

中药复方多糖对鸡抗氧化功能的影响

徐小芳, 罗燕, 赵民, 谷新利

(石河子大学动物科技学院, 新疆石河子 832003)

摘要: 【目的】观察不同浓度的中药复方多糖、黄芪多糖 (APS)、当归多糖 (ASP)、淫羊藿多糖 (EPS) 对正常罗曼雏鸡血清中 SOD、GSH-Px、CAT、GR 活性及 MDA 含量的影响。【方法】将 260 只 1 日龄健康罗曼雏鸡随机分为 13 组, 每组 20 只。分别于 1 日龄皮下注射生理盐水以及中药复方多糖、APS、ASP、EPS, 连续注射 7 d, 分别于第 7、14、21、28、35、42 天采血, 测定血清中 SOD、GSH-Px、CAT、GR 的活性及 MDA 含量。【结果】使用中药复方多糖、APS、ASP、EPS 后, 各试验组血清 SOD、GSH-Px、CAT、GR 活性均表现显著升高 ($P < 0.05$), MDA 含量均表现显著降低 ($P < 0.05$)。中药复方多糖组的 SOD、GSH-Px、CAT、GR 活性极显著高于其余各多糖组, 使 MDA 含量极显著低于其余各多糖组。【结论】中药复方多糖、APS、ASP、EPS 均可提高鸡的抗氧化能力, 其中中药复方多糖抗氧化能力最强。

关键词: 复方多糖; 黄芪多糖; 当归多糖; 淫羊藿多糖; 抗氧化

Effects of Traditional Chinese Medicine Compound Polysaccharides on Anti-Oxidation Function of Chicks

XU Xiao-fang, LUO Yan, ZHAO Min, GU Xin-li

(College of Animal Science and Technology, Shihezi University, Shihezi 832003, Xinjiang)

Abstract: 【Objective】To observe the influence caused by different concentrations of traditional Chinese medicine compound polysaccharides, astragalus polysaccharides (APS), angelica polysaccharides (ASP), epimedium herb polysaccharides (EPS) on the activity of SOD, GSH-Px, CAT, GR and the content of MDA in serum of healthy Roman chicks. 【Method】Two hundred and sixty one-day-old chicks were divided into thirteen groups at a random distribution and each group has 20 chicks. Then hypodermically inject the physiological saline, traditional Chinese medicine compound polysaccharides, APS, ASP and EPS into the chicks for seven days continuously, and get blood on the 7th, 14th, 21st, 28th, 35th and 42nd to test the activity of SOD, GSH-Px, CAT, GR and the content of MDA in serum. 【Result】The results of the experiment showed that the activities of SOD, GSH-Px, CAT and GR were obviously increased ($P < 0.05$) and the content of MDA decreased after injecting the chicks with traditional Chinese medicine compound polysaccharides, APS, ASP and EPS. For the groups treated with traditional Chinese medicine compound polysaccharides, the activities of SOD, GSH-Px, CAT, GR in serum were predominantly higher and the content of MDA was predominantly lower. 【Conclusion】Traditional Chinese medicine compound polysaccharides, APS, ASP and EPS all can promote the chicks' ability of anti-oxidation. Among them, traditional Chinese medicine compound polysaccharides is the strongest.

Key words: traditional chinese medicine compound polysaccharides; astragalus polysaccharides(APS); angelica polysaccharides (ASP); epimedium herb polysaccharides(EPS); anti-oxidation

0 引言

【研究意义】近年来, 由于生物学、化学等学科

的飞速发展, 人们对多糖及其复合物的活性作用有了越来越深入的认识, 大量的药理和临床研究发现, 天然多糖具有增强免疫、抗氧化、降血糖、抗病毒等多

收稿日期: 2008-04-17; 接受日期: 2008-05-24

基金项目: 新疆生产建设兵团博士资金 (2007JC09)

作者简介: 徐小芳 (1978-), 女, 山东临沂人, 硕士研究生, 研究方向为中草药开发与利用。Tel: 0993-2336720; E-mail: xuxiaofang03@yahoo.com.cn。
通信作者谷新利 (1963-), 男, 新疆阿克苏人, 教授, 研究方向为中药及中药药理研究。Tel: 0993-2033352; E-mail: xlgu@shzu.edu.cn

