

## 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠肝、肾和心组织的抗氧化保护作用

李静, 葛超, 韩莲莲, 刘德义, 陈会良 (安徽科技学院动物科学学院, 安徽凤阳 233100)

**摘要** [目的]研究加味桃核承气汤对糖尿病大鼠的肝、肾和心脏组织抗氧化保护作用。[方法]尾静脉小剂量(45 mg/kg)注射链脲佐菌素(STZ)复制糖尿病模型,设立对照组、糖尿病组和给药组(加味桃核承气汤 10 ml/mg·d),测定第 56 天各组的左肾指数、右肾指数和肝指数,测定肝、肾和心组织匀浆中的过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD)活性和丙二醛(MDA)含量。[结果]给药组大鼠的体重较糖尿病组显著升高( $P < 0.01$ ),左肾指数和右肾指数较糖尿病组无显著变化,肝指数较糖尿病组显著降低( $P < 0.01$ );给药组的肝脏中的 SOD 和 CAT 均显著高于糖尿病组( $P < 0.05$ );心脏中的 GSH-Px 显著高于糖尿病组( $P < 0.05$ );给药组肝、肾和心脏中 MDA 含量均显著低于糖尿病组( $P < 0.05$ )。[结论]加味桃核承气汤可通过清除氧自由基及抗脂质过氧化作用,提高糖尿病大鼠的肝、肾和心组织的抗氧化能力,缓解氧化损伤。

**关键词** 糖尿病;桃核承气汤;链脲佐菌素;抗氧化

**中图分类号** S865.1<sup>+</sup>2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-12052-03

## Anti-oxidative Effects of Taohe Chengqi Decoction on Liver, Kidney and Heart of STZ-induced Diabetic Rats

LI Jing et al (College of Animal Science, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100)

**Abstract** [Objective] To study the anti-oxidative activity of Taohe Chengqi Decoction on liver, kidney and heart of diabetic rats. [Method] Diabetic models were established by tail vein injection of small dose streptozotocin (45 mg/kg), the three groups divided: control group, diabetes group, treatment group (Taohe Chengqi decoction 10 ml/mg·d). At the 56 th day, left kidney index, right kidney index and liver index were detected, the levels of CAT, MDA, GSH-Px and SOD in liver, kidney and heart homogenate were detected. [Result] The body weight of treatment group were significantly higher with diabetes group ( $P < 0.01$ ), left kidney index and right kidney index of diabetes group were no significant change, liver index very significantly reduced compared with diabetes group ( $P < 0.01$ ); SOD and CAT activities in liver were significantly higher in treatment group than those in diabetes group ( $P < 0.05$ ); GSH-Px activities in heart were significantly higher than diabetes group ( $P < 0.05$ ); level of MDA were significantly lower in liver, kidney and heart tissue in treatment group than diabetes group ( $P < 0.05$ ). [Conclusion] Taohe Chengqi Decoction could improve diabetic rat liver, kidney and heart tissue antioxidant capacity, reduce oxidative damage through oxygen free radical scavenging and anti-lipid peroxidation.

**Key words** Diabetic mellitus; Taohe Chengqi Decoction; Streptozotocin; Antioxidative

糖尿病存在葡萄糖代谢异常的现象,可导致组织细胞中自由基异常<sup>[1]</sup>。糖尿病的发生和发展过程中,氧自由基大量蓄积,氧化应激反应加强<sup>[2]</sup>。糖尿病对心脏、血压、骨骼、肾脏、胰脏、周围神经、视网膜等都有一定程度的不良影响和损害<sup>[3]</sup>。糖尿病导致多部位、多种并发症的可能机制与氧化应激造成的组织细胞损伤有关<sup>[4]</sup>。具有抗氧化作用的降血糖药物在防治糖尿病的并发症方面有一定的优势,因此,笔者采用含有多味具有抗氧化作用的中药组成的验方加味桃核承气汤来治疗糖尿病大鼠,通过检测肝、肾和心组织中抗氧化指标,观察加味桃核承气汤对糖尿病大鼠肝、肾和心组织的抗氧化保护作用,为加味桃核承气汤减缓糖尿病脏器损伤的机理提供参考。

