

大豆异黄酮对肉鸡抗氧化功能的影响

艾清豹¹ 刘德义² 甘琼² 何本玉² 周飞²

(1 巢湖市银屏镇农业技术推广站, 安徽巢湖 238051; 2 安徽科技学院动物科学学院, 安徽凤阳 233100)

摘要:为探讨大豆异黄酮对禽类免疫器官发育及抗氧化功能的影响,进行试验,将 200 只肉鸡预饲一周后,分成 5 组,每组 40 只,对照组饲喂基础日粮,试验 I、II、III、IV 组分别在基础日粮中添加 10、20、30、40mg/kg 的大豆异黄酮。于第 2、4、6、8 周每组随机抽取 10 只鸡,颈静脉放血致死,取血清,采脾、肝脏、腿肌、胸肌,测定血清及组织中 SOD、GSH - Px 活性和 MDA 含量。试验结果表明,与对照组相比较,饲料中添加 10 - 20mg/kg 大豆异黄酮对肉鸡增重影响显著或极显著,可显著提高肉鸡抗氧化功能。

关键词:大豆异黄酮; 抗氧化功能; 增重; 肉鸡

中图分类号 S182 文献标识码 B 文章编号 1007 - 7731(2007)09 - 55 - 03

Effect of Soybean Isoflavones on Antioxidant Activity in Crossbred Chickens

Ai Qingbao¹, Liu Deyi², Gan Qiong², He Benyu², Zhou Fei² (1 generalization station of agricultural skill in yinping town of chaochu city, 238051 2 agriculture Anhui Science and Technology University, Fengyang, 233100)

Abstract: Objective This experiment was conducted to investigate the effects of soybean isoflavones on antioxidation in chickens. Methods Two hundred chickens, which have been raised for a week, were divided by body weight into five treatments with forty chickens in each treatment. The chickens were fed either a control diet or the control diet supplemented with 10, 20, 30 and 40mg/kg of soybean isoflavones. In 2, 4, 6, 8 week, ten chicken every treatment by randomly, killed by neck vein. The serum, Liver, Spleen and muscle of chest and leg were obtained for determining MDA, SOD and GSH - Px. Results The results showed there was significant increase in weight gains in supplemented with 10, 20mg/kg of soybean isoflavones in comparison with control group ($p < 0.05$ or $p < 0.01$), but no notable changes was observed in antioxidant activity of Soybean Isoflavones on Crossbred Chickens.

Keywords: Soybean isoflavones; Antioxidation; Weight gain; Crossbred chickens

大豆异黄酮广泛存在于大豆及其豆制品中,其结构和活性类似于 17 - 雌二醇。该化合物具有雌激素和抗雌激素的双重作用,大豆异黄酮主要表现植物雌激素功能和抗氧化功能,研究表明:大豆异黄酮可提高饲料转化率、促进动物生长,提高家禽的产蛋性能,增强机体免疫能力等^[1-4]。

大豆异黄酮具有较强的抗氧化能力,也是良好的自由基清除剂,它能够形成稳定的自由基中间体从而阻断自由基反应。体外试验证明,大豆异黄酮具有显著的抗血清脂质过氧化作用,其作用效果甚至优于维生素 E,本试验在肉鸡日粮中添加不同剂量的但超过一般用量的大豆异黄酮,以探讨大豆异黄酮对禽类免疫器官发育及抗氧化功能的影响,为大豆异黄酮应用于生产实际提供参考^[5-8]。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验动物购于安徽科技学院畜牧科技园。选择 1 日龄健康活泼的肉鸡 200 只,预饲 7d 后按照体重相近的原则随机分为 5 组(每组 4 个重复,每重复 10 只),即对照组、试验 I 试验 II 试验 III 和试验 IV 组,每组 40 只。

