# 绣线菊叶水煎液对小鼠的抗疲劳和抗氧化作用

刘晓辉[1]，李沐灵[2]，莫言[3]，权伍荣[4]
（1. 长春科技学院军事体育部，吉林长春 130600）（2. 吉林农业大学食品科学与工程学院，吉林长春 130118）
（3. 长春科技学院生物食品学院，吉林长春 130600）（4. 延边大学农学院食品科学系，吉林延吉 133002）

**摘要：**本文研究了绣线菊叶水煎液对小鼠的抗疲劳作用和抗氧化作用。对小鼠随机分组，灌胃不同剂量的绣线菊叶水煎液，并设立空白对照组，通过测定小鼠的负重游泳时间、肝糖原含量、肌糖原含量、血清尿素氮含量和全血乳酸含量来研究其抗疲劳作用；通过测定小鼠的过氧化氢酶含量和超氧化物歧化酶含量来研究其抗氧化作用。与空白对照组相比，给予低、中、高剂量绣线菊叶水煎液的小鼠的负重游泳时间分别增加了 52.19%、167.11%、197.37%，肝糖原含量分别增加了 68.94%、167.09%、195.81%，肌糖原含量分别增加了 3.28%、19.67%、27.87%，血清尿素氮含量分别减少了 14.89%、19.54%、35.27%，全血乳酸含量分别减少了 14.59%、22.84%、33.21%；过氧化氢酶含量分别增加了 15.48%、25.40%、53.57%，超氧化物歧化酶含量分别增加了 19.59%、26.31%、38.29%。研究表明，绣线菊具有抗疲劳和抗氧化的作用，可用作功能保健产品原料，具有一定开发利用价值。

**关键词：**绣线菊；抗疲劳；抗氧化
**文章篇号：**1673-9078(2014)12-25-29 DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.12.005

# Antifatigue and Antioxidant Effects of *Spiraea salicifolia* L. Leaf Decoction in Mice

**LIU Xiao-hui[1], LI Mu-ling[2], MO Yan[3], QUAN Wu-rong[4]**
(1.Department of Millitary Sports, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130600, China)
（2.College of Food Science and Engineering, Jilin Agricultural University, Jilin Changchun 130118, China）
(3.College of Organism and Food, Changchun University of Science and Technology, Jilin Changchun 130600, China)
(4.Agricultural College, Yanbian University, Yanji 133002, China)

**Abstract:** Antifatigue and antioxidant effects of *Spiraea salicifolia* L. leaf decoction in mice were investigated in this paper. Mice were randomly divided into different groups, and each group was administrated with different doses of *S. salicifolia* L. leaf decoction by gavage; a blank control group was set up. The antifatigue effect of *S. salicifolia* L. leaf decoction was studied by the measurement of the weight-loaded swimming time, hepatic glycogen content, muscle glycogen content, serum urea nitrogen level, and lactate level in whole blood of mice; the levels of catalase and superoxide dismutase were measured in mice to study the antioxidant effect of the decoction. Compared with the blank control group, the changes of each indicator in mice administered low, medium, and high doses of *S. salicifolia* L. leaf decoction were as follows: the weight-loaded swimming time increased by 52.19%, 167.11%, and 197.37%, respectively; the hepatic glycogen content increased by 68.94%, 167.09%, and 195.81%, respectively; the muscle glycogen content increased by 3.28%, 19.67%, and 27.87%, respectively; the serum urea nitrogen level decreased by 14.89%, 19.54%, and 35.27%, respectively; the lactate level in whole blood decreased by 14.59%, 22.84%, and 33.21%, respectively; the catalase level increased by 15.48%, 25.40%, and 53.57%, respectively; the superoxide dismutase level increased by 19.59%, 26.31%, and 38.29%, respectively. Studies demonstrated that *S. salicifolia* L. had antifatigue and antioxidant effects; it could be used as a raw material for functional and healthy products and had certain development and utilization values.

