

网络出版时间:2014-01-02 16:02

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.02.059

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.02.059.html>

酸枣果肉多糖保健功能的初步研究

郎 杰, 崔 娜, 张立斌

(河北经贸大学 生物科学与工程学院, 河北 石家庄 050061)

【摘 要】 【目的】研究酸枣果肉多糖在抗衰老、增强免疫及心血管功能方面的保健作用。**【方法】**制备酸枣果肉多糖备用,以小鼠为试验动物,采用皮下注射 D-半乳糖的方法构建衰老模型小鼠,给衰老模型小鼠连续灌胃低剂量(250 mg/kg)和高剂量(500 mg/kg)酸枣果肉多糖 30 d,测定血清中 SOD、CAT 活性和 MDA 含量,试验同时设空白对照组(给健康小鼠灌胃蒸馏水)、模型对照组(给衰老模型小鼠灌胃蒸馏水)和阳性对照组(给衰老模型小鼠灌胃维生素 E 30 mg/kg)。给健康小鼠连续灌胃 60 d 低、高剂量酸枣果肉多糖,末次灌胃 24 h 后,一部分取样测脾脏指数、胸腺指数和碳粒廓清指数;一部分小鼠尾静脉注射垂体后叶素诱发心肌缺血,测定注射前后小鼠的心率。**【结果】**酸枣果肉多糖可抑制衰老模型小鼠血中 SOD 和 CAT 活性下降和 MDA 浓度升高,其中酸枣果肉多糖高剂量组小鼠血清中的 SOD、CAT 活性和 MDA 浓度分别为空白对照组的 97.3%,99.5%和 101.5%。与空白对照组相比,酸枣果肉多糖能增加小鼠免疫器官质量和碳粒廓清指数,其中酸枣多糖高剂量组的碳粒廓清指数是空白对照组的 3.363 倍;酸枣果肉多糖对垂体后叶素所致心肌缺血小鼠的心率增高有一定拮抗作用。**【结论】**酸枣果肉多糖对所试动物具有抗衰老、增强免疫功能及改善心血管的保健作用。

【关键词】 酸枣果肉;多糖;抗衰老;免疫功能;心率

【中图分类号】 Q539;TS201.2⁺3

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2014)02-0162-05

Preliminary study on healthcare effects of wild jujube pulp polysaccharides

LANG Jie, CUI Na, ZHANG Li-bin

(College of Biology Science and Biotechnology, Hebei University of Economics and Business, Shijiazhuang, Hebei 050061, China)

Abstract: 【Objective】 The healthcare effects of wild jujube pulp polysaccharides on anti-aging, immune and cardiovascular function were studied. **【Method】** Polysaccharides were extracted from the jujube pulp and reserved. Aging model mice were constructed with subcutaneous injection of D-galactose. Anti-aging experiment was carried out with low-dose (250 mg/kg) and high dose (500 mg/kg) feed of jujube pulp polysaccharides to aging model mice and normal mice for 30 days. SOD, CAT activities and MDA content in mice blood serum were measured. Three control groups, blank control group, model control group and positive control group were set up as well. After low and high dose jujube pulp polysaccharides were feed to the normal mice for 60 days, the weight of immune organs and carbon clearance index were measured in part of the mice, while the heart rate was measured in rest of the mice before and after injecting pituitrin for inducing myocardial ischemia. **【Result】** Jujube pulp polysaccharides inhibited SOD and CAT activity decreasing and MDA content increasing in the blood of galactose model mice (SOD, CAT activities and MDA content in jujube pulp polysaccharides high-dose group were 97.3%, 99.5% and 101.5% of that in the blank control group, respectively). Immune organ weight and carbon clearance index were increased in mice fed with

【收稿日期】 2013-03-13

【基金项目】 河北省科技支撑计划项目(No. 13232809)

【作者简介】 郎 杰(1955—),男(满族),辽宁铁岭人,副教授,主要从事食品和生物工程研究。E-mail: langjiejie@yahoo.com.cn

the polysaccharides (carbon clearance index in high-dose group was 3.363 times of that in blank control group). Jujube pulp polysaccharides had certain antagonistic effects on the increase of heart rate in myocardial ischemia mice induced by pituitary. 【Conclusion】 The healthcare effects of wild jujube pulp polysaccharides on anti-aging, immune and cardiovascular function were confirmed in the animal test.

