

李 晨,包国章,成文革,等. 黑麦草幼苗对冻融及酸沉降的生理响应特征[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):159-162.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.08.045

黑麦草幼苗对冻融及酸沉降的生理响应特征

李 晨¹,包国章¹,成文革²,李子勇²,李艳芳¹

(1. 吉林大学环境与资源学院,吉林长春 130021; 2. 吉林省生物研究所,吉林长春 130012)

摘要:以黑麦草品种冬牧 70 为材料,研究冻融及 pH 值 4.5 模拟酸沉降条件对黑麦草幼苗体内抗氧化酶活性和渗透调节物质含量的影响。结果表明,在冻融胁迫下,黑麦草幼苗体内可溶性蛋白、可溶性糖、丙二醛(MDA)含量呈上升趋势,超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)活性明显提升,最高值分别为 107.35、6.23 U/mg;在 pH 值 4.5 酸沉降胁迫下,黑麦草幼苗体内可溶性蛋白含量逐渐降低,在 -2℃ 时降到最低点,下降了 20.37%,可溶性糖、丙二醛含量随温度下降而降低,最低值分别为 10.42 mg/g、17.61 μmol/g;冻融与酸沉降复合胁迫处理对黑麦草幼苗的作用高于单一胁迫的作用效果,黑麦草幼苗体内可溶性蛋白、丙二醛含量、POD 活性呈上升趋势,可溶性糖含量、SOD 活性分别下降。试验结果表明,黑麦草幼苗对冻融和酸沉降逆境胁迫存在着明显的相互适应现象,对冻融及酸沉降型伤害有很强的适应性,且有一定的耐酸性和耐寒性。

关键词:黑麦草幼苗;冻融胁迫;酸沉降胁迫;生理特性

中图分类号: S181 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)08-0159-04

二年生黑麦草(ryegrass)是我国重要的牧草和草坪草之一,广泛分布于温带地区,具有抗寒性强、覆盖能力强、返青早、抗病虫害能力强等特性^[1-2]。黑麦草富含蛋白质、矿物质及维生素,其经济利用价值较高。冬牧 70 黑麦草是从美国引进的越年生禾本科植物,是我国北方重要的牧草和草坪草之一,于 20 世纪 90 年代初引入我国,种植冬牧 70 黑麦草是改善我国北方农区春季饲草严重不足现状的可行途径之一,

具有巨大的经济效益和社会效益。

冻融是指气候的日、年和多年变化导致特定气候区域地球表层一定范围的土冻结和融化作用,地球上受冻融作用的面积约占全球陆地总面积的 70%,我国受冻融作用的面积约占国土陆地总面积的 98%。冻融过程引起的环境改变对植物生长发育产生一系列直接或间接影响,使植被形态特征和生理功能等方面形成了特殊的适应性。揭示黑麦草对逆境环境的适应机制是培养抗寒性强的黑麦草品种的关键,这有助于采取有效的措施减轻低温对植物造成的危害。

酸沉降胁迫对植物的生长发育会产生严重不利影响,这已成为全球性环境污染问题之一。研究黑麦草幼苗对模拟酸沉降生理指标的影响,可以了解黑麦草抗酸沉降的能力,为研究植物对酸沉降胁迫适应能力提供理论依据。

过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)是清除活

收稿日期:2016-06-27

基金项目:国家自然科学基金(编号:31070286、31270367);吉林省自然科学基金(编号:20150101089JC)。

作者简介:李 晨(1988—),女,吉林长春人,硕士研究生,主要从事应用生态学研究。E-mail:399055695@qq.com。

通信作者:包国章,博士,教授,主要从事草地生态恢复的研究。Tel:(0431)85168429;E-mail:baogz@jlu.edu.cn。

验组的酶活性都比对照组的高,这说明接种菌剂可以提高垫料中相关酶的产生,加快有机质的分解和转化,有效促进猪粪尿的降解。

参考文献:

- [1] 杨朝飞. 加强畜禽粪便污染防治迫在眉睫[J]. 环境保护,2001(2):32-35.
- [2] 黄振兴,陈 谊. 猪粪尿“零排放”无污染研究与可行性探讨[J]. 上海畜牧兽医通讯,2001(6):10-11.
- [3] Castaldi P, Garau G, Melis P. Maturity assessment of compost from municipal solid waste through the study of enzyme activities and water-soluble fractions[J]. Waste Management, 2008, 28(3): 534-540.
- [4] 黄得扬,陆文静,王洪涛. 有机固体废物堆肥化处理的微生物学机理研究[J]. 环境工程学报,2004,5(1):12-18.
- [5] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京:科学出版社,1987:267-279.
- [6] 周景祥,王桂芹,余 涛. 蛋白酶和淀粉酶活性检测方法探讨

- [J]. 中国饲料,2001(11):23-27.
- [7] 中华人民共和国农业部. 有机物料腐熟剂:NY 609—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2002:11.
- [8] 倪姆娣,陈志银,程绍明. 不同填充料对猪粪好氧堆肥效果的影响[J]. 农业环境科学学报,2005,24(增刊1):204-208.
- [9] 朱 洪. 基于畜禽废弃物管理的发酵床技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2007:103.
- [10] 汪恒英,周守标,常志州,等. 接种一株嗜热球杆菌对堆肥腐熟进程的影响[J]. 江苏农业科学,2004(3):78-81.
- [11] Chang J I, Tsai J J, Wu K H. Thermophilic composting of food waste[J]. Bioresource Technology, 2006, 97(1):116-122.
- [12] 戴 芳,曾光明,牛承岗,等. 堆肥化过程中生物酶活性的研究进展[J]. 中国生物工程杂志,2005(增刊1):148-151.
- [13] 沈其荣,王瑞宝,王 岩,等. 堆肥制作中的生物化学变化特征[J]. 南京农业大学学报,1997,20(2):51-57.
- [14] 倪治华,薛智勇. 猪粪堆制过程中主要酶活性变化[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(3):406-411.

性氧的关键酶,其活性的高低反映了植物抗逆性的强弱,植物能通过应激性反应,激活抗氧化剂和诱导抗氧化酶的活性,减弱膜脂过氧化作用,保持膜的稳定性^[3]。丙二醛(MDA)从膜上产生的位置释放后,可与蛋白质、核酸反应,引起膜蛋白与膜内脂的变化,从而改变细胞膜系统。可溶性糖作为渗透调节物质和信号物质,可减缓由胁迫造成的生理代谢不平衡。

为此,本研究将通过冻融及酸沉降胁迫的方法,测定黑麦草幼苗体内可溶性蛋白含量、MDA 含量、POD 活性、SOD 活性和可溶性糖含量这些生理指标在逆境胁迫中的变化和恢复能力,为揭示牧草和草坪草抗冻能力及防治酸沉降对其危害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试材培养

试验于 2015 年 9 月在吉林大学环境与资源学院室内实验室进行。供试材料为冬牧 70 黑麦草(ryegrass),由吉林省农业科学院种子部门提供。

挑选籽粒饱满、大小均匀的种子,用 0.1% KMnO_4 溶液进行消毒,溶液消毒 2 h 后取出并以矿泉水冲洗干净备用。将种子整齐排放在铺有 2 层滤纸的长方形托盘(30 cm × 40 cm)内,放于 SPX-300 光照培养箱中进行培养,其温度设定为 25 ℃,每天光照 12 h,加水 4 次,保持滤纸湿润。培养 7 d 待幼苗长至 16 cm 时,选取长势一致的幼苗用于试验。

1.2 模拟酸沉降母液的配制

根据吉林省长春市天然降水 pH 值及离子水平,依据文献[4]方法配制模拟酸沉降母液,考虑天然降水离子成分的复杂性,选用矿泉水配制模拟酸沉降的原溶液。用浓硫酸和浓硝酸($\text{SO}_4^{2-}:\text{NO}_3^- = 5:1$)配制 pH 值为 4.5 的酸沉降母液,用 PHS-3C 型雷磁酸度计测定与校核。

