

微囊化猕猴桃的便秘预防效果

冯 璨¹,冯 霞²,祝义伟¹,赵 欣^{2,*}

(1.重庆食品工业研究所,重庆 400020;

2.重庆第二师范学院 生物与化学工程系,重庆 400067)

摘要:本研究对微囊猕猴桃的活性炭诱导昆明小鼠便秘预防效果进行了研究。将微囊猕猴桃对昆明小鼠实施喂养9 d,对小鼠体重、粪便状态、排便时间、小肠推进率和胃动素(MTL)、胃泌素(Gas)、内皮素(ET)、生长抑素(SS)、乙酰胆碱酯酶(AChE)、P物质(SP)、血管活性肠肽(VIP)血清水平进行了测定以评价微囊猕猴桃的便秘预防效果。微囊化猕猴桃饲料组的小鼠的排便较为正常,接近正常组和沙可啶处理组。10%微囊猕猴桃饲料喂养可以缩短小鼠排出首例黑便的时间(112 min),短于5%微囊猕猴桃饲料喂养小鼠。10%微囊猕猴桃饲料还可以使小鼠的小肠活性炭推进率达到77.7%,显著高于5%微囊猕猴桃饲料喂养组和对照组。同时相比如对照组小鼠,微囊猕猴桃可以显著($p < 0.05$)提高小鼠血清中的MTL、Gas、ET、AChE、SP、VIP水平,降低SS的水平。通过成分分析发现微囊猕猴桃含有丰富的维生素A、C、E和膳食纤维。这些结果表明微囊猕猴桃含有丰富的功能性物质,具有预防小鼠便秘的效果。

关键词:微囊,猕猴桃,血清,便秘,比沙可啶

Prophylactic effect of microencapsulated kiwi on constipation

FENG Can¹, FENG Xia², ZHU Yi-wei¹, ZHAO Xin^{2,*}

(1.Chongqing Food Technology Institute, Chongqing 400020, China;

2.Department of Biological and Chemical Engineering, Chongqing University of Education, Chongqing 400067, China)

Abstract: This study was to investigate the prophylactic effect of microencapsulation kiwi fruit on activated carbon-induced constipation in Kunming mice. KM mice were fed with microencapsulation kiwi fruit for 9 d. Body weight, defecation status, defecation time, gastrointestinal transit, and the serum levels of MTL (motilin), Gas (gastrin), ET (endothelin), SS (somatostatin), AChE (acetylcholinesterase), SP (substance P), VIP (vasoactive intestinal peptide) were used to evaluate the preventive effect of microencapsulation kiwi fruit on constipation. Bisacodyl, a laxative drug, was used as a positive control. After inducing constipation, the defecation status of mice fed with microencapsulation kiwi fruit was almost normal, was close to the normal mice and constipation therapeutic drug (bisacodyl) treated mice. 10% microencapsulation kiwi fruit could reduce the time to the first black stool defecation (112 min), which was shorter than 5% microencapsulation kiwi fruit treated mice. 10% microencapsulation kiwi fruit could also increase the gastrointestinal transit 77.7%, which was significantly higher than 5% microencapsulation kiwi fruit and control group. In contrast to the control mice, the serum levels of MTL, Gas, ET, AChE, SP and VIP were significantly ($p < 0.05$) increased and the serum levels of SS were reduced in the mice treated with microencapsulation kiwi fruit. Through the analysis of components, microencapsulation kiwi was rich in vitamin A, C, E and dietary fiber. These results demonstrated that microencapsulation kiwi included rich functional components, and it had preventive effect on mouse constipation.