Key words: wild jujube pulp; polysaccharides; anti-aging; immune function; heart rate

酸枣(*Zizyphus spinesu* (Bunge) Hu.)^[1]为鼠李科枣属植物,原产于中国,多生长于山区或半山区,是重要的野生经济植物。酸枣种仁入中药材,去核后留下的果肉部分很少被利用,造成资源的浪费。已有研究表明,酸枣果肉部分含有丰富的营养成分^[2],但对其保健功能尚缺乏深入研究。近年来对植物多糖的研究报道日趋增多,多糖具有多种生物活性,例如抗氧化^[3]、免疫调节、抗肿瘤、降血糖、降血脂等^[4-5]。目前,关于酸枣多糖的保健功能几乎未见报道。为此本试验对酸枣多糖成分的抗衰老作用及对免疫功能和心血管的影响进行了初步研究,旨在为酸枣果肉的综合利用提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 材料

酸枣采自河北省涉县山区。新鲜酸枣剥离果核,将果肉于105℃烘10 min灭其酶活性,再于75℃烘干至恒质量,然后粉碎过孔径180 μm的筛备用。小白鼠(昆明种系)购于河北医科大学动物室。

超氧化物歧化酶(SOD)试剂盒、过氧化氢酶(CAT)试剂盒、丙二醛(MDA)试剂盒均购于南京建成生物工程研究所,维生素E胶丸、D-半乳糖、木瓜蛋白酶(80万U/g)、乌拉坦购于国药集团化学试剂有限公司,垂体后叶素注射液购于上海第一生化药业有限公司。其他试剂均为分析纯。

1.2 酸枣果肉多糖的制备

向酸枣果肉干粉中加入无水甲醇-乙酸乙酯混合液(二者体积比为5:1),在75℃恒温水浴中回流3 h,以除去色素及单糖、脂类物质等小分子杂质。回流后在通风橱中挥发去甲醇-乙酸乙酯残留液,然后按体积比1:12加入蒸馏水,室温浸泡30 min后,调浸提液pH约为7,在80℃恒温水浴中浸提3 h。浸提液于4 000 r/min离心20 min,取上清液加入木瓜蛋白酶(1 U/mL),37℃水浴加热1 h进行脱蛋白^[6],然后加热到95℃以上保持5 min,使酶和其他蛋白变性,降温至60℃加入活性炭(100 g/L),在60℃维持30 min脱色^[7],4 000 r/min离心20 min,向上清液按4倍体积量加入无水乙醇,4℃下

静置后再于4 000 r/min离心20 min,弃去上清液,得到浅褐色粗多糖沉淀物,即酸枣果肉多糖,然后减压干燥用于动物试验。

1.3 酸枣果肉多糖的动物试验

1.3.1 抗衰老动物试验 取体质量23~28 g/只雄性小鼠50只,随机均匀分为5组,包括空白对照组、模型对照组、阳性对照组及酸枣果肉多糖低剂量组和高剂量组,每组10只。后4组造糖代谢衰老模型,每天于颈背部皮下注射D-半乳糖的生理盐水溶液(62.5 g/L),注射量为20 mL/kg,连续注射30 d,同时给以抗衰老药物灌胃^[8]。抗衰老药物为制备的酸枣果肉多糖和对照药维生素E,低剂量组和高剂量组分别灌胃酸枣多糖250和500 mg/kg,阳性对照组灌胃维生素E 30 mg/kg(混悬液),空白对照组和模型对照组给相同体积的蒸馏水。每天灌胃1次,连续30 d。每3 d称体质量1次,根据体质量调整D-半乳糖和酸枣果肉多糖的剂量。

