

# 萝卜籽油特性及其对小鼠的通便作用

赵功玲, 莫海珍

(河南科技学院食品学院, 河南新乡 453003)

**摘要:** 本文研究了萝卜籽油的组成及其对小鼠的通便作用。通过化学方法测定了萝卜籽油的各项理化指标、脂肪酸组成及多种活性物质含量; 以高、中、低三个浓度的萝卜籽油喂食小鼠及便秘模型小鼠, 检测小鼠排便重量、粒数、首粒排黑便时间、墨汁推进率。结果表明: 萝卜籽油含多种脂肪酸, 其中芥酸含量为 36.18%, 亚麻酸 20.22%、油酸 19.80%、亚油酸 12.35%, 其余脂肪酸含量很少; 油脂中的不饱和脂肪酸占总脂肪酸的 88.74%。萝卜籽油中含有维生素 E 1.5984 mg/g、菜菔素 55.35 mg/kg、甾醇 14.3201 mg/g。用 25%~100%的萝卜籽油取代基础饲料中的大豆油, 有明显促进小鼠排便的作用。灌胃 1.0 g~3.0 g/(kg·bw)萝卜籽油, 具有明显改善便秘小鼠通便及推动便秘小鼠小肠蠕动的作用。2.0 g~3.0 g/(kg·bw)萝卜籽油几乎可以达到治愈小鼠便秘的目的。萝卜籽油品质优良, 具有通便作用, 开发前景广阔。

**关键词:** 萝卜籽油; 组成; 通便

文章编号: 1673-9078(2016)10-34-38

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.10.006

## Radish Seed Oil Characteristics and Laxative Effects in Mice

ZHAO Gong-ling, MO Hai-zhen

(School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** The composition of radish seed oil and its laxative effects in mice were investigated. The physicochemical indices, fatty acid composition, and the content of various active substances were measured using chemical methods. High, medium, and low dosages of radish seed oil were administered to mice by gavage, and the fecal mass, number of fecal pellets, time of the first black pellet, and ink propulsion rate were determined. Several types of fatty acids were identified in radish seed oil, including 36.18% erucic acid, 20.22% linolenic acid, 19.80% oleic acid, 12.35% linoleic acid, and small amounts of other fatty acids. Unsaturated fatty acids accounted for 88.74% of the total fatty acids. The content of tocopherol, sulfuraphene, and sterol in radish seed oil was 1.5984 mg/g, 55.35 mg/kg, and 14.3201 mg/g, respectively. Replacing the soybean oil in basal feed formula with 25~100% radish seed oil showed a significant anti-constipation effect in mice. Mice gavage-fed with radish seed oil at 1.0~3.0 g/(kg·bw) showed significantly improved small intestine peristalsis when constipated. Constipated mice were almost cured by radish seed oil doses of 2.0~3.0 g/(kg·bw). Radish seed oil has several beneficial qualities, including anti-constipation effects, and shows a broad application prospect.

**Key words:** radish seed oil; composition; catharsis

便秘是临床上很常见的症状之一,尤其是老年人。随着经济的发展,人们饮食结构的改变,膳食纤维摄入量的减少,便秘的发病率明显增加。经常便秘或长期便秘严重影响人们的日常生活和身体健康。目前治疗便秘一般有两途径,一是药物治疗,如泻药、润肠通便颗粒等;二是服用保健品,如膳食纤维、芦荟胶囊等。药物一般都有一定毒性,保健品价格一般又较高,另外两者都需单独服用,很不方便。

萝卜籽是我国常见的植物种子,又名菜菔子,在全国各地均有栽培。中医理论记载,菜菔子具有消食

收稿日期: 2015-11-24

基金项目: 河南省高校科技创新团队支持计划项目 (16IRTSTHN007); 河南省科技厅计划项目 (132300410359, 152300410096)