## 1 材料与方

**1.1 主要试剂** 链脲佐菌素,为 Sigma 公司产品,批号为 S0130;CAT 试剂盒、MDA 试剂盒、SOD 试剂盒和 GSH-Px 试剂盒,均由南京建成生物工程研究所提供,产品批号均为 20090511。

**1.2 加味桃核承气汤的制备** 参照文献[5]中的加味桃核承气汤配方,在其基础上增加泻下药芒硝,组方为:桃仁 12

g、大黄 12 g、桂枝 6 g、芒硝 6 g、炙甘草、黄芪 20 g、麦冬 12 g、丹参 12 g、玄参 12 g、生地黄 12 g,以上中药饮片均购自安徽省蚌埠丰原大药房连锁有限公司,按组方配比称取中药总量 500 g,其中大黄在煎煮中后下,芒硝用水溶解后兑入煎煮的药汁中,其余药物加蒸馏水浸泡过夜,加热至沸,改用文火煎煮 1 h,煎煮 40 min 时加入大黄,过滤,再次煎煮 1 h,2 次煎液合并,兑入少量蒸馏水溶解过滤的芒硝,浓缩至 500 ml,相当于 1 g/ml 的生药量,经高压蒸汽灭菌器 121.6 °C 温度灭菌 15 min,4 °C 冰箱冷藏保存。

**1.3 实验动物** SD 大鼠,SPF 级,体重 180~200 g,雌雄各半,由安徽省实验动物中心提供,许可证号为 SCXK(皖)2005-001。SPF 鼠颗粒饲料购自江苏省协同医药生物工程有限责任公司。

**1.4 动物模型的复制** 采用小剂量链脲佐菌素尾静脉注射法建立大鼠糖尿病模型,在冰浴条件下用 0.1 mol/L 的 pH 4.4 的柠檬酸-柠檬酸钠配制 1% 的 STZ 溶液,参照文献[6]中的糖尿病建模方法,禁食 12 h 后,50 °C 温水浸泡大鼠尾部约 10 s,酒精棉球涂擦消毒,按照 45 mg/kg 的剂量尾静脉注射 1% 的 STZ,72 h 后用玻璃毛细采血管在大鼠眶后静脉丛空腹采血,离心制备血清,测定血糖含量,若血糖值低于 16.7 mmol/L,按 35 ml/kg 剂量再次尾静脉注射 STZ,72 h 后再测定血糖。最后以空腹血糖大于或等于 16.7 mmol/L,并伴有饮、多食、多尿者判定为糖尿病模型大鼠<sup>[7]</sup>,对照组尾静脉注射相应体积的 0.1 mol/L 柠檬酸缓冲液。给药组大鼠灌胃 10 ml/(kg·d) 的加味桃核承气汤,对照组和糖尿病组灌胃

**基金项目** 安徽科技学院引进人才专项基金资助项目(ZRC2007139);安徽科技学院自然科学研究项目(ZRC2013366);安徽科技学院重点建设课程项目(ZDKC1130)。

**作者简介** 李静(1979-),女,黑龙江齐齐哈尔人,讲师,博士,从事中草药防治动物疾病方面的研究。

**收稿日期** 2013-09-23

10 ml/(kg · d)的生理盐水。

**1.5 动物的处理** 56 d 灌胃结束后,空腹称体重,将大鼠脱颈处死,立即取出肝、肾和心,称重,制备 10% 的肝、肾和心组织匀浆,于 -20 °C 冰箱中存放。组织蛋白采用双缩脲比色光度法<sup>[8]</sup>测定。

**1.6 数据统计与分析** 采用 SPSS19.0 for windows 统计软件对试验数据进行单因素方差分析。试验结果均以平均值 ± 标准差( $\bar{x} \pm SD$ )表示, $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果与分析

**2.1 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠体重、肾指数和肝指数的影响** 由表 1 可知,第 56 天糖尿病组体重较对照组

极显著下降( $P < 0.01$ ),糖尿病组大鼠的体重比对照组下降 130.96 g,糖尿病组体重是对照组的 47.9%,糖尿病组左肾指数和右肾指数均极显著增加( $P < 0.01$ ),肝脏指数显著增加( $P < 0.05$ );给药组体重与对照组差异不显著,但体重呈下降趋势,给药组大鼠的体重比对照组下降 48.40 g,给药组左肾指数和右肾指数均极显著高于对照组( $P < 0.01$ ),肝脏指数显著高于对照组( $P < 0.05$ );与糖尿病组相比,给药组体重极显著增高( $P < 0.01$ ),给药组大鼠的体重比糖尿病组上升 82.56 g,糖尿病组体重是给药组的 59.4%,给药组左肾指数和右肾指数与糖尿病组差异不显著,肝脏指数极显著低于糖尿病组( $P < 0.05$ )。