1.2 饲料配方饲料日粮配方及组成 见表 1。

1.3 饲养管理 试验采用笼养。预饲 7d 后,试验组饲喂添加不同用量水平的大豆异黄酮的饲料,自由饮水。每 1d 记录鸡舍内温湿度,观察鸡群健康状况,并记录发病死亡情况;试验期间定期消毒(消毒液为 1:300 的百毒杀水剂),预防用药为诺氟沙星饮水。免疫按常规免疫程序进行。

1.4 仪器与药品 仪器:BT - 224 半自动生化分析仪。

药品:大豆异黄酮购于浙江欣欣生化科技有限公司,大豆异黄酮含量为 40%。

日粮: 4 周龄肉鸡日粮组成(%):玉米 60、豆饼 32、麦麸 3、预混料 5; 8 周龄肉鸡日粮组成(%):玉米 65、豆饼 25、麦麸 5、预混料 5。其营养成分含量见表 1。

表 1 肉鸡日粮营养成分含量

肉鸡周龄(周)	能量(MJ/kg)	粗蛋白(%)	钙(%)	磷(%)	赖氨酸(%)	蛋白酸(%)
4	13.433	19.949	0.111	0.317	0.923	0.562
8	13.340	17.485	0.093	0.310	0.774	0.510

注:5%预混料,营养成分为:维生素 A (U/kg) 20 万、维生素 D₃ (U/kg) 5 万、维生素 E (U/kg) 220、维生素 K (mg/kg) 20、维生素 B₄ (mg/kg) 60、维生素 B₂ (mg/kg) 100、维生素 B₁₂ (mg/kg) 0.2、烟酸 (mg/kg) 500、泛酸钙 (mg/kg) 200、叶酸 (mg/kg) 10、胆碱 (mg/kg)

作者简介:艾清豹(1965 -),男,兽医师,主要从事基层畜牧技术推广工作。 收稿日期:2007 - 04 - 10

10000、铁 (mg/kg) 1000、锌 (mg/kg) 800 ~ 2400、锰 (mg/kg) 1100、铜 (mg/kg) 80 ~ 2000。

1.5 试验方法 对照组喂基础日粮,试验组在基础日粮中分别添加 10mg/Kg, 20mg/Kg, 30mg/Kg和 40mg/Kg的大豆异黄酮。于 2、4、6、8周龄称量各组肉鸡体重,每组屠宰 10只肉鸡,静脉采血,取脾、心脏、腿肌、胸肌 0.5g制成匀浆液,置于 -20 冷藏,备测。

1.6 检测指标与方法 丙二醛 (MDA)活性,硫代巴比妥酸比色法;谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH - Px)活性,DTNB法;超氧化物歧化酶 (SOD)活性,黄嘌呤氧化酶法。所有试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.7 数据处理 试验数据采用 SPSS7.5 +统计软件处理。所有数据以均数 ±标准差 ($\bar{x} \pm SD$)表示,并经 t检验处理, $p < 0.05$ 为差异显著, $p < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

表 2 大豆异黄酮对肉鸡增重的影响 (g)

周龄	试验组	试验组	试验组	试验组	对照组
2周龄	96.70 ±22.25 *	113.57 ±354.58 *	59.14 ±107.05	46.52 ±74.23	54.80 ±99.85
4周龄	236.25 ±15.00 **	160.45 ±366.61 **	93.00 ±153.51	98.82 ±143.78	96.76 ±141.85
6周龄	441.00 ±25.36 **	165.33 ±244.51	172.36 ±263.91	171.87 ±261.67	175.21 ±268.89
8周龄	154.67 ±275.79	199.09 ±297.41	203.45 ±32.26	183.15 ±293.05	165.37 ±293.13

注: *表示差异显著, **表示差异极显著,下表同。

表 3 大豆异黄酮对肉鸡 MDA 的影响 (nmol/ml)