Key words: microencapsulation; kiwi; serum; constipation; bisacodyl

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2015)15-0352-05

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2015.15.066

微囊化是一种新型的固定化技术,可以将生物大分子和植物细胞包裹在珠状的微囊里,防止生物大分子和细胞逸出,充分保持生物大分子和细胞的原本形态^[1]。通过微胶囊化技术加工食品能根据需

要改变食品原有的形态而且可以保持食品原有特性不受形态的改变而损失。微囊化技术能将加工过程中易损失的成分充分保留,例如易氧化的维生素等^[2]。猕猴桃是一种具有丰富营养价值的水果,猕猴

收稿日期:2014-10-21

作者简介:冯璨(1981-),女,学士,工程师,研究方向:功能性食品加工,E-mail:554527436@qq.com。

*通讯作者:赵欣(1981-),男,博士,教授,研究方向:功能性食品及营养与安全,E-mail:zhaoxin@zhaoxin.org。

基金项目:重庆市应用开发计划项目(estc2013yykfb0209);重庆高校创新团队建设计划资助项目(KJTD201325)。

桃中含有丰富的膳食纤维、多种矿物质元素和维生素 A、C、E^[3],特别是维生素 C 的含量能达到柑橘的几十倍^[4]。猕猴桃在运输过程中比较容易受到机械损伤,并且口味好的成熟猕猴桃较易发生变质,采用传统的罐头和果汁加工又使大量的营养成分损失;微囊化加工猕猴桃可以避免运输和加工工程中对猕猴桃造成的机械损伤,并且能改善加工过程中的营养成分流失。

便秘是一种复杂的生理状态,便秘状态可导致排便次困难且数次减少;粪便量和粪便的水分含量都下降^[5]。便秘可发生在任何年龄的人,有超过 20% 的人处于便秘状态,有研究表明多数便秘状态可以通过条件饮食使排便正常^[6]。食品中含有的多种物质均具有抑制便秘的效果,有研究显示维生素 B 族和维生素 K 能有效的减轻便秘^[7-9]。猕猴桃果汁有较好的润肠通便作用^[10],其作用可能来源于猕猴桃果汁中丰富的维生素含量。本研究对微囊化加工猕猴桃进行了动物体内便秘抑制效果的研究,观察了微囊化加工猕猴桃的营养成分以及其对昆明小鼠排便的影响,得到的结果将对微囊加工技术对猕猴桃保健效果的影响提供数据基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

猕猴桃 为重庆产新鲜猕猴桃;分析纯活性炭 茂名市鸿生活性炭厂;2,6-二氯靛酚 上海入吉生物科技发展有限公司;胃动素、胃泌素、内皮素、生长抑素、乙酰胆碱酯酶、P 物质、血管活性肠肽 南京建成生物工程研究所;其余试剂均为国产分析纯。

昆明小鼠 100 只 (SPF 级,雌性,6 周龄,体重 20~25 g,动物许可证号:SCXK(渝)2012-0001)购自于重庆医科大学动物实验中心。

FA2004 电子分析天平 上海奕宇电子科技有限公司;DHG-9202-2SA 恒温干燥箱 常州一诺仪器制造有限公司;HH-S6 电热双列 6 孔水浴锅 武汉格莱莫检测设备有限公司;UV-1750 型紫外分光光度计 日本岛津公司。

1.2 实验方法

1.2.1 微囊猕猴桃成分检测 采用 2,6-二氯靛酚滴定法测定微囊猕猴桃中维生素 C 的含量^[11],采用高效液相色谱法测定微囊猕猴桃中维生素 A 和 E 的含量^[12],采用酶-重量法测定微囊猕猴桃中总膳食纤维的含量^[13]。

1.2.2 微囊猕猴桃饲料制作 取鲜猕猴桃 5 kg 用蒸馏水洗净去皮切块,按猕猴桃块重加入 0.5 倍的蒸馏水后再加入 0.2% 亚硫酸氢钠进行护色。榨汁后用 40 目筛网过滤去除残留的果籽,然后加入 β -CD(环状糊精)进行包埋囊合,再加入 0.5% (占果浆重)三聚磷酸钠起抗结作用后加入 0.5% (占果浆重)明胶,最后进行喷雾干燥(进风温度:150 °C,出风温度:90 °C,进料速度:7.6 r/min,喷雾用时:200 min)后得到微囊猕猴桃粉。将制作好的微囊猕猴桃粉按 5% 和 10% (重量比)和粉碎的小鼠饲料混合,压制成含有 5% 和 10% 微囊猕猴桃的小鼠饲料。