表 1 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠体重、肾指数和肝指数的影响( $n = 10$ )

组别	体重//g	左肾指数//mg/g	右肾指数//mg/g	肝脏指数//mg/g
对照组	251.56 ± 82.12	3.67 ± 2.25	3.34 ± 0.95	31.34 ± 3.50
糖尿病组	120.60 ± 21.11**	5.52 ± 0.60**	5.54 ± 0.55**	41.20 ± 3.37*
给药组	203.16 ± 15.88 <sup>#</sup>	5.22 ± 1.84**	4.89 ± 1.22**	35.86 ± 3.79**

注: \* 表示与对照组差异显著( $P < 0.05$ ), \*\* 表示与对照组差异极显著( $P < 0.01$ );# 表示与糖尿病组差异显著( $P < 0.05$ ),## 表示与糖尿病组差异极显著( $P < 0.01$ )。

**2.2 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠肝抗氧化功能的影响** 由表 2 可知,与对照组相比,糖尿病组的肝脏组织中 SOD 活性降低 13.79 U/mgprot, CAT 降低 1.47 U/mgprot, GSH-Px 降低 8.42 U/mgprot,均存在极显著差异( $P < 0.01$ ),MDA 含量升高 0.60 nmol/mgprot,差异极显著( $P < 0.01$ );与对照组相比,给药组与对照组的 SOD、CAT 和 MDA 差异均不

显著,GSH-Px 降低 5.21 U/mgprot,显著低于对照组( $P < 0.05$ );与糖尿病组相比,给药组 SOD 增加 9.95 U/mgprot, CAT 增加 0.88 U/mgprot,与糖尿病组均有显著差异( $P < 0.05$ ),MDA 下降 0.47 nmol/mgprot,显著低于糖尿病组( $P < 0.05$ ),GSH-Px 含量与糖尿病组无显著差异( $P > 0.05$ )。

表 2 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠肝抗氧化指标的影响( $n = 10$ )

组别	SOD//U/mgprot	CAT//U/mgprot	GSH-Px//U/mgprot	MDA 含量//nmol/mgprot
对照组	66.03 ± 7.17	13.26 ± 0.60	24.43 ± 3.07	3.18 ± 0.07
糖尿病组	52.24 ± 6.53**	11.79 ± 0.75**	16.01 ± 4.80**	3.78 ± 0.35**
给药组	62.19 ± 4.35 <sup>#</sup>	12.67 ± 0.76 <sup>#</sup>	19.22 ± 2.71*	3.31 ± 0.49 <sup>#</sup>

注: \* 表示与对照组差异显著( $P < 0.05$ ); \*\* 表示与对照组差异极显著( $P < 0.01$ );# 表示与糖尿病组差异显著( $P < 0.05$ );## 表示与糖尿病组差异极显著( $P < 0.01$ )。

**2.3 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠肾抗氧化功能的影响** 由表 3 可知,与对照组相比,糖尿病组的肾脏组织中 SOD 降低 87.37 U/mgprot, CAT 降低 4.18 U/mgprot,均极显著低于对照组( $P < 0.01$ ),GSH-Px 均数下降 10.00 U/mgprot,极显著低于对照组( $P < 0.01$ ),MDA 升高 0.18 nmol/mgprot,显著高于对照组( $P < 0.05$ );与对照组相比,给

药组 SOD 较对照组下降 66.97 U/mgprot,显著低于对照组( $P < 0.05$ ),CAT 下降 3.94 U/mgprot, GSH-Px 下降 9.31 U/mgprot,均极显著低于对照组( $P < 0.01$ ),MDA 含量无显著差异( $P > 0.05$ )。给药组 SOD、CAT 活性 GSH-Px 含量与糖尿病组均无显著差异( $P > 0.05$ ),MDA 下降 0.20 nmol/mgprot,显著低于糖尿病组( $P < 0.05$ )。

表 3 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠肾抗氧化指标的影响( $n = 10$ )

组别	SOD//U/mgprot	CAT//U/mgprot	GSH-Px//U/mgprot	MDA 含量//nmol/mgprot
对照组	300.97 ± 54.50	16.90 ± 0.71	38.06 ± 5.23	1.31 ± 0.09
糖尿病组	213.60 ± 49.40**	12.72 ± 0.88**	28.06 ± 2.81**	1.49 ± 0.21*
给药组	234.00 ± 28.96*	12.96 ± 1.34**	28.75 ± 3.78**	1.29 ± 0.11 <sup>#</sup>