1.3 试验方法

1.3.1 人工冻融试验 把试验中需要冻融胁迫的黑麦草幼苗样品标记好后进行冻融—冻融处理。冻融试验处理为每 2 h 降温 6 ℃,冻融试验为每 2 h 升温 6 ℃。试验的温度梯度设计为 10、4、-2、4、10 ℃,冻融温度阶段为 10 ℃—-2 ℃,冻融温度阶段为 -2 ℃—10 ℃。每 2 h 变温随即取样,重复取 6 份样本进行指标测定。

1.3.2 模拟酸沉降试验 取 1 盘铺放均匀的黑麦草种子,标记为酸沉降组进行试验。培育 7 d,待种子长出幼苗后,对酸沉降组均匀滴加 50 mL 酸沉降溶液。滴加时间为 09:00,放置 24 h 后,进行指标测定。每 2 h 取样 1 次,重复抽取 6 份样本进行试验测定。

1.4 测定生理指标

硫代巴比妥酸(TBA)比色法测定丙二醛、可溶性糖含量^[5];考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白质含量^[5];SOD、POD 活性均用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒测定,用分光光度计进行测定。每个指标均设 6 组平行样。

1.5 数据处理

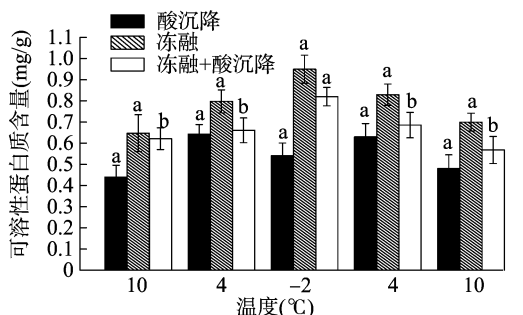
采用 Origin Pro 8.5 绘制图表,用统计软件 SPSS 16.0 进行相关数据分析,图中数据均为 6 次重复测定值的平均值。

2 结果与分析

2.1 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内蛋白质含量的

影响

如图 1 所示,与冻融+酸沉降复合胁迫相比,经冻融胁迫的黑麦草幼苗体内蛋白质含量高于复合胁迫;在冻融阶段,当温度下降到 -2 ℃ 时,黑麦草幼苗体内可溶性蛋白含量达到最高值,为 0.95 mg/g,比复合胁迫下的蛋白质含量增加了 15.83%;在冻融阶段,温度回升到 10 ℃ 时,可溶性蛋白含量逐渐下降,复合胁迫组、冻融组蛋白质含量分别为 0.57、0.70 mg/g。这说明低温胁迫可使黑麦草体内积累渗透调节物质,增加了其可溶性蛋白含量,黑麦草自身的抗寒性可提高细胞的保水能力,保护生物膜及防止活性氧对膜脂和膜蛋白的氧化作用^[6]。在冻融—冻融胁迫下,黑麦草幼苗体内抗逆蛋白质合成量快速增加,使束缚水相对增多,降低了幼苗体内细胞结冰而致死的概率,起到一定的抗寒作用^[7]。经 pH 值 4.5 酸沉降胁迫处理后的黑麦草幼苗体内蛋白质含量先升高随后下降,在温度为 -2 ℃ 时,降到最低值 0.54 mg/g,在 4 ℃ 时,达到最高值,为 0.64 mg/g。本试验中,酸沉降胁迫下的黑麦草幼苗体内可溶性蛋白含量低于复合胁迫($P < 0.05$),降幅为 3.03%~29.03%。这是由于在酸沉降胁迫下黑麦草体内的蛋白质遭到破坏,产生逆境胁迫生理效应,从而诱发幼苗体内自由基反应,破坏细胞膜结构的完整性,导致黑麦草体内细胞代谢紊乱,这与黄开志关于模拟酸雨对蔬菜细胞透性的影响研究结果^[8]一致。黑麦草幼苗经冻融及酸沉降复合胁迫处理后,可溶性蛋白质含量随温度降低而升高,在温度为 -2 ℃ 时上升到最高值,为 0.82 mg/g。与经酸沉降胁迫的黑麦草幼苗相比,经冻融处理的黑麦草幼苗可溶性蛋白质含量均明显升高。