种生物活性,使得多糖的研究已成为目前生命科学中最活跃的研究领域之一^[1]。【前人研究进展】20世纪70年代以来,科学家发现多糖及糖复合物在生物体中不仅是作为能量资源和构成材料,更重要的是它存在于一切细胞膜结构中,参与生命现象中细胞的各种活动具有多种多样的生物学功能。到目前为止,已有300多种多糖类化合物从真菌和高等植物中被提取出来,其中从中药中获得的水溶性多糖最为重要^[2]。【本研究切入点】正常情况下自由基的产生和消除保持着动态平衡,任何增强氧化作用和(或)降低抗氧化能力的因素均可打破这一平衡,致氧自由基增加。如果机体抗氧化作用增强,则可以减少自由基对机体生物膜完整性的破坏,提高机体免疫力和抗病能力^[3],而多糖对羟基自由基($\cdot\text{OH}$)和氧自由基(O_2^-)均有清除作用。大多研究都侧重于对单一多糖抗氧化作用的研究,如莪术多糖^[4]、食用菇多糖^[5]、黄芪多糖^[6]、大枣多糖^[7]、菜籽多糖^[8]、茶叶多糖^[9],而对中药复方多糖抗氧化作用的研究目前鲜见报道。【拟解决的关键问题】本试验从已证实能增强雏鸡免疫效果的中药免疫增强剂中提取复方多糖^[10],以探讨中药复方多糖在不同浓度、不同时间的抗氧化作用,为研究开发新药物提供途径。

1 材料与方法

1.1 试验用药物

中药复方由黄芪、茯苓、熟地、补骨脂、何首乌、淫羊藿、当归、党参、川芎、山楂、麦冬组成,各单味药均购自石河子市医药公司。中药复方多糖、黄芪多糖、当归多糖、淫羊藿多糖分别从中药复方、黄芪、当归、淫羊藿中,由石河子大学动物科技学院中兽医实验室采用水提-醇沉法提取,多糖含量的测定采用苯酚-硫酸法,多糖含量分别为42.82%、27.35%、27.73%和32.30%。

1.2 试验用鸡及设计

试验中注射剂量均指经过换算实际进入雏鸡体内纯多糖的含量。多糖注射前用蒸馏水溶解,配成溶液,115℃,30 min 高压灭菌,备用。

试验鸡由石河子市养鸡场提供,临床检查健康。260只1日龄健康罗曼雏鸡随机分为13组,每组20只。1日龄开始用药。方案如下:

I组:皮下注射生理盐水0.2 ml/只,连续注射7 d。

II, III, IV组:皮下注射黄芪多糖(APS)浓度分别为12.5、25和50 mg·ml⁻¹,0.2 ml/只,连续注射

7 d。

V, VI, VII组:皮下注射当归多糖(ASP)浓度分别为12.5、25和50 mg·ml⁻¹,0.2 ml/只,连续注射7 d。

VIII, IX, X组:皮下注射淫羊藿多糖(EPS)浓度分别为12.5、25和50 mg·ml⁻¹,0.2 ml/只,连续注射7 d。

XI, XII, XIII组:皮下注射中药复方多糖浓度分别为12.5、25和50 mg·ml⁻¹,0.2 ml/只,连续注射7 d。

1.3 饲养管理

饲料购自新疆天康饲料厂,0~4周龄,饲料中粗蛋白 $\geq 20.0\%$ 、粗纤维 $\leq 4.5\%$ 、钙0.80%~1.30%、总磷 $\geq 0.60\%$ 、食盐0.30%~0.80%;5~8周龄,饲料中粗蛋白 $\geq 19.0\%$ 、粗纤维 $\leq 5.5\%$ 、钙0.70%~1.20%、总磷 $\geq 0.60\%$ 、食盐0.30%~0.80%。

常规饲养,13组鸡的饲养方法、饲养条件、环境、饲料品质及饲养管理均一致。

1.4 检测项目及方法

超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽还原酶(GR)、丙二醛(MDA)测定均采用南京建成生物技术有限公司生产的试剂盒。

各组鸡每组随机抽取10只,在第7、14、21天时,心脏采血1 ml,在第28、35、42天时,翅静脉采血1 ml,静置4 h,取血清,测定血清中SOD、GSH-Px、CAT、GR的活性及MDA含量(均按照其说明书进行操作)。

1.5 数据处理

数据用SPSS13.0软件统计,以平均数 \pm 标准误(mean \pm SE)表示,显著性分析采用方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 多糖对SOD活性的影响

表1表明,皮下注射多糖,各多糖组都能不同程度的提高血清中SOD的活性,且在第7、14、21、28天都有不同程度的提高,之后逐渐降低。II组与I组相比,在第7、14、21、42天时差异显著($P < 0.05$),第28、35天时差异极显著($P < 0.01$);III、XII组与I组相比,在第7、14、21、28、35、42天时差异极显著($P < 0.01$);IV组与I组相比,在第7天时差异不显著,第14、21、28、42天时差异显著($P < 0.05$),

第 35 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；V 组与 I 组相比，在第 7 天时差异不显著，第 21、35、42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 14、28 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；VI 组与 I 组相比，在第 7 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 14、21、28、35、42 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；VII 组与 I 组相比，在第 7 天时差异不显著，第 14、28、35、42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 21 天时差异极

显著 ($P < 0.01$)；VIII、X 组与 I 组相比，在第 7、42 天时差异不显著，第 14、21、35 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 28 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；IX、XIII 组与 I 组相比，在第 7、42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 14、21、28、35 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；XI 组与 I 组相比，在第 42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 7、14、21、28、35 天时差异极显著 ($P < 0.01$)。