作者简介: 赵功玲 (1968-), 女, 副教授, 研究方向: 营养与食品卫生

除胀, 降气化痰的作用, 用于饮食停滞、脘腹胀痛、大便秘结、积滞泻痢、痰壅喘咳。临床上用于治疗实(食、湿、积滞)证。萝卜籽油是用萝卜籽为原料生产的一种新型食用油脂, 其不饱和脂肪酸含量高, 还含有维生素 E、甾醇、异硫氰酸酯等多种活性物质。异硫氰酸酯是十字花科植物体内的活性成分, 具有很强的抗癌、抗氧化, 抗突变, 抑菌, 调节血脂代谢等作用<sup>[1]</sup>。在众多的异硫氰酸盐种类中, 国内外对源于西兰花、花椰菜的莱菔硫烷的研究较为广泛, 国外已经被开发为药用, 被认为是自然界中抗癌活性最强的物质之一<sup>[2]</sup>。研究表明, 萝卜种子中的异硫氰酸酯总量的 60%是菜菔素<sup>[3]</sup>。菜菔素与莱菔硫烷相比, 在烃基链上有不饱和键, 被发现比莱菔硫烷的活性强 1.3~1.5 倍<sup>[4]</sup>。

基于萝卜籽的治疗食滞、大便秘结的功效,萝卜籽油是否具有通便作用,到目前为止无人报道。本文分析了自制萝卜籽油的组成,并研究其对小鼠便秘的影响,为萝卜籽油的进一步开法提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

萝卜籽油:萝卜籽预先冷冻,用ZYJ 905型贝尔斯顿榨油机冷轧制取粗制萝卜籽油,然后按油水比为2:1的比例加蒸馏水,振摇3~5 min,冷冻离心,得到纯净的萝卜籽油。

动物:清洁级KM雄性小鼠,体重18~22 g,河南省实验动物中心,许可证号:SCXK(豫)2010-0002。

试剂:莱菔素,十九烷脂肪酸, $\alpha$ -生育酚、 $\beta$ -生育酚、 $\gamma$ -生育酚、 $\delta$ -生育酚六种标准品均购于Sigma-Aldrich公司;复方地芬诺酯片,江苏华阳制药有限公司;碳末:药用活性炭,上海贝展实业有限公司。

基础饲料:参照GB 14924.3-2001自己配制,食用油是大豆油。

墨汁的配制:称取阿拉伯树胶100 g,加水约500 mL,加热溶解,然后加入50 g的活性炭,加热煮沸3次,待溶液凉后加水定容到1000 mL,4℃冰箱中保存,备用。

1 g/L的复方地芬诺酯的配制:取40片复方地芬诺酯药片,用研钵研成粉末后加水至100 mL,临用前配制。(注:每个药片含复方地芬诺酯2.5 mg。)

### 1.2 仪器与设备

气相质谱仪,Agilent 7890/5975C,美国Agilent公司;高效液相色谱仪,Waters 2695,美国Waters公司;比较测色仪,Wsl-2(罗维朋比色仪);氧化酸败仪,Rancimat 743型,瑞士万通公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 油脂特性的测定方法

##### 1.3.1.1 油脂理化指标测定

按照GB/T 5538-2005和GB/T 5530-2005方法分别测定油脂酸价和过氧化值;参考文献<sup>[5]</sup>测定氧化诱导时间;其它指标均按2005年的国标法测定。每个试验重复五次,结果取平均值。

##### 1.3.1.2 油脂脂肪酸组成测定方法

参考GB 23347-2009描述的方法,用气相色谱法测定脂肪酸甲酯的含量。火焰离子检测器,DB-23弹性石英毛细管色谱柱(60 m×0.25 mm i.d, 0.25  $\mu$ m);柱

程序升温过程:180℃维持10 min,4℃/min升至200℃,维持6 min,再以10℃/min升至230℃,维持6 min。气化室温度250℃,检测器温度230℃;高纯氦气流速1.0 mL/min;分流比20:1,注射量1  $\mu$ L。十九烷脂肪酸(C19:0)作内标定量。

##### 1.3.1.3 维生素E含量测定方法

参考GB/T 5009.82-2003,高效液相色谱法测定维生素E含量。色谱条件: Nova-Pak C18色谱柱(150 mm×4.6 mm, 5  $\mu$ m),激发波长295 nm,发射波325 nm,柱温35℃,流动相:  $V_{\text{甲醇}}:V_{\text{水}}=98:2$ ,流速0.8 mL/min,进样量10  $\mu$ L,外标法定量。