最后一次灌胃2 h后,用乙醚麻醉小鼠后眼内眦取血,分离血清分别测定SOD(羟胺法)、CAT(钼酸铵法)活性和MDA(TBA法)浓度,血样处理及测定方法及结果计算按SOD、CAT和MDA试剂盒说明进行。每份血样测定2次取平均值。

1.3.2 对小鼠免疫功能的影响 (1)免疫器官质量的测定。取体质量25~30 g/只雄性小鼠40只,随机分为4组:空白对照组、阳性对照组及酸枣果肉多糖低剂量和高剂量组。各组小鼠灌胃剂量与1.3.1抗衰老剂量相同,连续灌胃60 d。末次灌胃24 h后,将小鼠用乙醚麻醉进行解剖,迅速取出胸腺和脾,用滤纸吸干血液后称质量,以胸腺质量、脾脏质量(g)与体质量(g)之比分别作为胸腺指数和脾脏指数。

(2)吞噬细胞碳粒廓清指数的测定。取体质量25~30 g/只雄性小鼠48只,随机分4组,分组及灌胃同1.3.2(1)。末次灌胃24 h后,对小鼠用乌拉坦-生理盐水溶液(200 mg/mL)麻醉,印度墨汁用含10 g/L明胶的生理盐水稀释5倍,由尾静脉注射,注射剂量为10 mL/kg,分别于注射后15 min和24 h由眼后静脉丛取血,4 000 r/min离心5 min,取上清液50 μL,溶于4 mL 1 g/L碳酸钠溶液。以空白

对照小鼠血液 50 μL 溶于 4 mL 1 g/L 碳酸钠溶液作为空白,用 UV-752 型分光光度计(上海光谱分析仪器厂)于 675 nm 处比色,根据血浆中墨汁含量($\mu\text{L}/\text{mL}$)计算碳粒廓清指数^[9]。每组以 6 只成功完成者(尾静脉注射成功率约 50%)的数据作为试验结果,用于数据统计与分析。

1.3.3 对小鼠心肌缺血后心率的影响 取体质量 25~30 g/只雄性小鼠 48 只随机分为 4 组,分组及灌胃同 1.3.2(1)。试验后仍每组取 6 只成功完成者的数据作为试验结果,用于数据统计与分析。

末次灌胃 24 h 后,对小鼠用乌拉坦-生理盐水溶液麻醉后固定,用 ECG-6851 型心电图机进行心电图描记。将心电图机电极用针头固定后分别插入小鼠前右、前左、后右和后左肢上,开启心电图机,走纸速度为 50 mm/s,按 V II 导联描记一段正常心电图。然后,尾静脉注射垂体后叶素 2 U/kg,注射后再次描记心电图,对照组尾静脉注射生理盐水^[10]。测量后将不同处理组小鼠的心电图记录纸剪开并放大,用卡尺量出 10 个 R—R 间期,取平均值计算心率,比较注射垂体后叶素前后小鼠心率的变化,分析酸枣果肉多糖灌胃处理对小鼠心率的影响。

1.4 数据统计分析

数据利用 SPSS 软件进行 One-Way ANOVA

表 1 酸枣果肉多糖灌胃衰老模型小鼠 30 d 后血清中 SOD、CAT 活性和 MDA 含量
Table 1 SOD,CAT activities and MDA content in blood serum of galactose model mice taking jujube pulp polysaccharides for 30 days