表 1 不同浓度多糖对 SOD 活性的影响

Table 1 The effect of different densities of polysaccharides on the activity of SOD

组别 Groups	多糖浓度 PS.CO. (mg·ml ⁻¹)	试验第 7 天 7th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 14 天 14th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 21 天 21st day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 28 天 28th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 35 天 35th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 42 天 42nd day exp. (U·ml ⁻¹)
I	0	208.25±3.17	218.85±2.87	239.56±3.79	242.51±5.30	224.18±3.42	202.83±4.34
II	12.5	217.92±3.01*	234.94±2.19*	255.25±5.81*	263.63±5.06**	240.59±5.09**	220.33±3.10*
III	25	220.94±2.93**	263.08±6.00**	270.58±3.50**	285.62±2.82**	255.61±2.60**	230.99±2.19**
IV	50	216.04±3.03	237.89±7.72*	252.42±3.11*	260.55±5.19*	239.16±2.26**	219.80±0.74*
V	12.5	219.25±2.91	233.71±2.18**	250.04±2.31*	260.44±5.27**	237.93±3.37*	223.45±2.35*
VI	25	220.25±4.64*	258.70±1.57**	268.05±1.73**	282.26±2.81**	250.23±6.49**	229.77±3.03**
VII	50	215.72±4.34	232.59±5.59*	251.86±3.17**	259.20±2.75*	237.99±3.00*	220.90±4.98*
VIII	12.5	216.70±3.17	234.38±2.11*	252.07±3.56*	261.97±1.76**	237.16±2.87*	220.56±8.01
IX	25	219.65±3.50*	255.37±6.69**	268.37±1.17**	280.34±3.59**	248.87±4.11**	225.58±2.25*
X	50	215.77±2.05	233.85±3.36*	251.79±4.96*	258.73±2.28**	235.50±4.37*	220.67±3.71
XI	12.5	222.81±3.40**	265.05±5.28**	274.87±5.26**	290.87±3.02**	260.56±5.10**	230.64±3.96*
XII	25	238.06±0.89**	285.18±3.81**	300.67±4.83**	329.80±2.50**	285.92±2.21**	241.29±6.90**
XIII	50	220.86±3.86*	263.67±3.74**	272.79±5.63**	290.22±5.32**	259.12±2.84**	230.61±3.65*

与对照组相比，同一列数字后*表示差异显著 ($P < 0.05$)，**表示差异极显著 ($P < 0.01$)。下同

Compared with the control group, * and ** followed the data in the same item shown significantly difference at 0.05 and 0.01, respectively. The same as below

2.2 多糖对 MDA 含量的影响

表 2 表明，皮下注射多糖，各多糖组都能不同程度地降低血清中 MDA 的含量，且在第 7、14、21、28 天逐渐减小，之后逐渐升高。II、VIII 组与 I 组相比，在第 7、14、21、28 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 35、42 天时差异不显著；III 组与 I 组相比，在第 42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 7、14、21、28、35 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；IV 组与 I 组相比，在第 7、21、28 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 14、35、42 天时差异不显著；V 组与 I 组相比，在第 21、28 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 7、14、35、42 天时差异不显著；VI、IX 组与 I 组相比，在第 7、35、42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 14、21、28 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；VII、X 组与 I 组相比，在第 14、21、28 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 7、35、42 天时差异不显

著；XI 与 I 组相比，在第 35、42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 7、14、21、28 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；XII 组与 I 组相比，在第 7、14、21、28、35、42 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；XIII 组与 I 组相比，在第 14、21、28、35、42 天差异显著 ($P < 0.05$)，第 7 天时差异极显著 ($P < 0.01$)。

2.3 多糖对 GSH-Px 活性的影响

表 3 表明，皮下注射多糖，各多糖组都能不同程度的提高血清中 GSH-Px 的活性，且在第 7、14、21、28 天都有不同程度的提高，之后逐渐降低。II 组与 I 组相比，在第 7、14、21、42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 28 天时差异极显著 ($P < 0.01$)，第 35 天时差异不显著；III、XI、XII、XIII 组与 I 组相比，在第 42 天时差异显著 ($P < 0.05$)，第 7、14、21、28、35 天时差异极显著 ($P < 0.01$)；IV 组与 I 组相比，在第 7、14、

表 2 不同浓度多糖对 MDA 含量的影响

Table 2 The effect of different densities of polysaccharides on the content of MDA