周龄	组别	脾脏	心脏	腿肌	胸肌	肝脏	血清
2周龄	对照	1.32 ±0.238	1.69 ±0.630	1.15 ±0.527	1.76 ±0.827	1.89 ±0.554	5.12 ±5.508
		2.31 ±0.653 *	2.29 ±0.455 *	1.55 ±0.315	1.90 ±0.540	2.08 ±0.602	4.23 ±3.085
		2.26 ±0.252 *	1.88 ±0.479	1.44 ±0.154	1.71 ±0.698	1.79 ±0.413	6.30 ±6.855
		2.12 ±0.397 *	1.99 ±0.487	1.58 ±0.084	1.49 ±0.311	1.88 ±0.550	7.55 ±9.000
4周龄	对照	2.41 ±0.302 *	1.79 ±0.713	1.22 ±0.167 *	1.38 ±0.400	1.91 ±0.753	5.95 ±7.298
		2.40 ±0.599	2.33 ±0.499	2.41 ±0.353	1.73 ±1.110	2.46 ±0.929	1.88 ±1.259
		1.33 ±0.841 *	2.23 ±1.228	2.53 ±0.559	1.59 ±1.129	2.21 ±1.027	1.60 ±0.962
		1.83 ±0.577	1.92 ±0.624	1.49 ±0.353 *	1.51 ±1.587	2.25 ±0.808	1.38 ±0.744
6周龄		2.50 ±0.500	2.49 ±0.489	2.77 ±0.341	1.57 ±1.811	2.62 ±0.622	1.89 ±0.850
	对照	4.22 ±3.099	3.03 ±1.799	2.58 ±0.628	1.29 ±0.534	2.78 ±1.469	2.87 ±1.467
		1.32 ±1.032	1.90 ±0.725	2.44 ±0.320	2.64 ±1.245	1.64 ±0.881	2.89 ±1.338
		1.17 ±1.032	2.74 ±1.032	2.59 ±0.986	3.02 ±1.093	2.11 ±1.443	2.45 ±1.232
8周龄		2.48 ±0.541	1.99 ±0.834	3.22 ±1.186	3.27 ±1.589	2.33 ±1.661	3.73 ±1.860
		2.04 ±0.799	1.73 ±1.751	1.76 ±0.448	1.94 ±0.823	1.34 ±0.851	2.16 ±0.869
	对照	0.702 ±1.074	2.19 ±4.385	4.49 ±1.782	4.48 ±1.608	5.41 ±2.908	3.52 ±1.943
		6.35 ±3.375	7.36 ±3.057	3.68 ±1.094	3.24 ±1.544	8.85 ±2.109	2.81 ±1.446
8周龄		6.18 ±0.716	1.02 ±2.291	3.35 ±1.520	2.99 ±1.264	9.32 ±1.151	2.54 ±1.476
		5.06 ±0.446	9.60 ±1.435	4.65 ±1.012	3.56 ±1.369	8.84 ±2.281	3.05 ±1.822
		5.55 ±1.165	7.55 ±1.170	4.20 ±0.849	3.20 ±1.382	8.63 ±2.170	3.66 ±1.039
		6.22 ±0.824	8.50 ±1.183	4.57 ±1.996	4.23 ±1.672	2.54 ±1.476	2.81 ±1.446

2.4 大豆异黄酮对肉鸡的 GAH - Px的影响 试验、
、组的饲料中分别添加不同剂量的大豆异黄酮对肉鸡的 GSH - Px影响见表 5。

由表 5可以看出:与对照组相比,2周龄时试验组血清中 GSH - Px活性差异显著,试验、组差异极显著,其他均无明显差异。

2.1 大豆异黄酮对肉鸡增重的影响 饲料中分别添加不同剂量的大豆异黄酮对肉鸡增重的影响见表 2。

由表 2可以看出,饲料中添加不同剂量的大豆异黄酮对肉鸡增重有一定的影响。

与对照组相比,第 2、4、6周龄时,试验组和试验组增重显著或极显著,而其它各组各周龄差异不显著。

2.2 大豆异黄酮对肉鸡的 MDA 的影响 饲料中分别添加不同剂量的大豆异黄酮对肉鸡 MDA 的影响见表 3。由表 3可以看出,大豆异黄酮对肉鸡 MDA 含量没有明显的影响。