##### 1.3.1.4 总异硫氰酸酯和莱菔素含量的测定方法

参考文献<sup>[6,7]</sup>描述的方法,用GC-MS鉴定、测定总异硫氰酸酯和莱菔素的含量。色谱柱:HP-5弹性石英毛细管柱(30 m×0.25 mm i.d, 0.25  $\mu$ m);柱程序升温过程:80℃维持1 min,20℃/min升至150℃,再以5℃/min升至200℃,然后以20℃/min升至280℃,维持3 min;气化室温度250℃;高纯氦气流速1 mL/min;EI+:70 eV;质量范围:40 m/z到500 m/z。分流比20:1,注射量1  $\mu$ L。用相对保留时间和特征离子定性,外标法定量。

##### 1.3.1.5 植物甾醇含量测定方法

参照GB/T 25223-2010,采用气相色谱法测定甾醇的含量。

### 1.3.2 动物试验

#### 1.3.2.1 萝卜籽油对小鼠排便的促进作用

健康小鼠40只以基础饲料适应性喂养3 d后,随机、等数量分为4组,分别为空白对照组、不同剂量的3组萝卜籽油干预组。空白对照组以基础饲料喂养,不同剂量的3个干预组分别以相当于原基础饲料油脂25%、50%、100%的萝卜籽油取代大豆油的饲料(对应的饲料中原油脂的比例分别为75%、50%、0%,以保障饲料中热量的一致性)喂养。小鼠自由饮水、进食,连续15 d。收集每组小鼠的粪便,分别记录空白对照组、不同剂量萝卜籽油干预组的粪便粒数、测定粪便湿重、干重、含水率。

#### 1.3.2.2 萝卜籽油改善便秘小鼠通便的作用

健康小鼠50只以基础饲料适应性喂养3 d后,随机、等数量分为5组,分别为空白对照组、造模便秘组、不同剂量的3组萝卜籽油干预组。空白对照组和造模便秘组以基础饲料喂养,3个干预组的喂养同1.3.2.1节。小鼠自由饮水、进食,连续15 d后,各组小鼠禁食不禁水16 h,便秘模型组和3组干预组均给予10 mL/(kg·bw)浓度为1 g/L的复方地芬诺酯灌胃,空白对照组给予同体积蒸馏水。灌胃0.5 h后,3组干

预组分别给予含有墨汁的萝卜籽油 1.0 g/(kg·bw)、2.0 g/(kg·bw)、3.0 g/(kg·bw)，空白对照组、便秘模型组小鼠分别给予相同量的空白墨汁。灌胃后小鼠单笼喂养，正常饮水进食（基础饲料）。观察记录每只小鼠灌胃墨汁后第一粒黑便排出时间和 6 h 内排出粪便的重量(湿重)和粒数。

### 1.3.2.3 萝卜籽油改善便秘小鼠小肠蠕动

健康小鼠 50 只，分组及喂食同 1.3.2.2 节。连续 15 d 后，便秘模型组和萝卜籽油组分别给予 5 mL/(kg·bw)浓度为 1 g/L 的复方地芬诺酯灌胃，空白对照组给予同体积蒸馏水。灌胃 0.5 h 后，干预组分别给予含相应剂量萝卜籽油的墨汁，空白对照组和模型对照组给予空白墨汁灌胃。25 min 后立即脱颈椎处死动物，打开腹腔，分离肠系膜，剪取上端自幽门、下端至回盲肠的肠管，置于托盘上。轻轻将小肠拉成直线，测量肠管长度为“小肠总长度”，从幽门至墨汁前

沿为“墨汁推进长度”，计算墨汁推进率<sup>[8]</sup>。

$$\text{墨汁推进率}(\%) = \text{墨汁推进长度} / \text{小肠总长度} \times 100$$

### 1.3.3 数据分析

采用 SPSS 17.0 统计软件分析数据。

## 2 结果与讨论

### 2.1 油脂特性的测定

#### 2.1.1 油脂理化指标测定

油脂理化指标见表 1。萝卜籽油呈淡黄色，有特殊清香味；与经常食用的大豆油、花生油的密度、折光率、皂化价相似；碘价为 1.0153 g/g，虽然稍低于大豆油，但比花生油高<sup>[9]</sup>，但氧化诱导时间远远长于大豆油和花生油<sup>[5]</sup>。依据国家油脂过氧化值和酸价标准，萝卜籽油符合卫生标准。

表 1 萝卜籽油的理化指标

Table 1 Physicochemical indices of radish seed oil (n=5, ±S)