注: \* 表示与对照组差异显著( $P < 0.05$ ); \*\* 表示与对照组差异极显著( $P < 0.01$ );# 表示与糖尿病组差异显著( $P < 0.05$ );## 表示与糖尿病组差异极显著( $P < 0.01$ )。

**2.4 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠心脏抗氧化功能的影响** 由表 4 可知,与对照组相比,糖尿病组的心脏组织中 SOD 降低 24.61 U/mgprot, CAT 降低 3.69 U/mgprot, GSH-

Px 降低 14.58 U/mgprot,均极显著降低( $P < 0.01$ ),MDA 升高 4.26 nmol/mgprot,差异极显著( $P < 0.01$ );与对照组相比,给药组 SOD 降低 19.13 U/mgprot, CAT 降低 2.48 U/mgprot,

GSH-Px 降低 9.04 U/mgprot, 差异均极显著 ( $P < 0.01$ ), MDA 升高 1.27 nmol/mgprot, 差异极显著 ( $P < 0.01$ ); 给药组 SOD、CAT 活性与糖尿病组无显著差异 ( $P > 0.05$ ), GSH-Px 上升

5.54 U/mgprot, 显著高于糖尿病组 ( $P < 0.05$ ), MDA 下降 2.99 nmol/mgprot, 显著低于糖尿病组 ( $P < 0.05$ )。

表 4 加味桃核承气汤对 STZ 糖尿病大鼠心脏抗氧化指标的影响 ( $n = 10$ )

组别	SOD//U/mgprot	CAT//U/mgprot	GSH-Px//U/mgprot	MDA 含量//nmol/mgprot
对照组	65.26 ± 6.88	13.25 ± 2.42	38.28 ± 3.05	4.30 ± 0.45
糖尿病组	40.65 ± 4.88**	9.56 ± 0.75**	23.70 ± 3.43**	8.56 ± 0.91**
给药组	46.13 ± 4.77**	10.77 ± 0.88**	29.24 ± 3.50**#	5.57 ± 0.53**#

注: \* 表示与对照组差异显著 ( $P < 0.05$ ); \*\* 表示与对照组差异极显著 ( $P < 0.01$ ); # 表示与糖尿病组差异显著 ( $P < 0.05$ ); ## 表示与糖尿病组差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

### 3 讨论与结论

该试验中糖尿病组出现体重显著下降, 严重消瘦现象, 其与糖尿病对机体的不良影响和代谢紊乱有关。给药组有效缓解糖尿病大鼠体重降低, 说明加味桃核承气汤对缓解糖尿病造成的机体代谢紊乱和营养不良导致的消瘦有一定的作用。糖尿病组左肾指数和右肾指数均显著升高, 一方面可能与糖尿病造成肾脏的损伤和炎症充血水肿有关, 另一方面与糖尿病大鼠的多饮多尿和吸收少导致体重降低有关。给药组肾脏指数较糖尿病组下降不明显。肝脏指数显著下降, 说明加味桃核承气汤能够缓解糖尿病的糖代谢和脂代谢紊乱引起的肝脏肿大和损伤。

加味桃核承气汤所含大部分中药材均具有抗氧化作用, 桃仁对  $Fe^{2+}$  - 半胱氨酸所致大鼠肝细胞脂质过氧化损伤具有保护作用, 能有效抑制 MDA 含量的升高, 提高机体抗氧化能力、抑制脂质过氧化损伤<sup>[9-10]</sup>。大黄中含有的大黄酸、大黄酚、大黄素、大黄素甲醚和芦荟大黄素均有去除超氧阴离子自由基的能力<sup>[11]</sup>。桂枝可清除次黄嘌呤 - 黄嘌呤氧化酶系统产生的超氧阴离子自由基和 Fenton 反应所产生的羟基自由基, 并能抑制羟自由基诱导的小鼠肝脏匀浆组织上清液过氧化脂质的生成<sup>[12]</sup>。甘草的黄酮提取物可升高 2 型糖尿病模型大鼠血清 SOD 和 GSH-Px 水平, 同时可以降低血清氧化终产物 MDA 含量<sup>[13]</sup>。黄芪多糖具有双向调节血糖的作用, 黄芪多糖、黄芪总黄酮和黄芪皂苷均可清除自由基<sup>[14]</sup>。麦冬多糖能明显提高 2 型糖尿病大鼠肾脏总抗氧化能力, 降低过氧化氢的含量<sup>[15]</sup>。丹参的水溶性酚酸类和脂溶性丹参酮类都具有抗氧化作用<sup>[16]</sup>。玄参中所含的多糖、多酚、环烯醚萜类成分均具有抗氧化活性<sup>[17-19]</sup>, 地黄对过氧化氢诱导肾脂质过氧化大鼠有抗氧化保护作用<sup>[20]</sup>, 加味桃核承气汤发挥组方补气、活血、清热、生津、泻下的整体功效优势, 共同作用于糖尿病大鼠, 不仅可以治疗糖尿病, 而且能够提高机体和组织脏器的抗氧化能力, 具有保护组织、减缓损伤, 减少并发症的作用。