2.3 大豆异黄酮对肉鸡的 SOD 的影响 饲料中分别添加不同剂量的大豆异黄酮对肉鸡的 SOD 影响见表 4。

由表 4可以看出:与对照组相比,胸肌第 8周龄试验组差异显著,其他均无明显差异。

3 讨论

3.1 日粮中添加不同剂量的大豆异黄酮对肉鸡生产性能的影响 大豆异黄酮其结构和活性类似于 17 - 雌二醇^[1],主要表现植物雌激素功能和抗氧化功能。据研究表明:大豆黄酮可提高饲料转化率,促进动物生长,提高家禽的产蛋性能,增强抗体免疫力,具有抗氧化作用。

表 4 大豆异黄酮对肉鸡 SOD的影响 (U/ml)

周龄	组别	脾脏	心脏	腿肌	胸肌	肝脏	血清
2周龄	对照组	6.08 ±5.105	7.24 ±5.516	9.25 ±6.700	16.51 ±1.265	12.23 ±5.268	12.74 ±4.340
		4.51 ±3.150	6.43 ±4.967	8.32 ±6.280	17.68 ±1.724	12.18 ±6.007	13.78 ±5.759
	处理组	6.27 ±5.978	7.68 ±6.069	9.64 ±7.250	17.64 ±2.917	13.27 ±4.288	15.64 ±4.119
		7.72 ±8.177	8.57 ±7.431	9.77 ±7.270	13.66 ±2.251	11.06 ±3.308	11.43 ±4.873
		8.87 ±6.320	7.84 ±7.000	8.15 ±6.459	15.23 ±1.699	11.70 ±3.333	14.98 ±7.510
4周龄	对照组	3.17 ±2.920	5.23 ±4.929	5.84 ±4.730	16.21 ±1.656	11.86 ±4.921	15.42 ±8.107
		3.31 ±3.230	5.46 ±5.330	6.28 ±5.237	16.19 ±0.973	11.75 ±5.834	11.86 ±5.039
	处理组	2.02 ±2.413	4.51 ±5.529	3.48 ±5.322	17.53 ±0.334	11.75 ±6.241	17.75 ±7.708
		3.98 ±4.316	5.60 ±5.111	6.48 ±5.294	15.84 ±0.360	9.72 ±6.611	12.65 ±7.629
		4.21 ±4.070	6.03 ±5.018	7.07 ±5.014	17.19 ±0.672	11.21 ±7.558	12.73 ±7.303
6周龄	对照组	3.57 ±2.384	6.24 ±5.801	8.29 ±7.008	21.78 ±3.236	16.75 ±5.799	22.24 ±9.450
		3.99 ±3.720	5.92 ±5.462	8.19 ±7.447	24.67 ±2.834	17.97 ±7.490	21.09 ±8.847
	处理组	3.98 ±1.755	6.31 ±5.257	8.61 ±6.187	25.20 ±2.859	18.23 ±7.764	22.41 ±8.819
		3.04 ±2.973	5.37 ±5.516	7.59 ±7.310	25.96 ±4.315	16.88 ±8.888	19.90 ±8.218
		4.00 ±1.912	5.63 ±3.830	7.41 ±9.512	16.80 ±1.661	12.68 ±3.998	20.46 ±11.321
8周龄	对照组	4.78 ±4.953	8.33 ±7.770	11.48 ±12.805	8.41 ±1.918	9.67 ±1.800	20.11 ±11.033
		3.33 ±1.964	6.17 ±9.707	9.28 ±10.879	6.96 ±0.822	8.12 ±1.235	21.66 ±14.739
	处理组	6.08 ±5.512	12.31 ±12.425	12.55 ±12.800	2.51 ±1.242	10.63 ±1.940	19.88 ±16.992
		4.07 ±2.186	6.20 ±10.945	8.40 ±8.854	10.31 ±3.034	7.62 ±1.142	20.03 ±10.862
		3.55 ±1.982	8.68 ±9.490	9.72 ±10.095	8.59 ±0.933 *	9.49 ±1.964	20.38 ±13.421