颜色	气味	密度	折光率/ $n_D^{20}$	皂化价 /(mg/g)	过氧化值 /(mmol/kg)	酸价 /(mg KOH/g)	碘价 /( $\times 10^{-2}$ g/g)	氧化诱导时 /(h/110 °C)
Y30.0, R1.5	特殊萝卜籽清香	0.92±0.01	1.47±0.01	183.90±3.16	0.35±0.01	2.40±0.02	101.53±1.37	38.51±2.11

### 2.1.2 脂肪酸含量测定

表 2 萝卜籽油脂肪酸含量

Table 2 Fatty acid content of radish seed oil (n=5, ±S)

序列	1	2	3	4	5
脂肪酸含量/%	C16:05.96±1.31	C16:10.18±0.02	C18:02.28±0.57	C18:119.80±2.02	C18:212.35±2.38
序列	6	7	8	9	10
脂肪酸含量/%	C18:320.22±3.06	C20:01.35±0.03	C22:01.51±0.06	C22:136.18±4.54	C24:00.17±0.01

如表 2，萝卜籽油中含有多种脂肪酸，其中含量最多的是芥酸（36.18%），其次是亚麻酸（20.22%）、油酸（19.80%）、亚油酸（12.35%）；其余脂肪酸含量较低。此结果与文献<sup>[10]</sup>报道的相似。经计算，萝卜籽

油中的不饱和脂肪酸为 88.74%，几乎与大豆油相同。高芥酸含量是萝卜籽油的特点。

### 2.1.3 萝卜籽油中活性物质含量

表 3 萝卜籽油中活性物质含量

Table 3 Content of various active substances in radish seed oil (n=5, ±S)

	$\alpha$ -VE/( $\times 10^{-2}$ mg/g)	$\beta$ -VE/( $\times 10^{-2}$ mg/g)	$\gamma$ -VE/( $\times 10^{-2}$ mg/g)	$\delta$ -VE/( $\times 10^{-2}$ mg/g)
含量	25.42±1.62	8.26±0.32	108.90±3.56	17.26±1.34
百分比%	15.90±1.35	5.17±0.73	68.13±2.17	10.80±0.24
	总 VE/( $\times 10^{-2}$ mg/g)	菜菔素/(mg/kg)	总 ITC/(mg/kg)	甾醇/( $\times 10^{-2}$ mg/g)
含量	159.84±3.27	55.35±2.62	89.36±3.66	1432.01±5.47
百分比%	100	61.94±3.25	100	100

注：百分比%=某活性物质含量/该类总活性物质含量\*100，ITC 指异硫氰酸酯。

由表 3 知，萝卜籽油中  $\alpha$ -VE、 $\beta$ -VE、 $\gamma$ -VE、 $\delta$ -VE 的含量分别为  $25.42 \times 10^{-2}$ 、 $8.26 \times 10^{-2}$ 、 $108.90 \times 10^{-2}$ 、 $17.26 \times 10^{-2}$  mg/g 油，分别占总 VE 的 15.90%、5.17%、

68.13%和 10.80%。油脂中总 VE 的含量达  $159.84 \times 10^{-2}$  mg/g 油，比杨波涛<sup>[11]</sup>报道的我国 13 种食用油脂中最高 VE 含量（ $142.34 \times 10^{-2}$  mg/g）的大豆油还高。萝卜

籽油中总异硫氰酸酯、莱菔素的含量分别为 89.36、55.35 mg/kg, 莱菔素占总异硫氰酸酯的 61.94%, 此结果与文献<sup>[12,13]</sup>报道一致。油脂中的甾醇含量为 14.32 mg/g, 比文献<sup>[14]</sup>报道的我国常见食用油脂中最高甾醇含量还高。维生素 E、莱菔素、甾醇具有很好的抗氧

化作用, 萝卜籽油的氧化诱导时间的延长, 应该与它们的高含量直接相关。

## 2.2 动物实验

### 2.2.1 萝卜籽油对小鼠排便的促进作用

表 4 萝卜籽油对小鼠排便的影响

Table 4 Effect of radish seed oil on mouse fecal properties (n=10, ±S)