组别 Groups	SOD/(NU · mL ⁻¹)	CAT/(U · mL ⁻¹)	MDA/(mmol · mL ⁻¹)
空白对照组 Blank control group	3 199.2±168.3 aA	0.797±0.213 aA	10.46±2.79 aA
模型对照组 Model control group	2 302.8±483.5 bB	0.482±0.145 bB	18.76±3.36 bB
阳性对照组 Positive control group	2 337.7±192.4 cCB	0.507±0.206 cCB	15.46±2.77 cCB
酸枣果肉多糖低剂量组 JPS low-dose group	2 751.9±449.4 dD	0.671±0.225 acDABC	13.49±3.38 dcDAC
酸枣果肉多糖高剂量组 JPS high-dose group	3 113.1±234.4 eaEDA	0.793±0.224 edaEDA	10.62±2.19 eaEAD

注:同列数据后标不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$);标不同大写字母者表示差异极显著($P<0.01$)。JPS 代表酸枣果肉多糖。下表同。
Note:Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P<0.05$),while different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$).JPS represents jujub pulp polysaccharides. The same below.

2.2 酸枣果肉多糖对试验动物免疫功能的影响 对健康小鼠连续灌胃酸枣果肉多糖 60 d 后,检

统计分析,并对均数进行差异显著性分析(LSD 均数多重比较)。

2 结果与分析

2.1 酸枣果肉多糖抗衰老动物试验结果

从表 1 可以看出,与正常小鼠相比,模型对照组小鼠血清中的 SOD 和 CAT 活性极显著下降($P<0.01$),MDA 浓度极显著增加($P<0.01$),表明衰老模型构建成功。酸枣果肉多糖低剂量组 SOD 活性极显著低于空白对照组($P<0.01$),为空白对照组的 86%,未能全部抵消造模的影响,而酸枣果肉多糖高剂量组的 SOD 活性为空白对照组的 97.3%,与空白对照组差异不显著($P>0.05$);CAT 活性的变化趋势与 SOD 相同;MDA 浓度的变化趋势与 SOD 和 CAT 相反,酸枣果肉多糖高剂量组与空白对照组的 MDA 浓度差异不显著,但其与酸枣果肉多糖低剂量组间差异显著。与模型对照组相比,酸枣果肉多糖具有抑制 MDA 浓度升高的作用,且存在剂量效应。灌胃维生素 E 的阳性对照组作用远没有酸枣果肉多糖效果明显。结果表明,酸枣果肉多糖灌胃处理,可以减轻因造衰老带来的 SOD 以及 CAT 活性下降和 MDA 浓度增加。

测小鼠体内免疫器官质量及免疫细胞吞噬功能,结果见表 2 和表 3。

表 2 酸枣果肉多糖灌胃小鼠 60 d 后的胸腺指数和脾脏指数
Table 2 Indexes of thymus and thymus of mice taking jujube polysaccharides for 60 days

组别 Groups	体质量/g Weight	胸腺质量/mg Thymus	胸腺指数/% Thymus index	脾脏质量/mg Spleen	脾脏指数/% Spleen index
空白对照组 Blank control group	32.8±4.4	167.6±34.6	0.503±0.053	74.3±19.6	0.225±0.052 aA
阳性对照组 Positive control group	35.3±4.7	186.6±30.0	0.526±0.035	82.6±20.0	0.230±0.031 baBA
酸枣果肉多糖低剂量组 JPS low-dose group	36.4±6.4	200.1±49.4	0.550±0.079	109.2±22.2	0.300±0.055 cC
酸枣果肉多糖高剂量组 JPS high-dose group	35.8±6.1	200.9±52.9	0.552±0.063	106.0±25.5	0.292±0.036 cDC

从表 2 可以看出,酸枣果肉多糖对脾脏质量增加有促进作用,其高、低剂量组的脾脏指数均极显著大于空白对照组和阳性对照组($P<0.01$);酸枣果肉多糖对胸腺质量和胸腺指数几乎没有影响。