组别 Groups	多糖浓度 PS.CO. (mg·ml ⁻¹)	试验第 7 天 7th day exp. (nmol·ml ⁻¹)	试验第 14 天 14th day exp. (nmol·ml ⁻¹)	试验第 21 天 21st day exp. (nmol·ml ⁻¹)	试验第 28 天 28th day exp. (nmol·ml ⁻¹)	试验第 35 天 35th day exp. (nmol·ml ⁻¹)	试验第 42 天 42nd day exp. (nmol·ml ⁻¹)
I	0	6.11±0.029	5.95±0.042	3.10±0.058	2.34±0.092	2.87±0.057	3.09±0.080
II	12.5	5.98±0.035*	5.73±0.056*	2.89±0.031*	2.09±0.069*	2.71±0.070	2.81±0.005
III	25	5.91±0.033**	5.51±0.072**	2.47±0.045**	1.93±0.035**	2.49±0.101**	2.78±0.117*
IV	50	5.99±0.056*	5.79±0.050	2.91±0.060*	2.14±0.036*	2.76±0.037	2.87±0.034
V	12.5	5.99±0.057	5.79±0.063	2.91±0.062*	2.11±0.095*	2.76±0.068	2.87±0.059
VI	25	5.97±0.062*	5.61±0.054**	2.58±0.070**	1.85±0.021**	2.66±0.042*	2.80±0.059*
VII	50	6.01±0.032	5.75±0.056*	2.91±0.039*	2.08±0.061*	2.69±0.056	2.91±0.017
VIII	12.5	5.99±0.028*	5.75±0.081*	2.90±0.047*	2.12±0.020*	2.79±0.041	2.87±0.027
IX	25	5.98±0.048*	5.63±0.053**	2.64±0.054**	1.86±0.037**	2.67±0.051*	2.81±0.086*
X	50	6.02±0.039	5.74±0.047*	2.91±0.069*	2.15±0.031*	2.85±0.052	2.86±0.015
XI	12.5	5.85±0.048**	5.65±0.069**	2.84±0.061**	1.98±0.037**	2.63±0.068*	2.82±0.026*
XII	25	5.70±0.035**	5.25±0.096**	2.11±0.038**	1.51±0.045**	2.13±0.046**	2.48±0.042**
XIII	50	5.91±0.028**	5.71±0.063*	2.91±0.049*	2.01±0.046*	2.65±0.060*	2.85±0.031*

表 3 不同浓度多糖对 GSH-Px 活性的影响

Table 3 The effect of different densities of polysaccharides on the activity of GSH-Px

组别 Groups	多糖浓度 PS.CO. (mg·ml ⁻¹)	试验第 7 天 7th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 14 天 14th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 21 天 21st day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 28 天 28th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 35 天 35th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第 42 天 42nd day exp. (U·ml ⁻¹)
I	0	196.10±4.66	309.38±3.35	517.84±10.73	705.55±4.87	366.54±11.31	211.69±11.17
II	12.5	210.48±2.40*	329.00±6.03*	569.65±13.09*	750.90±2.70**	383.68±3.85	235.41±3.29*
III	25	225.23±4.34**	351.88±4.98**	611.46±8.94**	788.07±5.71**	410.64±6.58**	239.30±1.69*
IV	50	208.20±2.97*	326.25±5.97*	565.54±17.33*	749.75±14.02**	382.34±2.44	230.72±2.23
V	12.5	208.40±3.29*	321.25±4.89*	558.65±8.47**	742.86±9.04**	381.12±4.03	233.54±2.80
VI	25	218.00±2.51**	350.13±3.85**	599.09±8.30**	772.94±4.89**	405.40±4.77**	238.36±2.21*
VII	50	205.75±5.41	320.25±2.85	560.19±9.17**	745.81±4.72**	380.98±3.82	232.89±2.08
VIII	12.5	207.10±1.99*	325.20±4.10*	549.46±5.28**	730.67±2.88**	385.30±3.15*	233.08±4.46
IX	25	219.30±2.33**	350.78±6.15**	585.42±3.54**	763.30±4.43**	390.16±3.23*	237.95±1.34*
X	50	206.30±1.67*	324.13±4.60*	544.32±6.46*	731.09±5.16**	380.18±1.92	230.57±3.58
XI	12.5	231.84±3.35**	357.38±6.15**	618.92±3.98**	792.69±3.91**	416.36±4.02**	241.17±6.88*
XII	25	240.78±2.40**	375.18±4.15**	648.62±4.74**	815.37±7.12**	439.19±8.77**	248.36±5.23*
XIII	50	231.01±2.83**	353.20±2.15**	615.68±5.13**	794.37±4.88**	414.86±2.99**	245.26±4.22*

21 天时差异显著 ($P<0.05$), 第 28 天时差异极显著 ($P<0.01$), 第 35、42 天时差异不显著; V 组与 I 组相比, 在第 35、42 d 时差异不显著, 第 7、14 天时差异显著 ($P<0.05$), 第 21、28 天时差异极显著 ($P<0.01$); VI 组与 I 组相比, 在第 42 天时差异显著 ($P<0.05$), 第 7、14、21、28、35 天时差异极显著 (P

<0.01); VII 组与 I 组相比, 在第 7、14、35、42 天时差异不显著, 第 21、28 天时差异极显著 ($P<0.01$); VIII 组与 I 组相比, 在第 42 天时差异不显著, 第 7、14、35 天时差异显著 ($P<0.05$), 第 21、28 天时差异极显著 ($P<0.01$); IX 组与 I 组相比, 在第 35、42 天时差异显著 ($P<0.05$), 第 7、14、21、28 天时差异