该试验中糖尿病大鼠的肝、肾和心组织均表现为不同程度抗氧化能力减弱, 处于氧化应激状态, 可能机制是由于长期的慢性的高糖引起细胞内线粒体呼吸链活性氧生成增多, 抑制磷酸甘油醛脱氢酶糖酵解, 引发异常代谢途径的激活, 导致组织损伤<sup>[21]</sup>。糖尿病持续的高血糖对肝脏的损害主要表现为肝内脂肪浸润致脂肪肝, 部分可发展为脂肪性肝炎、

肝纤维化甚至肝硬化<sup>[22]</sup>; 糖尿病诱发的氧化应激对肾脏损害表现为肾脏肥大, 肾小球基底膜的增厚和系膜区基质堆积<sup>[23]</sup>; 糖尿病的心血管疾病的发病率增加与自由基活性的升高有关<sup>[24]</sup>, 高糖环境可导致心肌病变心肌收缩力减弱, 心肌舒张受限, 每搏心输出量显著减少, 并出现代偿性的左心室肥厚, 最终导致充血性心力衰竭<sup>[25]</sup>。机体的抗氧化状态受到多种因素影响, 笔者仅测定肝、肾和心组织的抗氧化指标, 有必要进一步结合组织病变阐明糖尿病对脏器组织的损害及加味桃核承气汤对脏器组织的保护作用。

该试验中 56 d 糖尿病组中肝、肾、心组织中 SOD 活性均极显著低于对照组, 表明大鼠患糖尿病时机体清除氧自由基的能力显著下降导致机体损伤, 通过加味桃核承气汤为期 56 d 的治疗, 肝脏中 SOD 活性显著高于糖尿病组, 表明加味桃核承气汤可以增强肝脏对氧自由基的清除能力以保护肝细胞免受损伤。心脏与肾脏中 SOD 活性与糖尿病组无显著差异, 但呈上升趋势, 可轻度减缓细胞损伤。糖尿病组中心、肝、肾 CAT 活性极显著低于对照组, 表明当机体患糖尿病时机体的 CAT 活性降低, 清除过氧化氢能力下降。该试验表明加味桃核承气汤对糖尿病大鼠肝脏 CAT 活性显著提高。通过加味桃核承气汤的灌胃治疗, 肝脏和心脏中的 GSH-Px 活性显著上升, 增强了机体对过氧化氢和氢过氧基的清除能力。肾脏中的 GSH-Px 活性有所提高, 但差异不显著。给药组肝、肾、心组织中的脂质过氧化产物 MDA 含量较糖尿病组均显著下降, 表明加味桃核承气汤可减少糖尿病大鼠机体脂质过氧化物的产生, 从而保护细胞膜免受损伤。该试验结果表明中药加味桃核承气汤具有改善链脉佐菌糖尿病大鼠肝、肾、心抗氧化能力低下的作用, 但对糖尿病的高血糖造成的氧化损伤不可能完全逆转。

### 参考文献

- [1] 张蕾, 陈顺志, 刘树森. 糖尿病小鼠线粒体氧化磷酸化功能与自由基的关系[J]. 现代预防医学, 2008, 35(7): 1348 - 1350, 1352.
- [2] BROWNLEE M. The pathobiology of diabetic complications: a unifying mechanism[J]. Diabetes, 2005, 54(6): 1615 - 1625.
- [3] 徐晓琨. 糖尿病对人体的影响及早期干预[J]. 中国中医药杂志, 2007, 5(11): 84 - 85.
- [4] VINCENT A M, BROWNLEE M, RUSSELL J W. Oxidative stress and programmed cell death in diabetic neuropathy[J]. Ann N Y Acad Sci, 2002, 959: 368 - 383.
- [5] 孟庆海. 桃核承气汤加减治疗 2 型糖尿病临床观察[J]. 河北中医, 2003, 25(9): 683.

