup>c</sup>
E组	147.00 $\pm$ 4.16 <sup>c</sup>	15.95 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	314.25 $\pm$ 8.18 <sup>abc</sup>

<sup>†</sup> 同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05);不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。

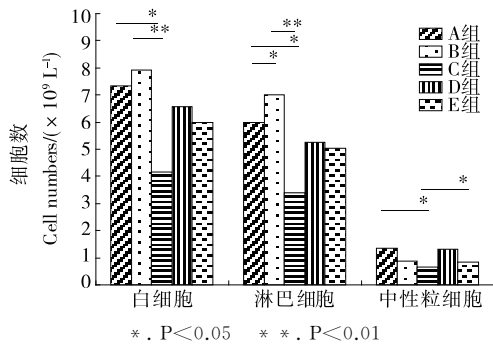


图1 食盐量对小鼠白细胞的影响

Figure 1 Effect of salt doses on mice white blood cell (n=6)

### 3 结论

膳食食盐可能通过影响肠道菌群平衡,引起机体血压等心脑血管疾病的发生;食盐改变肠道酶活性,引起机体代谢变化,可能是糖尿病发生的一个因素;高盐摄入不利于身体健康,可能降低机体免疫功能,增加机体患病的风险。综合分析肠道微生物、肠道酶活以及血常规各项数据,建议成人每天按3g食盐标准食用较好。

微生物培养法不能全面知晓肠道中的微生物特征,只能对在所用培养基和培养条件下生长的微生物进行认知,随着分子生态学技术的发展,进一步运用新的生物学研究技术,探讨食盐影响机体健康的关键菌群,将更加有利于指导合理膳食食盐。运用代谢组学等方法探讨膳食食盐对肠道菌群的影响,将更加有利于研究食盐对机体代谢性疾病影响的机制。

### 参考文献

- [1] 马冠生,周琴,胡小琪,等.我国居民食盐消费量与血压水平关系研究[J].中国慢性病预防与控制,2008,16(5):441-444.
- [2] ABURTO N J, ZIOLKOVSKA A, HOOPER L, et al. Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analysis[J]. BMJ, 2013, 346: f1 326.
- [3] COOK N R, CUTLER J R, OBARZANEK E, et al. Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention(TOHP) [J]. BMJ, 2007, 334(7 599): 885-888.
- [4] 杜远.摄入食盐过多影响健康[J].新农村,2007(11):34.
- [5] 石昌来,朱本宏.谈科学吃盐与人体健康[J].中国井矿盐,2011,42(1):41-43.
- [6] HATTORI M, TAYLOR T D. The human intestinal microbiome: a new frontier of human biology[J]. DNA Res, 2009, 16(1): 1-12.
- [7] 郭慧玲,邵玉宇,张和平,等.肠道菌群与疾病关系的研究进展[J].微生物学通报,2015,42(2):400-410.
- [8] 颜晓庆,陈宏运,吴彬彬,等.肠道微生物与人体健康综述[J].集成技术,2015,4(4):87-93.
- [9] 陈红,郝长来.诊断学基础[M].北京:北京大学医学出版社,2015:98-106.
- [10] 中国营养学会.中国居民膳食指南[M].拉萨:西藏人民出版社,2008:54.
- [11] 郭抗萧,谭周进,谢梦洲,等.超微七味白术散与酵母菌协同治疗小鼠菌群失调腹泻[J].应用与环境生物学报,2015,21(1):61-67.
- [12] 谭周进,吴海,刘富林,等.超微七味白术散对肠道微生物及酶活性的影响[J].生态学报,2012,32(21):6 856-6 863.
- [13] 吴建军,周樱,咎志春.木聚糖酶在动物肠道健康中的作用[J].饲料工业,2012,33(12):41-43.