同一阶段不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下图同

图1 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内可溶性蛋白质含量的影响

2.2 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内可溶性糖含量的影响

在 pH 值 4.5 酸沉降胁迫下,与冻融+酸沉降复合胁迫下相比,黑麦草幼苗可溶性糖含量明显升高,上升了 27.54%~44.49%;在温度为 4 ℃ 时,达到最高值,为 13.9 mg/g,随着温度的逐渐下降,在 -2 ℃ 时,可溶性糖含量降到最低值,为 10.42 mg/g(图 2)。这表明酸沉降不仅严重影响黑麦草叶片对氮素的吸收和利用,也阻碍了茎叶中的可溶性糖向根系运输,造成幼苗生长速率下降、叶片变黄,表现出明显的伤害症状,这与童贯和等关于小麦幼苗体内可溶性糖的影响研究结果^[9]一致。在冻融胁迫下,与复合胁迫相比,黑麦草幼苗体内可溶性糖含量随温度降低而显著升高,在 -2 ℃ 时达到最高值,为 15.76 mg/g,在温度为 10 ℃ 时降到

最低值,为 13.10 mg/g,降低了 16.88%。本试验结果显示,冻融胁迫下黑麦草幼苗体内的可溶性糖类含量呈上升趋势,这表明冻融胁迫能对植物溶质的积累和渗透起到调节作用^[10]。在冻融+酸沉降复合胁迫条件下,黑麦草幼苗体内可溶性糖含量随温度下降而降低,在温度降到最低点-2℃时,得到最小值 8.77 mg/g。分析可得,低温胁迫下黑麦草幼苗体内会大幅度地积累可溶性糖类,其抗寒性也随之增强。

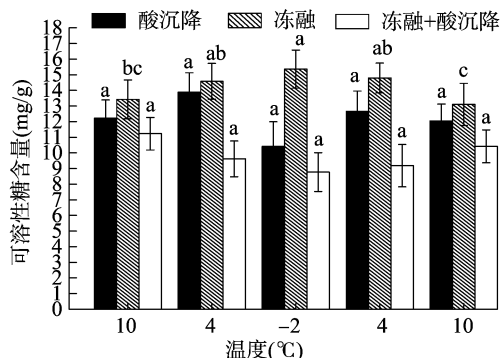


图2 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内可溶性糖含量的影响

2.3 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内 MDA 含量的影响

由图 3 可知,在冻融胁迫下,黑麦草幼苗体内 MDA 含量高于冻融+酸沉降复合胁迫下的含量,增加 10.74%~12.88%;在冻融阶段,温度为-2℃时,幼苗体内 MDA 含量达到最高值,为 28.39 μmol/g;在冻融阶段,温度在 10℃时,MDA 含量最低,为 22.62 μmol/g。这表明在冻融胁迫下,黑麦草幼苗细胞膜系统受到损害,产生高活性的过氧化产物,使黑麦草幼苗体内 MDA 含量逐渐上升。这与宋采博等关于不同温度对白三叶幼苗生长的影响研究结果^[11]相一致。经 pH 值 4.5 酸沉降胁迫处理后,与复合胁迫处理相比,黑麦草幼苗体内 MDA 含量随温度降低而下降,下降了 10.16%~42.82% ($P < 0.05$),在-2℃时达到最低值 17.61 μmol/g (图 3),这表明酸沉降胁迫影响黑麦草幼苗体内 MDA 的分泌,且随着酸胁迫的加深 MDA 含量增加,直接导致叶片膜结构的损害^[12]。经冻融+酸沉降复合胁迫处理后,黑麦草幼苗体内 MDA 含量随温度下降而升高,在温度为-2℃时,达到最高值 25.15 μmol/g (图 3)。上述分析显示,在单一冻融胁迫下,黑麦草幼苗体内 MDA 含量随温度降低而升高,但在 pH 值 4.5 的酸沉降胁迫下其体内 MDA 含量明显降低。这说明酸沉降可降低黑麦草幼苗体内 MDA 含量,减少冻融对黑麦草幼苗的损伤,增强了黑麦草幼苗自身的抗寒性。