(下转第 12058 页)

一层枯草。

**2.3.3 田间管理。**翅碱蓬播种后 7~10 d 出苗。因为播种前已经浇了足量的水,所以出苗前后的这段时间不需再浇水。碱蓬生长期病虫害较少,不需特别护理<sup>[7]</sup>。灌溉次数视生长情况而定,一般灌溉次数和水量不宜过多。如遇干旱,则应尽早喷灌或浇灌适量的水。

### 3 芦苇

芦苇(*Phragmites australis*)为禾本科芦苇属植物。在黄河三角洲湿地中分布最广,生物量最大,具有调节气候、净化水质、防洪固堤、维持生物多样性等生态功能<sup>[8]</sup>。

**3.1 种植方式** 黄河三角洲地区芦苇种植采用植苗种植的方式。

**3.2 幼苗的培养和收集** 在黄河三角洲地区获取芦苇幼苗有 2 种方式:①在芦苇生长的旺季将长势良好的芦苇齐地割下,将芦苇叶剪掉,剪成 30 cm 的小段,将 3~5 个小段捆成 1 束,浸泡在水中发芽,15 d 后形成芦苇幼苗;②5、6 月份,将生长旺盛、高 30~100 cm 的芦苇植株连同部分地下根状茎(根状茎需 10 cm 以上)一并拔下,作为幼苗。幼苗培养好后应尽快种植。

### 3.3 种植技术要点

**3.3.1 整地。**为提高芦苇的成活率,需对选定地段进行土地整理,开沟筑埝,便于积水和排水。若盐度过高,则需用淡水进行淋盐。

**3.3.2 栽种方法。**栽前种植地应保持 10~20 cm 水深。将准备好的芦苇幼苗尽快植入,种植密度约 10 株/m<sup>2</sup>。

**3.3.3 田间管理。**栽后保持水层 5~10 cm,最深不超过 20 cm。雨季可积水水洗盐。埝的质量需要有保证,以保持良好

的保水效果,平时要做到勤换水。5、6 月份为芦苇生长最快的时期,需要较多的水量,因此该时期田面需保持一定的水深。7 月初开始,芦苇生长需水量下降,且此时降雨较多,可将水排干。进入 9 月份,降雨量减少,此时需灌淡水。11 月芦苇进入越冬期,将田间的水排出。12 月进行冬灌水。

### 4 结语

实践表明,在黄河三角洲盐碱地区种植怪柳、翅碱蓬和芦苇这种耐盐植物可以明显提高经济效益、提高盐碱地利用价值。应选择性种植这些盐生植物,充分挖掘开发潜力,最大程度提高盐碱地的产出功能。