极显著 ($P < 0.01$)；X组与I组相比，在第35、42天时差异不显著，第7、14、21天时差异显著 ($P < 0.05$)，第28天时差异极显著 ($P < 0.01$)。

2.4 多糖对CAT活性的影响

表4表明，皮下注射多糖，各多糖组都能不同程度的提高血清中CAT的活性，且在第7、14、21、28天都有不同程度的提高，之后逐渐降低。II、IV、V、

VII、VIII、X组与I组相比，在第7、14、35天时差异显著 ($P < 0.05$)，第21、28天时差异极显著 ($P < 0.01$)，第42天时差异不显著；III、VI、IX、XI、XIII组与I组相比，在第7、42天时差异显著 ($P < 0.05$)，第14、21、28、35天时差异极显著 ($P < 0.01$)；XII组与I组相比，在第7、14、21、28、35、42天时差异极显著 ($P < 0.01$)。

表4 不同浓度多糖对CAT活性的影响

Table 4 The effect of different densities of polysaccharides on the activity of CAT

组别 Groups	多糖浓度 PS.CO. (mg·ml ⁻¹)	试验第7天 7th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第14天 14th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第21天 21st day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第28天 28th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第35天 35th day exp. (U·ml ⁻¹)	试验第42天 42nd day exp. (U·ml ⁻¹)
I	0	1.18±0.056	2.00±0.028	2.43±0.045	2.93±0.053	2.03±0.044	1.24±0.032
II	12.5	1.31±0.030*	2.20±0.061*	2.79±0.071**	3.48±0.150**	2.15±0.023*	1.51±0.025
III	25	1.34±0.031*	2.54±0.062**	3.07±0.053**	3.91±0.068**	2.27±0.039**	1.75±0.031*
IV	50	1.32±0.027*	2.20±0.045*	2.74±0.064**	3.46±0.052**	2.15±0.025*	1.49±0.017
V	12.5	1.31±0.024*	2.12±0.029*	2.64±0.045**	3.30±0.018**	2.14±.030*	1.37±0.026
VI	25	1.33±0.031*	2.35±0.021**	2.99±0.038**	3.75±0.038**	2.25±0.019**	1.56±0.032*
VII	50	1.31±0.025*	2.11±0.039*	2.64±0.044**	3.20±0.033**	2.16±0.047*	1.35±0.102
VIII	12.5	1.29±0.018*	2.11±0.016*	2.61±0.013**	3.20±0.036**	2.15±0.044*	1.38±0.084
IX	25	1.31±0.015*	2.31±0.031**	2.71±0.036**	3.66±0.062**	2.24±0.040**	1.55±0.044*
X	50	1.30±0.036*	2.09±0.024*	2.59±0.017**	3.16±0.048**	2.15±0.018*	1.65±0.040
XI	12.5	1.34±0.032*	2.23±0.066**	2.95±0.073**	3.75±0.035**	2.21±0.030**	1.50±0.069*
XII	25	1.45±0.031**	2.71±0.040**	3.27±0.037**	4.10±0.057**	2.40±0.036**	1.82±0.043**
XIII	50	1.32±0.031*	2.21±0.048**	2.84±0.029**	3.62±0.117**	2.21±0.046**	1.51±0.012*

2.5 多糖对GR活性的影响

表5表明，皮下注射多糖，各多糖组都能不同程度地提高血清中GR的活性，且在第7、14、21、28天都有不同程度的提高，之后逐渐降低。II、III组与I组相比，在第7、42天时差异显著 ($P < 0.05$)，第14、21、28、35天时差异极显著 ($P < 0.01$)；IV组与I组相比，在第7、35天时差异显著 ($P < 0.05$)，第14、21、28天时差异极显著 ($P < 0.01$)，第42天时差异不显著；V组与I组相比，在第7、14、21、35、42天时差异显著 ($P < 0.05$)，第28天时差异极显著 ($P < 0.01$)；VI组与I组相比，在第14、21、28、35、42天时差异极显著 ($P < 0.01$)，第7天时差异不显著；VII、VIII组与I组相比，在第7天时差异不显著，第14、35、42天时差异显著 ($P < 0.05$)，第21、28天时差异极显著 ($P < 0.01$)；IX、XI、XIII组与I组相比，在第7天时差异显著 ($P < 0.05$)，第14、21、28、35、42天时差异极显著 ($P < 0.01$)；

X组与I组相比，在第7、42天时差异不显著，第14、21、28、35天时差异显著 ($P < 0.05$)；XII组与I组相比，在第7、14、21、28、35、42天时差异极显著 ($P < 0.01$)。