表 5 大豆异黄酮对肉鸡 GSH - Px的影响 (U/ml)

周龄	组别	脾脏	心脏	腿肌	胸肌	肝脏	血清
2周龄	对照组	14.48 ±7.135	12.04 ±7.737	13.92 ±7.986	12.59 ±8.424	11.85 ±8.089	209.63 ±155.152
		11.42 ±6.533	9.58 ±6.925	10.95 ±7.249	9.73 ±7.268	9.37 ±6.883	112.50 ±403.244 *
	处理组	12.96 ±6.004	11.22 ±6.454	10.82 ±6.024	9.78 ±6.202	9.45 ±5.889	50.64 ±19.458 * *
		9.80 ±5.280	9.01 ±4.985	10.16 ±6.980	8.191 ±7.179	8.98 ±6.725	34.05 ±79.249
		12.62 ±7.798	11.34 ±7.495	11.57 ±8.073	10.137 ±8.073	10.21 ±7.59	44.05 ±10.427 * *
4周龄	对照组	14.05 ±7.520	12.22 ±7.770	10.87 ±7.783	10.45 ±7.274	11.47 ±7.473	47.95 ±105.115
		17.05 ±4.904	10.57 ±4.768	9.42 ±5.205	9.120 ±4.868	9.71 ±4.893	45.65 ±103.325
	处理组	11.44 ±7.194	11.66 ±7.386	10.97 ±8.218	10.71 ±7.633	11.13 ±7.332	45.77 ±99.837
		11.21 ±7.277	10.10 ±6.880	9.17 ±6.634	8.83 ±6.359	9.72 ±6.426	45.39 ±102.560
		13.93 ±6.885	12.27 ±7.059	10.54 ±7.551	9.98 ±7.080	10.98 ±7.372	50.03 ±112.540
6周龄	对照组	17.09 ±12.253	14.83 ±11.859	13.20 ±10.459	11.64 ±11.275	10.77 ±10.777	58.14 ±136.806
		16.32 ±11.431	13.91 ±11.306	12.41 ±10.856	11.03 ±10.614	10.08 ±10.254	62.73 ±151.415
	处理组	17.21 ±12.006	14.53 ±11.999	12.61 ±11.762	11.58 ±11.207	10.55 ±10.834	61.38 ±146.313
		15.08 ±10.808	12.70 ±10.649	11.28 ±10.143	10.06 ±9.800	9.49 ±9.272	58.81 ±140.015
		15.01 ±12.685	13.46 ±12.029	11.92 ±11.410	10.80 ±10.834	9.62 ±10.574	59.38 ±141.408
8周龄	对照组	15.08 ±11.623	11.83 ±11.320	10.47 ±10.350	9.91 ±9.453	10.09 ±8.145	28.74 ±50.769
		13.49 ±14.238	10.42 ±12.594	9.20 ±11.170	8.45 ±10.123	9.22 ±9.458	28.78 ±53.473
	处理组	12.76 ±14.731	9.66 ±12.967	7.85 ±11.710	7.43 ±10.532	8.51 ±9.972	31.53 ±59.379
		13.36 ±16.842	9.92 ±11.361	8.68 ±10.224	7.94 ±9.338	8.58 ±8.762	25.75 ±45.624
		13.98 ±12.985	11.39 ±12.279	9.34 ±11.296	8.39 ±10.309	9.07 ±9.871	24.08 ±44.483

本次试验表明:饲料中添加 10 - 20mg/Kg大豆异黄酮可显著或极显著提高肉鸡的增重,从而可降低饲养成本,提高经济效益。而加大添加剂量对肉鸡增重没有显著的影响。说明对禽的添加剂量以饲料中添加 10 - 20mg/Kg大豆异黄酮为宜。