	食物摄入量/(g/d)	体重增加量/g	粪便湿重/(g/d)	粪便干重/(g/d)	粪便含水量/%	粪便粒数/(n/d)
对照组	7.55±0.24	6.37±0.51	1.27±0.05	0.52±0.03	40.68±1.21	43.5±1.3
25%	7.67±0.23	6.51±0.36	1.55±0.06 <sup>b</sup>	0.70±0.01 <sup>b</sup>	45.11±2.24 <sup>b</sup>	56.6±2.3 <sup>b</sup>
50%	7.58±0.27	6.38±0.44	1.75±0.06 <sup>b</sup>	0.83±0.02 <sup>b</sup>	47.54±2.35 <sup>b</sup>	68.4±1.8 <sup>b</sup>
100%	7.72±0.31	6.45±0.47	1.97±0.03 <sup>b</sup>	0.99±0.04 <sup>b</sup>	50.27±2.17 <sup>b</sup>	75.8±2.1 <sup>b</sup>

注: 相对于对照组, b:  $p < 0.01$ 。

萝卜籽油对小鼠排便的促进作用的实验结果见表 4。由表 4 知, 萝卜籽油的干预量由低到高的 3 组小鼠的食物摄入量平均值分别为 7.67 g、7.58 g、7.72 g, 体重增加量平均值分别 6.51 g、6.38 g、6.45 g, 而对照组小鼠的食物摄入量和体重增加量分别为 7.55 g、6.37 g, 干预组与对照组小鼠的食物摄入量、体重增加量无显著性差异, 表明干预实验组小鼠饮食正常。3 组干预组的粪便湿重 (1.55~1.97 g)、干重(0.70~0.99 g)、含水量(45.11~50.27%)、粒数(56.6~75.8), 与对照组的这 4 项指标 (分别为 1.27 g、0.52 g、40.68%、43.5) 相比, 有显著性差异 ( $p < 0.01$ ), 说明萝卜籽油有明显促进小鼠排便的作用; 随萝卜籽油浓度增大, 各项指标逐渐增大, 说明萝卜籽油的浓度越高, 促进小鼠排便的作用越好。

### 2.2.2 萝卜籽油改善便秘小鼠通便作用

表 5 表明, 对照组的首次排便时间、粪便湿重、

表 5 萝卜籽油对便秘小鼠的通便影响

Table 5 Effect of radish seed oil on fecal properties of constipated mice (n=10, ±S)

	第一次排便时间/min	粪便湿重/(g·6 h)	粪便含水量/%	粪便粒数/(n/d)
对照组	112.6±15.1	0.77±0.08	40.66±1.32	25.5±2.3
便秘模型组	221.5±25.8 <sup>b</sup>	0.34±0.11 <sup>b</sup>	22.16±1.64 <sup>b</sup>	8.2±2.6 <sup>b</sup>
1.0 g/(kg·bw)	198.7±13.6 <sup>d</sup>	0.48±0.07 <sup>d</sup>	30.41±2.24 <sup>d</sup>	15.6±1.7 <sup>d</sup>
2.0 g/(kg·bw)	166.3±11.7 <sup>d</sup>	0.63±0.06 <sup>d</sup>	35.54±2.31 <sup>d</sup>	18.4±1.8 <sup>d</sup>
3.0 g/(kg·bw)	126.4±16.4 <sup>d</sup>	0.75±0.12 <sup>d</sup>	40.37±2.17 <sup>d</sup>	24.8±2.2 <sup>d</sup>

注: 相对于对照组, b:  $p < 0.01$ ; 相对于模型组 d:  $p < 0.01$ 。

### 2.2.3 萝卜籽油改善便秘小鼠小肠蠕动的的作用

表 6 显示, 5 组实验小鼠的小肠总长度最短为 51.64 cm, 最长为 52.05 cm, 无差异性; 便秘模型组墨汁推进长度为 22.19 cm、墨汁推进率为 42.64%, 与对照组 (这 2 指标分别为 33.34 cm、64.46%) 相比有显著性差异( $p < 0.01$ ), 说明造模成功。萝卜籽油剂量由低到高试验组, 墨汁推进长度与墨汁推进率分别为