3 讨论

3.1 动物机体在新陈代谢的过程中，活性氧自由基 (O_2^-) 的产生和消除保持着一种动态平衡， O_2^- 的消除主要依赖于机体完整的抗氧化防御系统的预防性或阻断性控制。促进或提高 O_2^- 的消除，可通过减少脂质过氧化物及其降解产物的产生，提高机体的抗氧化能力。以超氧化歧化酶 (SOD)、过氧化氢酶 (CAT)、谷胱甘肽氧化酶 (GSH-Px) 等体内抗氧化酶的活性，丙二醛 (MDA)、过氧化脂质 (LPO) 等体内氧化反应产物的含量，以及清除自由基的效率等项目为检测指标，从离体或整体水平上来衡量多糖抗氧化作用的大小^[11]。本试验结果表明，中药复方多糖、APS、ASP、

表 5 不同浓度多糖对 GR 活性的影响

Table 5 The effect of different densities of polysaccharides on the activity of GR

组别 Groups	多糖浓度 PS.CO. (mg·ml ⁻¹)	试验第 7 天 7th day exp. (U·L ⁻¹)	试验第 14 天 14th day exp. (U·L ⁻¹)	试验第 21 天 21st day exp. (U·L ⁻¹)	试验第 28 天 28th day exp. (U·L ⁻¹)	试验第 35 天 35th day exp. (U·L ⁻¹)	试验第 42 天 42nd day exp. (U·L ⁻¹)
I	0	11.27±0.808	13.39±0.947	17.01±0.947	20.43±0.632	15.93±1.144	10.90±0.823
II	12.5	12.73±0.053*	15.99±0.037**	20.01±0.422**	24.10±0.121**	18.91±0.053**	14.04±0.128*
III	25	12.96±0.039*	18.78±0.345**	23.62±0.449**	28.18±0.304**	21.90±0.559**	15.51±0.431*
IV	50	12.61±0.050*	15.90±0.046**	20.00±0.193**	23.92±0.432**	18.48±0.365*	13.45±1.215
V	12.5	12.68±0.314*	15.40±0.215*	19.57±0.381*	23.27±0.497**	18.52±0.437*	13.49±0.232*
VI	25	12.83±0.227	18.57±0.348**	22.61±0.709**	26.34±0.148**	20.59±0.421**	15.27±0.635**
VII	50	12.50±0.297	15.54±0.479*	19.99±0.264**	23.58±0.811**	18.40±0.538*	13.21±0.479*
VIII	12.5	12.78±0.444	15.83±0.569*	19.68±0.254**	23.54±0.438**	18.34±0.245*	13.09±0.165*
IX	25	12.85±0.387*	18.53±0.347**	22.48±0.539**	26.18±0.498**	19.52±0.271**	15.08±0.044**
X	50	12.61±0.247	15.61±0.656*	19.24±0.460*	22.94±0.838*	18.21±0.423*	12.49±0.441
XI	12.5	13.02±0.527*	18.81±0.395**	24.12±0.188**	29.02±0.333**	20.90±0.337**	15.52±0.042**
XII	25	14.10±0.234**	21.97±0.397**	27.97±0.287**	33.31±0.423**	24.03±0.587**	16.69±0.264**
XIII	50	13.00±0.519*	18.78±0.270**	23.85±0.247**	28.69±0.257**	20.82±0.483**	15.39±0.546**

EPS 均能提高鸡血清中 SOD、GR、GSH-Px、CAT 活性以及降低 MDA 含量, 其中中药复方多糖的抗氧化作用明显强于 APS、ASP、EPS 的抗氧化作用。凌洪锋等^[12]、吴勇等^[13]、李贵荣等^[14]、武敬亮等^[15]研究黄芪多糖、当归多糖、淫羊藿多糖的抗氧化性, 其试验方法等与本试验不相同, 但结果表明这些多糖均有抗氧化作用, 与本试验结果一致。提示中药复方多糖、APS、ASP、EPS 均具有抗氧化活性, 中药复方多糖具有明显的抗氧化活性。

3.2 浓度之所以是一个重要因子, 是因为清除自由基速率是由其浓度和速率常数决定的。抗氧化剂的活性在生物体内和体外常常有很大区别, 造成这种差别的重要原因之一是抗氧化剂和底物在生物膜中所处的微环境与体外不同。决定抗氧化能力的另一主要因子是抗氧化剂引发自由基产生。当抗氧化剂清除自由基时, 转换成其它自由基, 也可能会发生某些化学反应, 这些反应决定了整个体系的抗氧化能力, 有时高浓度的抗氧化剂还会起到促氧化作用^[16]。在第 7、14、21、28、35、42 天时, 血清中 SOD、GR、GSH-Px、CAT 的活性以及 MDA 的含量均表现为浓度为 25 mg·ml⁻¹ 的多糖组优于浓度为 12.5 mg·ml⁻¹、50 mg·ml⁻¹ 的多糖组。提示多糖的抗氧化活性不是剂量越大越好, 其机理有待于进一步研究。

皮下注射不同浓度的中药复方多糖、APS、ASP、

EPS 后, 血清中 SOD、GSH-Px、CAT、

GR 活性以及 MDA 的含量在第 42 天时与对照组相比, 差异显著 ($P<0.05$) 以及差异极显著 ($P<0.01$) 的多糖组需要延长试验时间, 以进一步确定不同浓度多糖持续作用时间。