3.2 日粮中添加不同剂量的大豆异黄酮对肉鸡抗氧化功能的影响 大豆异黄酮具有较强的抗氧化能力,也是良好的自由基清除剂,它能够形成稳定的自由基中间体从而阻断自由基反应。此外,试验表明,大豆异黄酮具有显著的抗血清脂蛋白脂质过氧化作用,其作

用效果甚至优于维生素 E。

本次试验结果表明,大豆异黄酮对肉鸡抗氧化功能没有显著的影响。其原因可能有:一是大豆异黄酮对该品种的鸡有抗氧化能力,但可能由于该品种鸡体内清除抗氧化自由基的能力较强,使大豆异黄酮的抗氧化能力降低,显著性差异没表现出来^[7]。二是可能由于大豆异黄酮的生物活性取决于多种因素,不同的种类,不同的剂量,不同的营养途径,不同的饲养周期都会出现不同的

(下转 62页)

呈现先上升后下降的趋势,说明 POD对绒毛白蜡在逆境下产生的自由基具有一定的清除作用。随着 pH 的逐渐增大,绒毛白蜡的 POD 活性下降,POD 清除自由基的能力减弱,自由基累积并引发膜脂过氧化作用对细胞膜造成伤害。胁迫第 20d 的变化不十分一致,但总体是上升后下降的趋势,只是在 $100\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理组的变化趋势呈现“下降-上升-下降”,图 2 还表明,在 $50\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 胁迫下,绒毛白蜡的 POD 活性随着胁迫时间的延长呈现先上升后下降的趋势,绒毛白蜡的 POD 活性随着胁迫时间的延长呈下降趋势,说明随着胁迫时间的延长绒毛白蜡的抗氧化能力逐渐衰退。

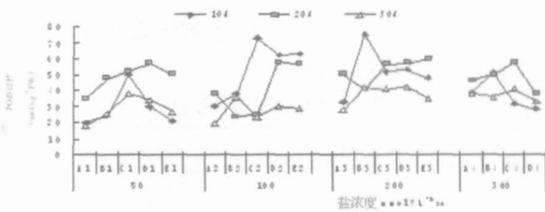


图 2 碱式盐胁迫对白蜡 POD 活性的影响

2.4 胁迫处理对 CAT 活性的影响

过氧化氢酶主要定位于线粒体、乙醛酸体与过氧化物体中。CAT 与 SOD 协同反应,使活性氧维持在较低的水平,除去受胁迫的植物体内具有潜在危害的 H_2O_2 和 O_2 ,从而最大限度地减少 $\cdot\text{OH}$ 的形成,减弱膜脂过氧化作用对细胞膜的伤害。

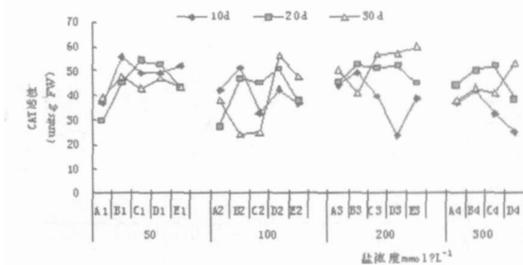


图 3 盐碱胁迫对白蜡 CAT 活性的影响

(上接 57 页)活性,因为大豆异黄酮在动物体内的吸收和代谢速率与动物的种类有关。特别是体内雌激素水平较低的个体。三是可能由于大豆异黄酮只有在整体动物的情况下,才能表现对该品种鸡免疫器官的抗氧化作用,对具体个别的免疫器官的抗氧化能力影响不显著。四是有试验表明,大部分以甙类形式存在的大豆异黄酮类化合物不能通过小肠壁,动物对大豆异黄酮的吸收和生物利用率取决于食物中碳水化合物与纤维含量和肠道细菌对其的降解能力。