1.2.3 微囊猕猴桃便秘预防实验 将实验小鼠随机分为 5 组,每组 10 只,分别为正常组、便秘对照组(阴性对照组)、药物阳性对照组(比沙可啶)、5% 和 10% 微囊猕猴桃喂养组。实验分为两个阶段,第一阶段时间为 6 d,该实验阶段正常组和便秘对照组小鼠自由取食普通鼠粮,药物阳性对照组小鼠给予普通鼠粮的同时每日按浓度 100 mg/kg(小鼠体重)灌胃比沙可啶,微囊猕猴桃喂养组小鼠给予含 5% 和 10% 微囊猕猴桃的鼠粮,同时各组小鼠给予自由饮水。实验第二阶段时间为 3 d,该阶段使用活性炭诱导小鼠便秘,该阶段内各组小鼠按第一阶段自由摄取饮食和饮水后,除正常组外其他各组小鼠每日灌胃 0.2 mL 活性炭水(将活性炭按重量比 10% 加入冰水中)^[14]。最后一天正常组小鼠也进行一次灌胃活性炭水,灌胃活性炭水后各组小鼠一半观察小鼠排便情况,记录小鼠首次排除黑便时间;另一半小鼠灌胃活性炭水后 30 min 解剖小鼠,取小鼠血液进行测定,同时计算活性炭在小鼠小肠中的推进率,推进率(%) = 活性炭在小肠中推进距离/小肠总长度 \times 100%^[14]。在实验整个过程中观察小鼠的排便次数,排便量和粪便中的水分含量。

1.2.4 血清指标检测 将小鼠血液在 4500 r/min 转速下离心 10 min,分离得到小鼠血清,各组小鼠血清使用胃动素、胃泌素、内皮素、生长抑素、乙酰胆碱酯酶、P 物质、血管活性肠肽试剂盒测定相关指标。

1.3 数据统计

对实验样本重复实验 3 次,实验结果以平均值 \pm 标准偏差表示使用 SAS 统计软件对所得数据采用 one-way ANOVA 法分析数据结果在 $p < 0.05$ 水平上是否具有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 微囊猕猴桃中维生素和膳食纤维含量测定

由表 1 可知微囊猕猴桃中含有丰富的营养物质,维生素 A、C 和 E 的含量达到 116.7 μ g/100 g、443.3 mg/100 g 和 10.2 mg/100 g;而且还含有丰富的膳食纤维,达到了 13.6%。有研究表明维生素 E 可以缓解便秘,和其他便秘治疗中药共用时可以加强药物的效果^[15],维生素 A 可以促进维生素 E 的吸收和加强维生素 E 的作用^[16]。维生素 C 浓度到达一定程度后会引发腹泻,水果中的维生素 C 浓度较高时可能对促进肠道通畅也能起到一定作用^[17]。膳食纤维具有促进胃肠道蠕动,通过蠕动可减少食物在肠中通过的时间,同时膳食纤维通过细菌发酵后能吸收水分,使大便变软,有利于排便,有减轻便秘的作用^[18]。微囊猕猴桃含有丰富的维生素 A、C、E 和膳食纤维,特别是高含量的膳食纤维和维生素 C 有利于缓解便秘,这些功效成分的共同作用是微囊猕猴桃具有较好便秘效果的因素。

2.2 微囊猕猴桃对实验过程小鼠体重的影响

由实验结果可以看出在实验的第一阶段,食用微囊猕猴桃饲料的小鼠体重比正常组和便秘对照组略低,药物比沙可啶也轻微降低小鼠的体重,但无显著性差异($p > 0.05$)(表 2)。进入第二阶段后,正常

表1 微囊猕猴桃中维生素A、C、E和膳食纤维含量

Table 1 The contents of vitamin A, C, E and dietary fiber in microencapsulation kiwi fruit

营养成分	维生素 A ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	维生素 C ($\text{mg}/100\text{g}$)	维生素 E ($\text{mg}/100\text{g}$)	膳食纤维 (%)
微囊猕猴桃	116.7	443.3	10.2	13.6

表2 实验过程中小鼠体重变化(g)

Table 2 Body weight changes of mice during the experiment(g)