3.3 SOD、GSH-Px、CAT、GR 是机体内相关的抗氧化酶, SOD、GSH-Px、CAT、GR 活力高低间接反映了机体清除自由基的能力, MDA 是脂质过氧化物 (LPO) 氧化形成的终产物, 机体内 MDA 的水平可直接反映 LPO 的水平, 即显示机体脂质受活性氧自由基攻击的损害程度^[17]。皮下注射不同浓度的中药复方多糖、APS、ASP、EPS 后, 在第 7、14、21、28 天血清中 SOD、GSH-Px、CAT、GR 的活性逐渐升高, 并且在第 28 天时达到最大值, 之后逐渐降低, 而 MDA 含量逐渐降低, 并且在第 28 天时达到最小值, 之后逐渐升高。其机理可能是连续用药, 使抗氧化相关酶的活性增强, 降低过氧化脂质水平, 从而使机体清除活性氧自由基的能力增强。

3.4 复合生物抗氧化剂组分间有协同增效作用, 它在发挥抗氧化作用时, 各组分间可能发生一系列复杂的反应, 表现协同增效的作用, 从而大大提高其抗氧化能力^[16]。复合多糖较之单组分多糖有较好的清除作用, 呈现良好的量效关系, 通过适当比例及浓度配制而成的复合多糖能够提高单一多糖的生物活性^[18]。本

试验结果表明,复方多糖组抗氧化活性显著高于 APS、ASP、EPS 组以及对照组 ($P<0.05$), 且其中浓度为 $25 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ 复方多糖组的抗氧化活性极显著高于其余各多糖组及对照组 ($P<0.01$)。张静丽等^[19]研究表明灵芝、枸杞多糖复合抗氧化作用明显强于单味多糖的抗氧化作用, 与本试验结果一致。提示中药复方多糖组间有协同增效作用, 从而大大提高中药复方多糖的抗氧化能力。

4 结 论

中药复方多糖能使血清中超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px)、过氧化氢酶 (CAT)、谷胱甘肽还原酶 (GR) 的活性明显升高, 使丙二醛 (MDA) 的含量明显降低, 中药复方多糖有明显的抗氧化作用。提示中药复方多糖作为天然抗氧化剂具有很好的研究价值与应用前景。

References

- [1] 罗祖友, 吴季勤, 吴谋成. 植物多糖的抗氧化与抗病毒活性. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2007, 25(1): 77-81.
Luo Z Y, Wu J Q, Wu M C. The antioxidation and antiviral activity of plants polysaccharides. *Journal of Hubei Institute for Nationalities (Natural Science Edition)*, 2007, 25(1): 77-81. (in Chinese)
- [2] 王红英. 中药多糖研究进展. 实用医技杂志, 2006, 13(6): 1021-1022.
Wang H Y. Studying progress of Chinese medicinal materials polysaccharides. *Journal of Practice Medicine Technique*, 2006, 13(6): 1021-1022. (in Chinese)
- [3] 胡忠泽, 金光明, 王立克, 杨久峰. 茶多糖对肉仔鸡免疫功能和抗氧化能力的影响. 茶叶科学, 2005, 25(1): 61-64.
Hu Z Z, Jin G M, Wang L K, Yang J F. Effect of tea polysaccharides on immune functions and antioxidative activity in broilers. *Journal of Tea Science*, 2005, 25(1): 61-64. (in Chinese)
- [4] 王关林, 宋 扬, 罗红梅. 莪术多糖对雏鸡抗氧化能力和免疫功能的影响. 畜牧兽医学报, 2006, 37(11): 1184-1188.
Wang G L, Song Y, Luo H M. Effects of curcuma zedoaria rosc. polysaccharide on antioxidant status and immunity function in chickens. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2006, 37(11): 1184-1188. (in Chinese)
- [5] 林桂兰, 许学书, 连文思. 食用菇多糖提取物体外抗氧化性能研究. 华东理工大学学报(自然科学版), 2006, 32(3): 278-281.
Lin G L, Xu X S, Lian W S. Antioxidant activity of edible mushroom polysaccharides extracts *in vitro*. *Journal of East China University of Science and Technology (Natural Science Edition)*, 2006, 32(3): 278-281. (in Chinese)
- [6] 李宏全, 段县平, 马海利, 宁官保. 黄芪多糖提高鸡抗氧化作用对免疫功能的影响. 山西农业大学学报, 2002, 22(1): 78-81.
Li H Q, Duan X P, Ma H L, Ning G B. Effect of astragalus polysaccharides on immunization by increasing antioxidation in chickens. *Journal of Shanxi Agricultural University*, 2002, 22(1): 78-81. (in Chinese)
- [7] 李志洲, 陈均志. 大枣多糖的抗氧化性研究. 食品工业科技, 2007, 28(4): 115-117.
Li Z Z, Chen J Z. Studies on the antioxidative activity of Chinese date polysaccharide. *Science and Technology of Food Industry*, 2007, 28(4): 115-117. (in Chinese)
- [8] 严奉伟, 罗祖友, 吴季勤, 吴谋成. 菜籽多糖的抗氧化作用与机理研究. 中国农业科学, 2005, 38(1): 157-162.
Yan F W, Luo Z Y, Wu J Q, Wu M C. Study on the antioxidative effect and mechanism of polysaccharide from rapeseed(RSPS). *Scientia Agricultura Sinica*, 2005, 38(1): 157-162. (in Chinese)
- [9] 聂少平, 谢明勇, 罗 珍. 茶叶多糖的抗氧化活性研究. 天然产物研究与开发, 2005, 17(5): 549-552.
Nie S P, Xie M Y, Luo Z. Studies on the antioxidative activity of tea polysaccharide. *Natural Product Research and Development*, 2005, 17(5): 549-552. (in Chinese)
- [10] 谷新利, 李宏全, 王俊东, 蒋建军. 从中药方剂中提取的复合多糖对雏鸡免疫功能的影响. 中国农业科学, 2005, 38(4): 813-820.
Gu X L, Li H Q, Wang J D, Jiang J J. Effects of compound polysaccharide extracted from traditional Chinese medical herbs on the immunity function in chickens. *Scientia Agricultura Sinica*, 2005, 38(4): 813-820. (in Chinese)
- [11] 冉 靓, 杨小生, 王伯初, 杨再昌. 抗氧化多糖的研究进展. 时珍国医国药, 2006, 17(4): 494-496.
Ran L, Yang X S, Wang B C, Yang Z C. Progress in studies of antioxidant polysaccharides. *LI Shizhen Medicine and Materia Medica Research*, 2006, 17(4): 494-496. (in Chinese)
- [12] 凌洪锋, 苏 丹, 曹 洋. 黄芪多糖抗氧化作用研究. 医学理论与实践, 2005, 18(8): 872-874.
Ling H F, Su D, Cao Y. Studies on anti-oxidation capacity of radix astragali polysaccharide. *The Journal of Medical Theory and Practice*, 2005, 18(8): 872-874. (in Chinese)
- [13] 吴 勇, 欧阳静萍, 涂淑珍. 黄芪多糖对动脉粥样硬化内皮细胞损伤的影响. 湖北中医学院学报, 2002, 4(1): 21-22.
Wu Y, Ouyang J P, Tu S Z. The effect of astragalus polysaccharides on ATS EC impaired. *Journal of Hubei Chinese Traditional Medicine*