2.4 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内 SOD 活性的影响

在冻融胁迫条件下,与冻融+酸沉降复合胁迫相比,黑麦草幼苗体内 SOD 活性提高,在温度为-2℃时,SOD 活性达到最高值 107.35 U/mg,提升了 37.12% (图 4)。SOD 活性升高说明黑麦草自身抗寒性变强,膜伤害程度变低。SOD 可有效地清除过多的自由基而抑制过氧化作用,能及时清除幼苗体内的有害物质,保护黑麦草自身不受损伤^[12]。与经复合胁迫处理的幼苗相比,经 pH 值 4.5 酸沉降胁迫的幼苗体内 SOD 活性较高,其活性趋势先降低,随后升高,在 10℃时,SOD 活性达到最高值,为 122.51 U/mg,在温度为 4℃时,

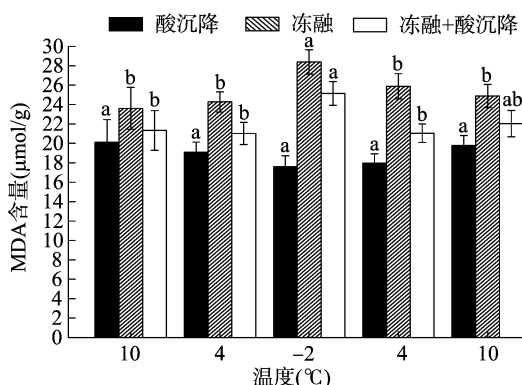


图3 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内 MDA 含量的影响

SOD 活性降到最低点,为 93.88 U/mg (图 4)。这与吕家根等关于酸雨胁迫下小麦微弱延迟发光及其生理变化的研究结果^[13]一致。在冻融+酸沉降复合胁迫条件下,黑麦草幼苗体内 SOD 活性随温度下降而降低,在温度为-2℃时降到最低点,为 78.29 U/mg (图 4)。这表明酸沉降胁迫能增强黑麦草幼苗体内 SOD 活性,逆境胁迫可以促进活性氧产生,加强膜脂氧化作用,平衡黑麦草体内活性氧。