时间(d)	正常组	便秘对照组	药物阳性对照组 (比沙可啶)	5%微囊猕猴桃 喂养组	10%微囊猕猴桃 喂养组
1	26.18 \pm 0.62 ^a	26.35 \pm 0.66 ^a	26.64 \pm 1.00 ^a	26.37 \pm 0.51 ^a	26.50 \pm 0.84 ^a
2	26.72 \pm 0.50 ^a	26.66 \pm 0.89 ^a	26.60 \pm 1.15 ^a	27.20 \pm 1.15 ^a	26.65 \pm 0.63 ^a
3	27.46 \pm 1.60 ^a	27.23 \pm 1.10 ^a	27.10 \pm 0.70 ^a	27.41 \pm 0.72 ^a	27.10 \pm 1.21 ^a
4	27.69 \pm 1.40 ^a	28.00 \pm 1.50 ^a	27.51 \pm 0.73 ^a	27.68 \pm 0.72 ^a	27.52 \pm 1.16 ^a
5	28.75 \pm 0.61 ^a	28.58 \pm 0.94 ^a	28.30 \pm 0.46 ^a	28.40 \pm 0.50 ^a	28.43 \pm 0.60 ^a
6	29.53 \pm 0.76 ^a	29.37 \pm 0.62 ^a	29.23 \pm 0.75 ^a	29.17 \pm 0.41 ^a	29.11 \pm 0.80 ^a
7	30.62 \pm 0.70 ^a	28.21 \pm 0.96 ^b	29.78 \pm 1.39 ^a	28.92 \pm 1.38 ^a	29.33 \pm 0.84 ^a
8	31.20 \pm 1.39 ^a	27.31 \pm 0.86 ^d	30.08 \pm 0.87 ^a	28.45 \pm 0.82 ^c	29.50 \pm 0.75 ^b
9	32.40 \pm 0.72 ^a	26.02 \pm 0.50 ^c	30.37 \pm 0.60 ^b	28.02 \pm 0.75 ^d	29.70 \pm 0.69 ^c

注:同行中字母不同表示差异显著($p < 0.05$),表3~表5,图1同。

表3 实验过程中小鼠粪便状态

Table 3 Defecation status of mice during the experiment

处理	正常组	便秘对照组	药物阳性对照组 (比沙可啶)	5%微囊猕猴桃 喂养组	10%微囊猕猴桃 喂养组
1~6 d(喂食微囊猕猴桃)					
粪便重量(g)	0.88 \pm 0.06 ^a	0.87 \pm 0.10 ^a	0.92 \pm 0.08 ^a	0.91 \pm 0.07 ^a	0.90 \pm 0.05 ^a
粪便颗粒数	36 \pm 6 ^b	37 \pm 3 ^b	46 \pm 5 ^a	39 \pm 4 ^b	42 \pm 5 ^b
粪便水分含量(%)	45 \pm 5 ^a	46 \pm 4 ^a	53 \pm 7 ^a	48 \pm 4 ^a	50 \pm 6 ^a
7~9 d(喂食微囊猕猴桃和诱导便秘)					
粪便重量(g)	0.92 \pm 0.06 ^a	0.41 \pm 0.04 ^c	0.76 \pm 0.11 ^b	0.50 \pm 0.07 ^d	0.66 \pm 0.09 ^c
粪便颗粒数	36 \pm 6 ^a	13 \pm 3 ^c	35 \pm 5 ^a	24 \pm 3 ^b	32 \pm 5 ^a
粪便水分含量(%)	46 \pm 8 ^a	15 \pm 2 ^d	41 \pm 4 ^a	31 \pm 4 ^c	35 \pm 3 ^b

组小鼠体重继续正常增长,其他各组小鼠由于活性炭诱导便秘,体重均出现下降,微囊猕猴桃饲料喂养组小鼠和比沙可啶处理组小鼠的体重下降较少,10%微囊猕猴桃饲料喂养和便秘药(比沙可啶)治疗可以大幅度缓解体重的下降,各组小鼠体重存在显著差异($p < 0.05$)。体重下降是患便秘后的一个主要表现,通过调整改善饮食避免体重下降是改善便秘状态的重要方式^[14],微囊猕猴桃可以明显改善由于便秘造成的体重下降,且采用10%的微囊猕猴桃饲料喂养时,效果接近便秘治疗药比沙可啶(100 mg/kg 治疗浓度)。