参考文献

- [1] 郭慧君, 韩正康, 王国杰. 日粮中添加大豆异黄酮对大鼠生长性能和有关内分泌的影响, 南京农业大学学报 2001, 24 (4): 59 - 61
- [2] 陈保江. 大豆异黄酮作用机制及在动物生产的应用 [J]. 动物科学与动物医学, 2003, 20 (10): 53 - 55

碱式盐胁迫下绒毛白蜡的 CAT 活性变化见图 3。在整个胁迫期间,除了胁迫第 20d 各处理组呈现先升高后降低的趋势,第 10、30d 处理组的变化并不呈现单一的规律性。胁迫第 10d, CAT 的变化在各处理组的变化都不一样,但总体趋势仍可以看作是下降,说明短时间盐碱混合胁迫打破了绒毛白蜡自由基产生和清除之间的平衡,对绒毛白蜡的膜透性产生了一定的伤害。胁迫第 30d, $50\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理组 CAT 变化并不是很明显, $100\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ CAT 呈现“下降-上升-下降”的趋势, $200\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理组 CAT 呈现“下降-上升”的趋势, $300\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理组呈现上升的趋势,但幅度都不是很大。

3 结论与讨论

可见,绒毛白蜡在碱式盐胁迫下 SOD、POD、CAT 的变化要比中性盐 (NaCl) 胁迫下复杂的多,保护酶的活性不仅仅随着盐浓度的增加变化,碱度 (pH) 的变化同样会对植物造成严重的影响,抗盐生理研究方面单以 NaCl 为研究对象并不是十分准确,在今后的研究中应该突出碱式盐对植物的影响,也说明了植物的抗盐性状是一个由多基因控制的数量性状^[6],这也决定了抗盐机理的复杂性。

参考文献

- [1] 王萍. 中性盐和碱性盐对羊草幼苗胁迫的研究 [J]. 草业科学, 1994, 3 (2): 37 - 42
- [2] 尹尚军, 石德成, 颜宏. 碱胁迫下星星草的主要胁迫反应 [J]. 草业学报, 2003, 4 (12): 51 - 57
- [3] 李存桢, 刘小京. 盐胁迫对盐地碱蓬种子萌发及幼苗生长的影响 [J]. 中国农学通讯, 2005, 21 (5): 209 - 212
- [4] 李玉明. 混合盐碱胁迫对高粱幼苗的影响 [J]. 杂粮作物, 2002, 22 (1): 41 - 45
- [5] 韩蕊莲, 李丽霞等. 干旱胁迫下沙棘膜脂过氧化保护体系研究. 西北林学院学报, 2002, 17 (4): 1 - 5
- [6] 许祥明, 叶和春, 李国凤. 植物抗盐机理的研究进展 [J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6 (4): 379 - 387 (周敏编 李瑞雪校)
- [3] 蔡鹃, 童小莉, 刘文等. 大豆异黄酮对畜禽生理及生产的影响 [J]. 四川畜牧兽医学院学报, 2002, 16 (4): 36 - 40
- [4] 韩正康. 异黄酮植物雌激素 大豆异黄酮对雄性动物生长及其有关内分泌的研究 [J]. 畜牧与兽医, 1999, 31 (1): 1 - 2
- [5] 张向英, 王根林. 植物雌激素的免疫调节作用 [J]. 畜牧与兽医, 2000, 32 (3): 40 - 42
- [6] 刘丽, 金宏. 大豆异黄酮抗氧化作用的研究进展 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2003, 23 (2): 132 - 135
- [7] 张响英, 王根林, 唐现文. 异黄酮植物雌激素在动物中的作用 [J]. 饲料研究, 2000, 11: 12 - 14
- [8] 刘向阳, 计成, 丁丽敏等. 日粮硒、铜水平对大鼠体内有关的抗氧化酶活性及脂质过氧化物的影响 [J]. 中国农业大学学报, 1998, 3 (3): 107 - 112 (魏凤编 李小丽、李瑞雪校)