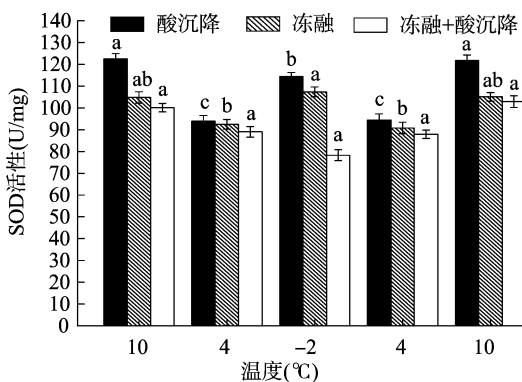


图4 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内 SOD 活性的影响

2.5 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内 POD 活性的影响

如图 5 所示,与冻融+酸沉降复合胁迫相比,在冻融胁迫条件下的黑麦草幼苗体内 POD 活性降低,下降了 11.71%~20.67%;在融冻阶段,幼苗体内 POD 活性随温度下降而升高,在-2℃时,达到最高值 6.23 U/mg;在冻融阶段,幼苗体内 POD 活性随温度升高而降低,在温度为 10℃时,降到最低值 5.1 U/mg。本研究表明,在冻融单一胁迫下,黑麦草幼苗体内 POD 活性随温度降低逐渐升高,冻融促使黑麦草幼苗的细胞膜透性降低,促进细胞自由基积累,从而激活了黑麦草细胞内抗氧化系统,使 POD 活性逐渐增强^[14]。与复合胁迫下的黑麦草幼苗体内 POD 活性相比,pH 值 4.5 酸沉降胁迫下的幼苗体内 POD 活性随温度下降逐渐升高,在温度降到-2℃时,升到最高值 6.28 U/mg,在温度上升到 10℃时,POD 活性下降到最低值 4.68 U/mg (图 5)。这与王涛等关于模拟酸雨胁迫对菲白竹生理特性的影响研究结果^[15]一致。黑麦草幼苗体内 POD 活性逐渐提高,说明黑麦草自身有较强的抗酸能力,对逆境的适应能力强,这与郭慧媛等关于模拟酸雨对毛竹叶片抗氧化酶活性的影响研究结果^[16]一致。在冻

融+酸沉降复合胁迫条件下,幼苗体内 POD 活性随温度降低而升高,在 -2°C 时,升到最高值,为 6.96 U/mg ;在温度升到 10°C 时,POD 活性下降,为 5.49 U/mg (图 5)。以上分析表明,冻融+酸沉降复合胁迫能使黑麦草幼苗体内的 POD 活性含量增加。

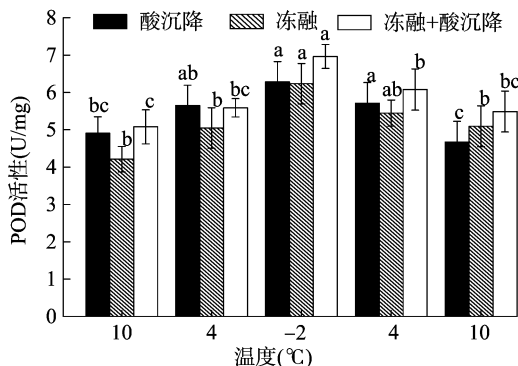


图5 冻融及酸沉降胁迫对黑麦草幼苗体内 POD活性的影响

3 结论

变温胁迫可使黑麦草积累渗透调节物质,增加了其可溶性蛋白、可溶性糖、MDA 含量,SOD 和 POD 活性也明显提升。在酸沉降胁迫下,黑麦草幼苗体内可溶性蛋白、可溶性糖、MDA 含量呈下降趋势,SOD 和 POD 活性提高。结果表明,黑麦草自身具有较强的抗寒性,在低温胁迫下可以起到自我保护的作用,同时黑麦草也具有一定的抗酸性,对逆境的适应能力强。

参考文献:

- [1] 李国辉,李志坚,胡跃高. 青刈黑麦产草量与营养动态分析[J]. 草地学报,2000,8(1):49-54.
- [2] 多立安,赵树兰. 刈割冬牧 70 黑麦地上生物量动态与草群再生效应的研究[J]. 植物研究,2001,21(2):304-307.
- [3] Dax M, Yin W X, Zhao Y X, et al. The production and scavenging of reactive oxygen species in plants[J]. Chin J Biology, 2001, 17(2): 121-125.
- [4] 杜子银,蔡延江,王小丹,等. 土壤冻融作用对植物生理生态影响研究进展[J]. 中国生态农业学报,2014,22(1):1-9.
- [5] 黄婷,邵辉,吴坤胜,等. 模拟酸雨对黑麦草种子萌发及生理特性的影响[J]. 种子,2011,30(4):8-11.
- [6] 黄辉,黄朝法. 酸雨对植物生理生态特性的影响研究进展[J]. 林业勘察设计,2008(1):46-49.
- [7] 李铁冰,杨顺强,任广鑫,等. 低温处理下不同禾本科牧草的生理变化及其抗寒性比较[J]. 生态学报,2009,29(3):1341-1347.
- [8] 黄开志. 模拟酸雨对蔬菜细胞透性和营养及卫生品质的影响[J]. 生物学通报,2000,35(2):34.
- [9] 童贯和,梁惠玲. 模拟酸雨及其酸化土壤对小麦幼苗体内可溶性糖和含氮量的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(8):1487-1492.
- [10] 孙亚琴,尚鹤,邓仕槐,等. 模拟酸雨胁迫对夹竹桃 MDA 和 MP 的影响[C]//四川省环境科学学会. 四川省水污染控制工程学术交流论文集. 成都,2009:176-181.
- [11] 宋采博,王波. 不同温度对白三叶种子发芽及幼苗生长的影响[J]. 湖北农业科学,2009,48(11):2772-2774.
- [12] 王强,金则新,彭礼琼. 模拟酸雨对乌药幼苗生理生态特性的影响[J]. 浙江大学学报(理学版),2013,40(4):447-455.
- [13] 吕家根,占达东,王周平,等. 酸雨胁迫下小麦微弱延迟发光及其生理生态变化相关性研究[J]. 化学学报,2003,61(5):760-764.
- [14] 王晨光,王希,苍晶,等. 低温胁迫对水稻幼苗抗冷性的影响[J]. 东北农业大学学报,2004,35(2):205-207.
- [15] 王涛,张珊珊,谢寅峰,等. 模拟酸雨胁迫对菲白竹生理特性的影响[J]. 东北林业大学学报,2014,42(11):17-21.
- [16] 郭慧媛,马元丹,王丹,等. 模拟酸雨对毛竹叶片抗氧化酶活性及释放绿叶挥发物的影响[J]. 植物生态学报,2014,38(8):896-903.
- [17] British Journal of Clinical Pharmacology, 2006, 62(6): 633-644.
- [14] 王红梅,吕耀中,刘莉娜,等. 不同组方加味藿香正气软胶囊对脂多糖诱导小鼠原代骨髓巨噬细胞炎症相关因子表达的影响[J]. 世界科学技术:中医药现代化,2016,18(3):476-481.
- [15] Leyva N, Nair V, Bang W Y, et al. Protective role of terpenes and polyphenols from three species of *Oregano* (*Lippia graveolens*, *Lippia palmeri* and *Hedeoma patens*) on the suppression of lipopolysaccharide-induced inflammation in RAW 264.7 macrophage cells[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2016, 187: 302-312.
- [16] 汪娟,蒋维,王毅. 降香中黄酮类化合物对脂多糖诱导的 RAW264.7 细胞抗炎作用研究[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2013, 29(7): 681-684.
- [17] 杨耀智,汤有志,陈建新. 取代基对黄酮类化合物抑制脂多糖诱导巨噬细胞释放一氧化氮活性的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2012, 39(5): 107-110.

(上接第 156 页)

- [8] 胡庭俊,何彩美,钟晶. 鸡血藤不同极性段提取物制备及体外抑菌作用初步研究[J]. 动物医学进展,2010,31(9):33-36.
- [9] 张爱文,何彩美,钟晶,等. 鸡血藤提取物的制备及药理毒理研究[J]. 中兽医医药杂志,2011,30(3):20-22.
- [10] Sohal R S, Allen R G. Oxidative stress as a causal factor in differentiation and aging: a unifying hypothesis[J]. Experimental Gerontology, 1990, 25(6): 499-522.
- [11] Aruoma O I, Grootveld M, Baborun T. Free radicals in biology and medicine: from inflammation to biotechnology[J]. Biofactors, 2006, 27(1/2/3/4): 1-3.
- [12] Niki E. Free radicals in biology and medicine: good, unexpected, and uninvited friends[J]. Free Radical Biology & Medicine, 2010, 49(49): S2.
- [13] Dawson J, Walters M. Uric acid and xanthine oxidase: future therapeutic targets in the prevention of cardiovascular disease? [J].