2.3 微囊猕猴桃对实验过程小鼠排便的影响

由表3可知,各组小鼠在实验第一阶段中每日粪便重量、粪便颗粒数(阳性对照组除外)和粪便水分含量没有显著差异($p > 0.05$),比沙可啶和微囊猕猴桃处理使小鼠的排便更为通畅,导致小鼠的粪便重量、颗粒数和水分含量都有所提高。实验第二阶段活性炭诱导便秘后,便秘对照组小鼠的粪便重量、颗粒数和水分含量较正常小鼠大幅度显著下降($p < 0.05$),药物比沙可啶和微囊猕猴桃可以显著缓解便秘对小鼠排便造成的影响,比沙可啶和10%微囊猕猴桃

饲料可使小鼠的便秘状态显著好转,粪便颗粒数接近于正常小鼠,5%微囊猕猴桃饲料也具有一定的减轻便秘作用,效果低于10%微囊猕猴桃饲料。便秘最重要的表现就是排便困难,每日的排便次数和排便量下降,粪便干燥^[5],由动物实验可以看出,微囊猕猴桃饲料可以改善便秘状态下粪便的形态,使排便接近正常状态,并且增加饲料中微囊猕猴桃的含量,可以进一步缓解便秘。

2.4 微囊猕猴桃对小鼠首粒黑便排除时间的影响

实验最后一天采用活性炭诱导便秘后,观察小鼠的排便情况,结果显示正常组、便秘对照组、药物阳性对照组(比沙可啶)、5%和10%微囊猕猴桃喂养组小鼠排除首粒黑便的时间分别为76、202、95、148、112 min(图1)。实验结果表明微囊猕猴桃可以显著降低小鼠排出首粒黑便的时间($p < 0.05$),并且比沙可啶在药物处理浓度(100 mg/kg)下能起到很好的减少排出首粒黑便的时间,10%微囊猕猴桃饲料也能达到接近药物比沙可啶的效果。活性炭可导致便秘,本研究中采用活性炭作为诱导便秘药诱导小鼠便秘,便秘可导致小鼠排便困难,使进入肠道内的活性炭附着在肠道长,不宜排出^[19]。实验结果表明,微

囊猕猴桃可以显著降低排出活性炭黑便的时间,表示微囊猕猴桃可以大大缓解小鼠由于排便的困难,10%微囊猕猴桃的效果好于5%微囊猕猴桃。

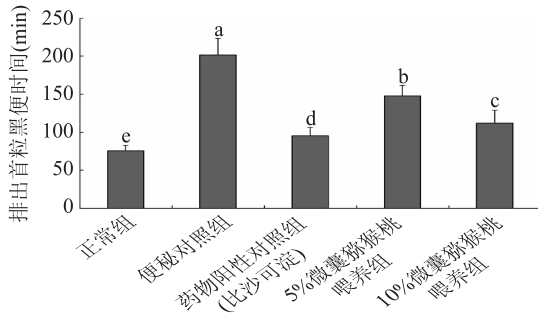


图1 最后一天活性炭诱导便秘后小鼠排出首粒黑便时间
Fig.1 First black stool defecation time of mice after inducing constipation by activated carbon at the last day in the experiment

2.5 微囊猕猴桃对活性炭推进率的影响

由图2小鼠的小肠图可以看到便秘对照组小鼠小肠中的活性炭仅推进了一小段,而正常组小鼠灌胃30 min后活性炭已经完全通过小肠。药物阳性对照组小鼠由于比沙可啶的作用,活性炭通过小肠的速率加快,活性炭在小肠中推进率高于其他各组。微囊猕猴桃饲料饲养小鼠也可以大大提高活性炭在小肠中的推进率,10%微囊猕猴桃饲料的作用强于5%微囊猕猴桃饲料(表4)。保健食品或者功能性物质对活性炭在小鼠小肠推进率的影响是衡量食品对便秘减轻效果的重要标准,推进率越大表示减轻便秘的能力越强^[19]。由此可见,微囊猕猴桃具有很好的预防和控制便秘的效果,且随着作用量的增强,效果越好。