利用碳粒廓清检测免疫细胞吞噬功能,结果(表 3)表明,酸枣果肉多糖可明显增强试验小鼠的碳粒

廓清指数,与空白对照组相比,酸枣果肉多糖低剂量组小鼠的碳粒廓清指数增加 1 倍以上,高剂量组增加 2 倍以上,且差异均达极显著水平($P<0.01$),并存在剂量效应;阳性对照组也有一定作用,但与酸枣果肉多糖相比作用相差甚远。

表 3 酸枣果肉多糖灌胃小鼠 60 d 后的碳粒廓清指数
Table 3 Carbon clearance indexes of mice taking jujube pulp polysaccharides for 60 days

组别 Groups	注射后 15 min 墨汁含量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$)	注射后 24 h 墨汁含量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{mL}^{-1}$)	碳粒廓清指数/ ($\times 10^3$)
	15 min after injection	24 h after injection	Carbon clearance index
空白对照组 Blank control group	0.085 $\pm$ 0.008	0.078 $\pm$ 0.008	1.620 $\pm$ 0.344 aA
阳性对照组 Positive control group	0.101 $\pm$ 0.005	0.088 $\pm$ 0.003	2.434 $\pm$ 0.531 baBA
酸枣果肉多糖低剂量组 JPS low-dose group	0.105 $\pm$ 0.006	0.085 $\pm$ 0.009	3.798 $\pm$ 1.954 cbCB
酸枣果肉多糖高剂量组 JPS high-dose group	0.101 $\pm$ 0.008	0.075 $\pm$ 0.003	5.448 $\pm$ 1.325 dcDC

2.3 酸枣果肉多糖对心肌缺血模型动物心率的影响

通过给试验小鼠灌胃酸枣果肉多糖 60 d,然后

对酸枣果肉多糖灌胃组和空白对照组尾静脉注射垂体后叶素制造急性心肌缺血模型,在注射前后测定其心率,结果见表 4。

表 4 酸枣果肉多糖灌胃 60 d 后小鼠注射垂体后叶素前后的心率比较
Table 4 Comparison of before heart rate and after injecting pituitrin in mice taking jujube pulp polysaccharides for 60 days

组别 Groups	注射前心率	注射后心率	增加心率
	Heart rate before injection	Heart rate after injection	Heart rate increase
空白对照组 Blank control group	349 $\pm$ 9.1	701 $\pm$ 23.8 aA	352
阳性对照组 Positive control group	346 $\pm$ 9.4	696 $\pm$ 27.4 baBA	350
酸枣果肉多糖低剂量组 JPS low-dose group	348 $\pm$ 11.8	670 $\pm$ 27.9 cbCA	322
酸枣果肉多糖高剂量组 JPS high-dose group	349 $\pm$ 13.5	621 $\pm$ 22.4 dD	272

表 4 表明,各处理组小鼠在注射垂体后叶素后心率明显加快,表明注射垂体后叶素后造成急性心肌缺血可导致心动周期明显加快。酸枣果肉多糖灌胃低剂量组在注射垂体后叶素后增加的心率低于空白对照组和阳性对照组,但差异不明显;而酸枣果肉多糖高剂量组与空白对照差异明显,增加心率为空白对照组的 77.3%,说明酸枣多糖在本试验中有一定的抗心肌缺血作用。

3 讨论与结论

过去对衰老机制探讨较多的是自由基伤害学说,生物活动过程不断产生氧自由基,自由基过剩会损伤细胞膜和一些生物大分子的功能,由此导致细胞及机体衰老。SOD 是机体内氧自由基的清除剂,具有防御氧毒性以及增强机体抗氧化损伤能力,起到抗衰老作用。SOD 歧化氧自由基产生的 H_2O_2 ,对机体也有损害,在体内需经 CAT 分解为 H_2O 和 O_2 。故 CAT 与 SOD 的作用密切相关。