含水量和粒数分别为 112.6 min、0.77g·6 h、40.66%和 25.5, 与便秘模型组 (4 指标分别为 221.5 min、0.34 g·6 h、22.16%和 8.2) 相比有显著性差异 ( $p < 0.01$ ), 与说明造模成功。萝卜籽油干预量由低到高的 3 组小鼠的第一次排便时间 (198.7~126.4 min)、粪便湿重 (0.48~0.75g·6 h)、含水量 (30.41~40.37%) 和粒数 (15.6~24.8), 与便秘模型组相比有显著性差异 ( $p < 0.01$ ), 表明此 3 组干预剂量均可有效改善小鼠便秘。萝卜籽油剂量由低到高试验组, 小鼠第一次排便时间顺序为 1.0 g>2.0 g>3.0 g、粪便湿重顺序为 1.0 g<2.0 g<3.0 g、含水量顺序为 1.0 g<2.0 g<3.0 g 和粒数 1.0 g<2.0 g<3.0 g, 说明, 萝卜籽油剂量越大, 改善小鼠便秘的效果越好。3.0 g/(kg·bw)的萝卜籽油组的第一次排便时间、粪便湿重、含水量和粒数几乎与对照组相同, 效果最好。

28.67cm、55.35%, 34.36cm、66.54%, 37.47 cm、72.16%, 与便秘模型组有显著性差异( $p < 0.01$ ), 表明 3 组干预剂量均可有效促进便秘小鼠小肠的蠕动; 萝卜籽油剂量由低到高组的墨汁推进长度与推进率的顺序为 1.0 g<2.0 g<3.0 g, 说明萝卜籽油剂量越大, 促进便秘小鼠小肠蠕动的效果越好。2.0 g 的萝卜籽油组的墨汁推进长度、墨汁推进率已经比对照组高, 说明 2.0 g 及以

上的剂量可更好地促进便秘小鼠的小肠蠕动。

萝卜籽油与大豆油组成上的差异,尤其是在菜菔素与芥酸的存在及含量上<sup>[5]</sup>,可能是其具有促进小鼠排便的主要原因;另外可能与萝卜籽油的其它成分的组成及比例也有关系;确切机理有待进一步研究。

表6 萝卜籽油对便秘小鼠小肠蠕动的影响(n=10, ±S)

Table 6 Effect of radish seed oil on small intestine peristalsis of constipated mice (n=10, ±S)

	小肠总长度 /cm	墨汁推进长度 /cm	墨汁推进率 /%
对照组	51.72±1.21	33.34±1.98	64.46±4.52
便秘模型组	52.05±2.08	22.19±1.63 <sup>b</sup>	42.64±3.64 <sup>b</sup>
1.0g/(kg·bw)	51.79±1.36	28.67±2.07 <sup>d</sup>	55.35±3.87 <sup>d</sup>
2.0g/(kg·bw)	51.64±1.17	34.36±1.42 <sup>d</sup>	66.54±4.11 <sup>d</sup>
3.0g/(kg·bw)	51.93±1.64	37.47±2.15 <sup>d</sup>	72.16±3.77 <sup>d</sup>

注: 相对于对照组 b:  $p<0.01$ ; 相对于模型组 d:  $p<0.01$ 。

### 3 结论

3.1 萝卜籽油是一种浅黄色的油脂,含多种脂肪酸,其中芥酸含量最高,为36.18%,其次是亚麻酸20.22%、油酸19.80%、亚油酸12.35%,其余脂肪酸含量很少;油脂中的不饱和脂肪酸占总脂肪酸的88.74%。

3.2 萝卜籽油中含多种抗氧化活性物质,其中维生素E 1.5984 mg/g、总异硫氰酸酯 89.36 mg/kg、甾醇 14.3201 mg/g。维生素E中 $\alpha$ -VE、 $\beta$ -VE、 $\gamma$ -VE、 $\delta$ -VE分别占总VE的15.90%、5.17%、68.13%和10.80%。总异硫氰酸酯中,菜菔素的含量占61.94%。

3.3 用复方地芬诺酯片成功建造小鼠便秘模型,通过分析空白对照组、模型组、不同剂量萝卜籽油干预组小鼠的粪便重量、粒数、首次排便时间、小肠墨汁推进长度,得出25%~100%的萝卜籽油取代基础饲料中的大豆油,有明显促进小鼠排便的作用。灌胃1.0 g~3.0 g/(kg·bw)萝卜籽油,具有明显改善便秘小鼠通便及推动便秘小鼠小肠蠕动的的作用。2.0 g~3.0 g/(kg·bw)萝卜籽油可更好地促进便秘小鼠的小肠蠕动。萝卜籽油品质优良,具有通便作用,开发前景广阔。