表4 微囊猕猴桃对活性炭诱导便秘小鼠的小肠推进效果

Table 4 Effect of microencapsulation kiwi fruit on gastrointestinal (GI) transit in activated carbon-induced constipation mice

处理	正常组	便秘对照组	药物阳性对照组 (比沙可啶)	5%微囊猕猴桃饲养组	10%微囊猕猴桃饲养组
小肠长度 (cm)	48.4 ± 2.3 ^a	46.1 ± 3.1 ^a	47.7 ± 2.5 ^a	47.5 ± 3.0 ^a	47.9 ± 2.0 ^a
活性炭推进长度 (cm)	48.4 ± 2.3 ^a	20.3 ± 1.2 ^e	40.6 ± 1.8 ^b	32.9 ± 2.2 ^d	37.2 ± 1.1 ^c
活性炭推进率 (%)	100.0 ± 0.0 ^a	44.0 ± 3.8 ^e	85.1 ± 4.2 ^b	69.3 ± 5.3 ^d	77.7 ± 4.6 ^c

表5 微囊猕猴桃对活性炭诱导便秘小鼠胃动素(MTL)、胃泌素(Gas)、内皮素(ET)、生长抑素(SS)、乙酰胆碱酯酶(AchE)、P物质(SP)和血管活性肠肽(VIP)血清水平的影响

Table 5 Effect of microencapsulation kiwi fruit on serum MTL(motilin), Gas(gastrin), ET(endothelin), SS(somatostatin), AchE(acetylcholine enzyme), SP(substance P) and VIP(vasoactive intestinal peptide) levels in activated carbon-induced constipation mice

血清水平 (pg/mL)	正常组	便秘对照组	药物阳性对照组 (比沙可啶)	5%微囊猕猴桃饲养组	10%微囊猕猴桃饲养组
MTL	188.3 ± 23.6 ^a	79.3 ± 10.3 ^e	142.7 ± 8.2 ^b	92.3 ± 8.3 ^d	125.6 ± 6.2 ^c
Gas	85.9 ± 3.8 ^a	35.1 ± 2.2 ^e	70.5 ± 2.8 ^b	56.7 ± 3.1 ^d	63.1 ± 1.7 ^c
ET	15.2 ± 0.5 ^a	6.2 ± 0.2 ^e	11.7 ± 0.3 ^b	8.3 ± 0.4 ^d	9.9 ± 0.2 ^c
SS	36.7 ± 1.2 ^e	75.3 ± 3.4 ^a	48.9 ± 2.3 ^d	60.3 ± 2.6 ^b	55.2 ± 1.1 ^c
AchE	40.5 ± 1.6 ^a	13.9 ± 0.5 ^e	33.9 ± 1.5 ^b	22.6 ± 0.8 ^d	28.7 ± 0.4 ^c
SP	78.1 ± 3.9 ^a	41.2 ± 1.6 ^e	69.7 ± 1.7 ^b	57.3 ± 1.3 ^d	63.5 ± 0.4 ^c
VIP	62.3 ± 1.8 ^a	27.6 ± 1.2 ^e	54.3 ± 1.4 ^b	39.2 ± 0.69 ^d	46.8 ± 1.8 ^c