### 参考文献

- [1] 李峰,谢永宏,陈心胜,等. 黄河三角洲湿地水生植物组成及生态位[J]. 生态学报, 2009, 29(11): 6257-6265.
- [2] 邵秋玲,解小丁,李法曾. 黄河三角洲国家级自然保护区植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2002, 22(4): 947-951.
- [3] 韩琳娜,周凤琴. 中国怪柳属植物的生物学特性及其应用价值[J]. 山东林业科技, 2010(1):41-44.
- [4] 罗祖邦,张广兴. 怪柳育苗造林技术[J]. 中国林业, 2008(8): 63.
- [5] 王占林,马玉林,年奎. 青海高原怪柳属树种资源与育苗造林技术[J]. 防护林科技, 2012(5): 113-117.
- [6] 丁海荣,洪立洲,杨智青,等. 盐生植物碱蓬及其研究进展[J]. 江西农业学报, 2008, 20(8): 35-37.
- [7] 洪立洲,周春霖,王茂文,等. 碱蓬人工栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2003(3): 52.
- [8] 李建国,李贵宝,刘芳,等. 白洋淀芦苇资源及其生态功能与利用[J]. 南水北调与水利科技, 2004, 2(5): 37-40.
- [9] 那日苏,蒙荣,李跃进,等. 土默川平原主要盐生植物盐分特征及其与土壤盐分关系的研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2011, 32(2): 19-21.
- [10] ABLIMIT N, ABDUSALIH N, MAMITIMIN Y, et al. Estimation of the aboveground biomass of tamarix species along a transect at the Tarim River's middle reaches [J]. Agricultural Science & Technology, 2011, 12(2): 301-304.
- [11] 陈莉华,廖微,肖斌,等. 玄参多糖体外清除自由基和抗氧化作用的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(7): 86-89.
- [12] 刘质净,李丽,王晶,等. 玄参中多酚类化合物的抗氧化活性研究[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(4): 796-798.
- [13] 乐文君. 玄参环烯醚萜类成分的体外抗氧化活性研究[J]. 浙江中医药大学学报, 2011, 35(3): 412-414.
- [14] 麻锐,丁瑞恒,廖蕴华. 不同浓度地黄对大鼠肾组织抗氧化作用的研究[J]. 内科, 2012, 7(3): 220-223.
- [15] 刘志民,孙亮亮. 氧化应激在糖尿病发病机制中作用的认识[J]. 内科理论与实践, 2007, 2(3): 153-156.
- [16] 萧丽军,何戎华. 糖尿病相关肝功能异常原因探讨[J]. 实用糖尿病杂志, 2004, 12(1): 22-24.
- [17] HA H, LEE H B. Reactive oxygen species as glucose signaling molecules in mesangial cells cultured under high glucose [J]. Kidney Int, 2000, 57(suppl 7): 19-25.
- [18] MIDDLETON E, KANDASWAMI C, THEOHARIDES T. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer [J]. Pharmacological Reviews, 2000, 52: 673-751.
- [19] 周庆峰,王洪新,王桂君,等. 高糖对去甲肾上腺素诱导的心肌细胞肥大的促进作用[J]. 中国药理学通报, 2003, 19(9): 1054-1057.
- [20] 陈嘉,张永斌,桑传兰,等. SD 大鼠 2 型糖尿病动物模型的建立及胰腺组织 SUR1 mRNA 的表达[J]. 畜牧与饲料科学, 2012, 33(3): 10-12.
- [21] ZHANG H, LIU G, ZHANG X Y, et al. Hyperglycemic Effect of Black Buckwheat Powder on Alloxan-induced Diabetic Mice [J]. Medicinal Plant, 2011, 2(5): 40-41, 44.

(上接第 12054 页)

- [6] 刘畅,刘国良,齐志敏,等. 胰岛素对糖尿病大鼠再灌注损伤性心肌的影响及可能机制[J]. 中国医科大学学报, 2009, 38(5): 338-340.
- [7] MATTEUCCI E, GIAMPIETRO O. Proposal open for discussion: defining agreed diagnostic procedures in experimental diabetes research [J]. J Ethnopharmacol, 2008, 115(2): 163-172.
- [8] 中华人民共和国卫生部医政司. 全国临床检验操作规程 [M]. 3 版. 南京: 东南大学出版社, 2006: 338-339.
- [9] 季光,胡梅,孙维强,等. 桃仁抗肝脂质过氧化损伤作用的研究[J]. 江西中医学院学报, 1995, 7(3): 34-35.
- [10] 孙维强,季光,胡梅. 桃仁抗肝脂质过氧化损伤作用的实验研究[J]. 湖南中医杂志, 1993, 9(6): 47-48.
- [11] 罗志毅,黄新,包国荣. 大黄中主要成分清除超氧阴离子自由基的 ESR 研究[J]. 中华中医药学刊, 2007, 25(3): 612-614.
- [12] 杨澄,仇熙,孔令东. 炮制对桂枝抗氧化作用的影响[J]. 中成药, 2001, 23(3): 183-185.
- [13] 赵金英,樊紫周,赵伟鸿,等. 栽培甘草的黄酮提取物对糖尿病大鼠血糖、尿酸及抗氧化作用的影响[J]. 宁夏医科大学学报, 2012, 34(2): 110-114.
- [14] 仝欣. 黄芪主要活性成分的药理作用[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(5): 1246-1249.
- [15] 陆小元. 麦冬多糖对 2 型糖尿病大鼠肾脏的保护作用[J]. 实用临床医药杂志, 2011, 16(24): 11-14.
- [16] WANG X B, MORRIS-NATSCBKE S L, LEE K H. New Developments in the Chemistry and Biology of the Bioactive Constituents of Tanshen [J]. Med Res Rev, 2007, 27(1): 133-148.