### 参考文献

- [1] 王春丽,张雪清,张贵生.萝卜的研究价值及开发应用前景[J].长江蔬菜,2011,10:11-14  
WANG Chun-li, ZHANG Xue-qing, ZHANG Gui-sheng. Application prospect and research value of radish [J]. Journal of Changjiang Vegetables, 2011, 10: 11-14
- [2] Kuang P, Song D, Yuan Q, et al. Preparative separation and purification of sulforaphene from radish seeds by high-speed countercurrent chromatography [J]. Food Chemistry, 2013, 136: 309-315
- [3] ZHANG J, ZHOU X, FU M. Integrated utilization of red radish seeds for the efficient production of seed oil and sulforaphene [J]. Food Chemistry, 2016, 192: 541-547
- [4] Shishu, Indu Pal Kaur. Inhibition of cooked food-induced mutagenesis by dietary constituents: comparison of two natural isothiocyanates [J]. Food Chemistry, 2009, 112: 977-981
- [5] 纪俊敏,魏安池,侯利霞,等.微波加热对花生油氧化稳定性的影响[J].河南工业大学学报(自然科学版), 2009,30(2): 30-32  
JI Jun-min, WEI An-chi, HOU Li-xia, et al. Influence of microwave heating on the oxidative stability of peanut oil [J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2009, 30(2): 30-32
- [6] Kuang P, Song D, Yuan Q, et al. Separation and purification of sulforaphene from radish seeds using macroporous resin and preparative high-performance liquid chromatography [J]. Food Chemistry, 2013, 136: 342-347
- [7] Sooyeon Lim, Joonhee Lee, Jong-Kee Kim. Analysis of isothiocyanates in newly generated vegetables, Baemuchae (*Brassicoraphanus*) as affected by growth [J]. International Journal of Food Science and Technology, 2009, 44: 1401-1407
- [8] 起德丽,王琦,殷建忠,等.水提紫甘薯色素废渣促进小鼠通便作用的研究[J].现代食品科技, 2013, 29(1): 59-62, 67  
QI De-li, WANG Qi, YIN Jian-zhong, et al. Study on the effect of catharsis function of waste residue from extracting pigment of ipamoea batatas l. in mice [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(1): 59-62, 67
- [9] 肖涵,申亮,杨婉秋,等.滇产植物油理化指标测定[J].辽宁化工,2014,43(4):508-511  
XIAO Han, SHEN Liang, YANG Wan-qiu, et al. Study on physical & chemical indexes of several plant oils produced in yunnan [J]. Liaoning Chemical Industry, 2014, 43(4): 508-511
- [10] 李燕杰,陈月坤,乔路,等.不同产地白萝卜籽油的理化性质及脂肪酸组成分析[J].中国油脂,2014,39(4):100-101  
LI Yan-jie, CHEN Yue-kun, QIAO Lu, et al. Physicochemical property and fatty acids composition of white radish from different habitats [J]. China Oils and Fats, 2014, 39(4): 100-101
- [11] 杨波涛,陈凤香,莫文莲,等.我国食用植物油维生素E含量

- 研究[J].粮油加工,2009,9:52-55
- YANG Bo-tao, CHEN Feng-xiang, MO Wen-ling, et al. Study on content of tocopherol from plant oil in our country [J]. Cereals and Oils Processing, 2009, 9: 52-55
- [12] Tian G, Li Y, Cheng L, et al. The mechanism of sulforaphene degradation to different water contents [J]. Food Chem., 2016, 194: 1022-1027
- [13] Kuang P, Song D, Yuan Q, et al. Separation and purification of sulforaphene from radish seeds using macroporous resin and preparative high-performance liquid chromatography [J]. Food Chem., 2013, 136: 342-347
- [14] 冯妹元,韩军花,刘成梅,等.常见精练油中植物甾醇测定方法的建立及含量分析[J].中国食品卫生杂志,2006,18(3): 197-200
- FENG Mei-yuan, HAN Jun-hua, LIU Cheng-mei, et al. Use of gas chromatography for determination of phytosterols in plant oils [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 2006, 18(3): 197-200