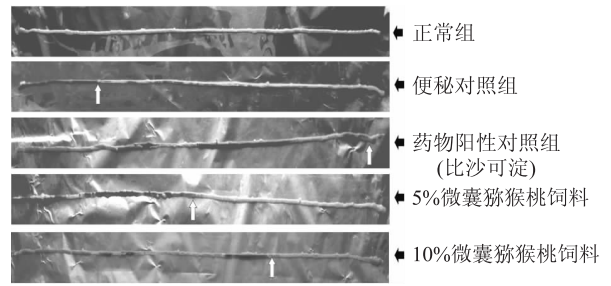


图2 活性炭诱导便秘小鼠的小肠

Fig.2 Small intestine of activated carbon-induced constipation mice

2.6 微囊猕猴桃对小鼠血清指标的影响

由表5可以看到正常组小鼠血清中的MTL、Gas、ET、AchE、SP、VIP水平最高,SS水平最低;便秘对照组呈现出相反的结果,便秘小鼠血清中的MTL、Gas、ET、AchE、SP、VIP水平最低,SS水平最高。微囊猕猴桃饲养组小鼠血清中的MTL、Gas、ET、AchE、SP、VIP水平高于便秘对照组,SS水平低于便秘对照组,且10%微囊猕猴桃饲养组小鼠血清中各项水平接近药物阳性对照组。MTL是一种胃肠激素,能够刺激产生饥饿感,同时刺激胃蛋白酶的分泌和促进肠胃运动^[19]。Gas是一种多肽激素,Gas也可以促进胃和胆囊的收缩;大量的生长抑素可抑制胃肠激素,抑制小肠平滑肌的收缩;乙酰胆碱酯酶能充分调节肌肉收缩^[20]。ET可以稳定血管张力和维持正常的心血管系统,避免由便秘引发的心脑血管疾病^[21]。SS能抑制胃肠激素的释放,减少平滑肌收缩,减少胃排空,这些都可以导致便秘,控制SS的水平可以减轻便秘程度^[22]。AchE可以调节肠道中肌肉的收缩和增强粘液的分泌,使大便更易排出^[23]。便秘患者

的肠壁肌肉层出现异常后出现 SP 缺乏, SP 被认为有助于肠道蠕动, 避免便秘^[24]。肠壁中的 VIP 含量发生紊乱后有很大可能可以导致便秘, 维持和恢复肠壁中的 VIP 含量是避免和减轻便秘的方式之一^[25]。动物实验证实便秘小鼠的 MTL、Gas、ET、AchE、SP、VIP 水平低于正常小鼠, SS 水平高于正常小鼠^[26]。由实验结果可以看到, 微囊猕猴桃可以显著升高便秘小鼠血清中 MTL、Gas、ET、AchE、SP、VIP 水平和降低 SS 水平 ($p < 0.05$), 使这些水平接近正常小鼠, 抑制便秘。

3 结论

本研究通过动物实验对微囊猕猴桃的便秘预防效果进行了研究。通过观察小鼠的体重发现微囊猕猴桃可以减轻便秘造成的体重下降; 观察小鼠的粪便发现微囊猕猴桃可以使小鼠排便量增加, 粪便的水分含量提高, 改善排便; 观察小鼠排黑便的时间发现微囊猕猴桃可以加速黑便的排泄, 10% 的微囊猕猴桃可以使排出黑便的时间由 202 min 降低到 112 min; 解剖小鼠后发现 10% 微囊猕猴桃还可以提高活性炭在小肠中的推进率, 使推进率由 44.0% 提高到 77.7%; 同时微囊猕猴桃还可以提高小鼠的胃动素 (MTL)、胃泌素 (Gas)、内皮素 (ET)、乙酰胆碱酯酶 (AchE)、P 物质 (SP) 和血管活性肠肽 (VIP) 血清水平和降低生长抑素 (SS) 血清水平。通过这些数据可以得出微囊猕猴桃具有很好的便秘抑制效果, 能接近药物 (比沙可啶) 治疗浓度下的效果。结合对微囊猕猴桃进行营养成分分析发现经过微囊加工的猕猴桃的维生素 A、C、E 含量仍然达到 116.7 $\mu\text{g}/100\text{g}$ 、443.3 $\text{mg}/100\text{g}$ 和 10.2 $\text{mg}/100\text{g}$; 同时膳食纤维的含量十分丰富, 达到 13.6%, 这些功效物质使微囊猕猴桃产生了良好的便秘预防效果。通过本研究可以看到微囊技术加工猕猴桃可以保持产品中的维生素和膳食纤维, 微囊猕猴桃可以作为一种具有预防和抑制便秘效果的加工食品进行使用。