- College*, 2002, 4(1): 21-22. (in Chinese)
- [14] 李贵荣, 吕昌银, 杨胜圆. 当归多糖清除活性氧自由基作用的研究. 南华大学学报(理工版), 2002, 16(3): 18-20.
- Li G R, Lv C Y, Yang S Y. Study on isolation of angelica sinensis *dliv*. polysaccharide and its effects on antiactive oxygen free radicals. *Journal of Nanhua University (Science & Engineering Edition)*, 2002, 16(3): 18-20. (in Chinese)
- [15] 武敬亮, 苏智先, 田桂香, 张景霞. 淫羊藿研究新进展. 中医药学报, 2004, 32(3): 69-72.
- Wu J L, Su Z X, Tian G X, Zhang J X. Studying new progress of epimedium herb. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2004, 32(3): 69-72. (in Chinese)
- [16] 左 玉, 谢文磊, 王 会. 生物抗氧化剂抗氧化作用的研究进展. 食品与发酵工业, 2006, 32(1): 62-67.
- Zuo Y, Xie W L, Wang H. Studying progress of creature antioxidant antioxidation. *Food and Fermentation Industries*, 2006, 32(1): 62-67. (in Chinese)
- [17] 何晖雄, 吴小南. 大蒜抗氧化作用的研究进展. 海峡预防医学杂志, 2005, 11(5): 29-32.
- He H X, Wu X N. Studying progress in antioxidative function of Garlic. *Strait Journal of Preventive Medicine*, 2005, 11(5): 29-32. (in Chinese)
- [18] 王宏勋, 张 雯, 颜克亮, 张晓昱. 复合枸杞灵芝菌丝体多糖体外抗氧化作用初步研究. 中国食用菌, 2007, 26 (3): 38-40.
- Wang H X, Zhang W, Yan K L, Zhang X Y. Initial progress of extraorgan antioxidation combination medlar and gyrophora hyphostroma polysaccharide. *Edible Fungi of China*, 2007, 6 (3): 38-40. (in Chinese)
- [19] 张静丽, 王宏勋, 张 雯, 张晓昱. 灵芝、枸杞多糖复合抗氧化作用. 食品与机械, 2004, 20(6): 11-12.
- Zhang J L, Wang H X, Zhang W, Zhang X Y. Anti-oxidation activity of *Ganodorma lucidum* and *Lycium chinensis* polysaccharides compounds. *Food and Machinery*, 2004, 20(6): 11-12. (in Chinese)

(责任编辑 张云霞, 林鉴非)