一般而言,多糖类物质具有抗氧化及抗衰老作用,可提高血清中 SOD 和 CAT 活性,降低 MDA 浓度。关于枣类多糖过去也曾有类似的报道,如用酸

枣、山楂、葡萄 3 种果汁灌胃 D-半乳糖致大鼠衰老模型,可降低大鼠脑组织 MDA 浓度^[11];红枣浸提液可提高小鼠组织 SOD、CAT 活性,降低 MDA 浓度^[12]。本试验中,与空白对照组相比,衰老模型小鼠血清中 SOD、CAT 活性显著下降以及 MDA 浓度显著升高;而对衰老模型小鼠灌胃酸枣果肉多糖,则抑制了小鼠衰老过程中血清中 SOD、CAT 活性下降以及 MDA 浓度的升高,这表明酸枣果肉多糖具有抗衰老作用。但这种抗衰老作用是抑制了 SOD、CAT 的降解及促进 MDA 的合成,还是促进了 SOD、CAT 的合成及 MDA 的降解所致,还有待于进一步探讨。

很多生物活性多糖具有提高免疫功能的作用,例如蒲公英多糖灌胃可使小鼠免疫器官指数增加^[13]。本试验利用提取的酸枣果肉多糖灌胃小鼠,也使免疫器官指数和碳粒廓清指数增加,表明酸枣果肉多糖也具有增强免疫功能的作用,但对其作用机理不清楚,是增加了免疫细胞数量还是单纯增加了免疫细胞的吞噬能力,或是二者兼有,还有待于进一步探讨。

很多黄酮、皂苷类天然产物具有改善心肌功能

及抗心肌缺血作用,曾有报道认为,这些天然产物改善心肌功能的作用机理在于提高血浆中 SOD 活性及降低 MDA 含量^[14],减少心肌缺血情况下脂质过氧化产生的氧自由基对心肌的损伤^[15]。多糖类物质具有抗氧化作用,也应具有一定程度的改善心肌功能的作用。例如麦冬多糖、云芝多糖、芦荟多糖等,对大鼠心肌缺血性损伤具有保护作用^[16]。本试验结果表明,酸枣果肉多糖对心肌缺血情况下的心率加快有一定拮抗作用(对心电图中的 S-T 段改变未作分析),这是否与酸枣果肉多糖能维持衰老模型小鼠血浆中 SOD 和 CAT 活性有关,还有待于进一步研究。

[参考文献]

[1] 刘孟军. 属植物分类学研究进展 [J]. 园艺学报, 1999, 26 (5): 302-307.
Liu M J. Advances in taxonomy study on the genus *Ziziphus* [J]. Acta Horticulturae Sinica, 1999, 26 (5): 302-307. (in Chinese)

[2] 陈国梁, 余国民, 徐 娜, 等. 酸枣品种间常见生物物质含量比较分析 [J]. 安徽农业科学, 2005, 33 (2): 256-257.
Chen G L, Yu G M, Xu N, et al. Study on determining the common substantial content of wild jujube [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2005, 33 (2): 256-257. (in Chinese)

[3] 赵琳静, 宋小平, 黎方雅. 多糖及其衍生物抗氧化性质的研究进展 [J]. 上海工程技术大学学报, 2008, 22 (1): 44-47.
Zhao L J, Song X P, Li F Y. Research progress on anti-oxidation of polysaccharide and its derivatives [J]. Journal of Shanghai University of Engineering Science, 2008, 22 (1): 44-47. (in Chinese)

[4] 林海鸣, 刘艳丽, 孙晓飞, 等. 多糖的药理活性研究概况 [J]. 亚太传统医药, 2008, 4 (2): 63-67.
Lin H M, Liu Y L, Sun X F, et al. Review of studies on pharmacy activity of polysaccharides [J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2008, 4 (2): 63-67. (in Chinese)

[5] 施松善, 王顺春. 多糖生物活性研究进展 [J]. 生命科学, 2011, 23 (7): 662-670.
Shi S S, Wang S C. Bioactivities of polysaccharides [J]. Chinese Bulletin of Life Sciences, 2011, 23 (7): 662-670. (in Chinese)