参考文献

[1] 郝红, 梁国正. 微胶囊技术及其应用[J]. 现代化工, 2002, 22(3): 60-62, 67.
 [2] 郑理, 袁亦亚. 微胶囊技术对维生素 C 的保护作用[J]. 食品工业, 1997(4): 11-14.
 [3] 祝义伟, 冯璨, 费华熙, 等. 重庆四区县不同猕猴桃品种营养成分检测与比较[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(4): 73-75.
 [4] 董珊, 姜波, 刘长建, 等. 猕猴桃中维生素 C 的高效液相色谱分析[J]. 中央民族大学学报: 自然科学版, 2010, 19(3): 21-25.
 [5] 史红, 周铭心. 便秘的病因研究[J]. 便秘的病因研究, 2007(3): 107-111.
 [6] 邓向雷. 消除便秘的七种食物武器[J]. 饮食科学, 2009, 30(10): 16.
 [7] 张海平, 汪爱华. 维生素 K 治疗老年人慢性功能性便秘 40 例疗效观察[J]. 河南医科大学学报, 1999, 34(3): 129.
 [8] 骆晓豪, 曹晓鹏, 危艳平, 等. 枸橼酸莫沙必利片联合维生素 B₁ 片和双歧三联活菌制剂治疗功能性便秘 62 例[J]. 实用

医学杂志, 2011, 27(11): 2045-2046.

[9] 彭东曙, 高玲. 莫沙必利联合维生素 B₁ 和双歧三联活菌制剂治疗功能性便秘患者的疗效评价[J]. 实用临床医药杂志, 2013, 17(13): 99-100, 104.
 [10] 李加兴, 梁坚, 陈双平, 等. 猕猴桃果汁润肠通便保健功能的动物实验[J]. 食品与生物技术学报, 2007, 26(1): 21-24.
 [11] GB/T 5009.82-2003 食品中维生素 A 和维生素 E 的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
 [12] GB 6195-86 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.
 [13] GB/T 5009.88-2008 食品中膳食纤维的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
 [14] Qian Y, Zhao X, Kan J. Preventive effect of resistant starch on activated carbon-induced constipation in mice. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 2013, 6(1): 228-232.
 [15] 唐美琴. 补中益气丸加维生素 E 治疗老年性便秘 52 例[J]. 黑龙江中医药, 2003(4): 22.
 [16] 孙永凤, 李立勇, 武明宇. 维生素 E 营养研究进展[J]. 现代农业科技, 2007(23): 208-210.
 [17] 王卫平, 郭志平, 程五凤, 等. 维生素, 知多少[J]. 科学世界, 2007(7): 10-43.
 [18] 祝利, 魏苏艳, 龚旭晨. 膳食纤维与便秘的关系研究进展[J]. 结直肠肛门外科, 2010, 16(3): 193-195.
 [19] 刘映, 赵小睿, 王锐, 等. 枳术丸对 2 型糖尿病功能性便秘血清胃肠激素的影响[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(24): 2966-2968.
 [20] Iijima K, Koike T, Abe Y, et al. Cutoff serum pepsinogen values for predicting gastric acid secretion status. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 2014, 232(4): 293-300.
 [21] Li GJ, Qian Y, Sun P, et al. Preventive effect of polysaccharide of *Larimichthys Crocea* swimming bladder on activated carbon-induced constipation in mice[J]. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 2004, 57(2): 167-172.
 [22] El-Salhy M, Gundersen D, Hatlebakk JG, et al. Abnormal rectal endocrine cells in patients with irritable bowel syndrome[J]. *Regulatory peptides*, 2014, 188(8): 60-65.
 [23] Moriya R, Fujikawa T, Ito J, et al. Pancreatic polypeptide enhances colonic muscle contraction and fecal output through neuropeptide Y Y4 receptor in mice[J]. *European Journal of Pharmacology*, 2010, 627(1-2): 258-264.
 [24] Yik YI, Farmer PJ, King SK, et al. Gender differences in reduced substance P (SP) in children with slow-transit constipation[J]. *Pediatric Surgery International*, 2011, 27(7): 699-704.
 [25] King SK, Sutcliffe JR, Ong SY, et al. Substance P and vasoactive intestinal peptide are reduced in right transverse colon in pediatric slow-transit constipation[J]. *Neurogastroenterology & Motility*, 2010, 22(8): 883-892.
 [26] 唐学贵, 伍静, 刘芳. 便秘通合剂调节慢性便秘大鼠血清 GAS、MTL 和 SP 含量实验研究[J]. 中华中医药学刊, 2011, 29(7): 1549-1551.