[6] 徐大伦, 欧昌荣, 黄晓春, 等. 浒苔多糖脱蛋白方法的研究 [J]. 水产科学, 2005, 24 (5): 26-27.
Xu D L, Ou C R, Huang X C, et al. Removal of protein from polysaccharide extract of alga enteromorpha prolifera [J]. Fisheries Science, 2005, 24 (5): 26-27. (in Chinese)

[7] 杨世平, 孙润广. 陕北红枣中多糖的酶加水法提取工艺研究 [J]. 武汉植物学研究, 2005, 23 (4): 373-375.
Yang S P, Sun R G. Study on extractive craft of polysaccharides by enzymolysis with watering from *Ziziphus jujube* Mill. in the

North of Shaanxi [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2005, 23 (4): 373-375. (in Chinese)

[8] 陈 勤. 抗衰老研究实验方法 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1996: 46-47.
Chen Q. Experimental methods of anti-aging research [M]. Beijing: China Medicine Science Press, 1996: 46-47. (in Chinese)

[9] 陈 奇. 中药药理研究方法学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1993: 757-759, 937-939.
Chen Q. Chinese traditional medicine pharmacology research methodology [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1993: 757-759, 937-939. (in Chinese)

[10] 施新猷. 医学动物实验方法 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1980: 293-314.
Shi X Y. Medical animal experimental method [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1980: 293-314. (in Chinese)

[11] 郭剑利, 赵熙和, 刘耕陶. 酸枣、山楂、葡萄三种果汁对 D-半乳糖大鼠衰老模型的影响 [J]. 营养学报, 1999, 21 (2): 149-152.
Guo J L, Zhao X H, Liu G T. The effect of the juices of wild jujube, hawthorn and grape on rat model induced with overdose of D-galactose [J]. Acta Nutrimenta Sinica, 1999, 21 (2): 149-152. (in Chinese)

[12] 李小平, 陈锦屏, 邓 红, 等. 红枣多糖沉淀特性及抗氧化作用 [J]. 食品科学, 2005, 26 (10): 214-216.
Li X P, Chen J P, Deng H, et al. The antioxidant activities and precipitation conditions of jujube date polysaccharide [J]. Food Science, 2005, 26 (10): 214-216. (in Chinese)

[13] 陈福星, 陈文英, 郝艳霜. 蒲公英多糖对小鼠免疫器官的影响 [J]. 动物医学进展, 2008, 29 (4): 10-12.
Chen F X, Chen W Y, Hao Y S. Effect of taraxacum polysaccharides on immune organs in mice [J]. Progress in Veterinary Medicine, 2008, 29 (4): 10-12. (in Chinese)

[14] 陈志武, 章家胜, 岑德意, 等. 复方银杏叶对大鼠心肌缺血损伤的保护作用 [J]. 中成药, 1998, 20 (7): 30-32.
Chen Z W, Zhang J S, Cen D Y, et al. Protection of compound ginkgo solution on myocardial ischemia damage of rats [J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 1998, 20 (7): 30-32. (in Chinese)

[15] 郭 健, 刘 义, 李延平, 等. 氧自由基与心肌缺血再灌注损伤 [J]. 中国心血管杂志, 2008, 13 (5): 384-387.
Guo J, Liu Y, Li Y P, et al. Oxygen free radical and myocardial ischemia reperfusion injury [J]. Chinese Journal of Cardiovascular Medicine, 2008, 13 (5): 384-387. (in Chinese)

[16] 张晓林, 刘 萍, 杨安平, 等. 中华芦荟多糖对大鼠心肌缺血的保护作用 [J]. 中药药理与临床, 2008, 24 (5): 42-44.
Zhang X L, Liu P, Yang A P, et al. Protective effects of aloe polysaccharides on acute myocardial ischemia rats [J]. Pharmacology and Clinics of Chinese Medica, 2008, 24 (5): 42-44. (in Chinese)