**Key words:** *Spiraea salicifolia* L.; antifatigue; antioxidant

绣线菊(*Spiraea salicifolia* L.)，又名本玛、蚂蝗梢，属蔷薇科多年生落叶直立灌木。绣线菊属是蔷薇科绣线菊亚科最原始的属，在全世界范围内大概有 145 种，它们大多分布从北半球的温带到亚热带山区的地方。在我国，大概有 50 多种，其中，内蒙古地区大概有 15 种，4 个变种[1]。绣线菊在我国很多年前就有记录，是我国常见的一种具有药理作用植物，对很多疾病有治疗作用。《中药大词典》中记录，柳叶绣线菊具有治疗关节炎症、跌打损伤、全身疼痛等作用，同时还可

收稿日期：2014-07-01
作者简介：刘晓辉（1975-），男，讲师，研究方向：运动生理
通讯作者：权伍荣（1961-），男，教授，研究方向：食品工程、食品安全

以止咳化痰，本身既可以内服又可以外用，具有很好的治疗效果[2]。除此之外，绣线菊还可治疗皮肤病、高胆固醇血症、动脉粥样硬化、胃肠道疾病以及妇科疾病，并能抑制中枢神经系统，调节血压，强健牙齿[2]。

在绣线菊的使用方面，我国部分地区的居民主要采摘绣线菊的叶、果、种子等部位代茶饮用。此外，绣线菊还是一种传统蒙药，已被我国少数民族地区收录入蒙药经典。而在苗医上，绣线菊则主要被用来治疗胃肠道及消化系统疾病，所采用的成分为绣线菊碱、绣线菊因碱等生物碱。尽管绣线菊作为我国的传统药用植物已有几百年历史，但将其产业链发展，目前还仅仅处于起步阶段，我国丰富的绣线菊资源还未得到较为充分的利用。而且，现阶段国内外对绣线菊的化学成分研究时间较短，至今只有不到 50 年时间，对于绣线菊的生理活性的作用机理尚未得到清楚的结论。何双、付俊录等人[3,5]分别对槟郎甲醇提取物、水粗提物和槐米中芦丁提取物的抗疲劳活性进行了研究，但均存在考察指标不全面的问题；而目前在植物活性成分的抗氧化方面，大多研究体外抗氧化活性[14]。本文则在其基础上，通过测定血清尿素氮、全血乳酸、肝糖原和肌糖原含量研究了柳叶绣线菊叶水煎液对负重小鼠的抗疲劳作用，通过测定过氧化氢酶和超氧化物歧化酶含量研究了其对正常小鼠的抗氧化作用，并讨论了可能的作用机理，以期为绣线菊的进一步深入研究和综合利用提供实验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

柳叶绣线菊：由吉林农业大学提供；昆明种小鼠：18 g~22 g，由吉林大学实验动物中心提供（批号：SCXK-（吉）2003-0001）；肝/肌糖原测试盒、血尿素氮（BUN）试剂盒、全血乳酸试剂盒、过氧化氢酶（CAT）试剂盒、超氧化物歧化酶（SOD）试剂盒：中生北控生物科技股份有限公司。

### 1.2 仪器与设备

SHIMADZU AUY220 电子天平，岛津国际贸易（上海）有限公司；DK-S28 型电热恒温水浴锅，上海精宏实验室备有限公司；Spectrum 722E 型可见光分光光度计，上海光谱仪器有限公司；DY89-Ⅱ电动玻璃匀浆机，宁波新芝生物科技股份有限公司；TDL–40B 离心机，上海安亭科学仪器厂；生物显微镜，日本奥林巴斯；电热恒温鼓风干燥箱，中国南京恒裕电子仪器厂；万用电炉，北京中兴伟业仪器有限公司；CM1900 冷冻切片机，德国莱卡；全自动生化分析仪，上海精密仪器仪表公司；实体显微镜，日本奥林巴斯。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 绣线菊叶水煎液的制备

准确称取 1 kg 干燥柳叶绣线菊叶，量取 3 L 蒸馏水。将 1 kg 绣线菊叶平均分成 3 份，每次加 1 L 蒸馏水，浸泡 30 min 后，以小火煮沸 30 min，再用水浴浓缩水煎液。将 3 次煮沸浓缩后的水煎液合并混匀，混匀时需保证 3 次煮沸的药液总量不超过 1 L，再以蒸馏水定容至 1 L，使 1 mL 水煎液相当于 1 g 生药，置于 4 ℃冰箱中保存备用。

#### 1.3.2 绣线菊叶水煎液对小鼠抗疲劳作用的研究

选取雄性小鼠 40 只，随机分为绣线菊叶水煎液高剂量组、绣线菊叶水煎液中剂量组、绣线菊叶水煎液低剂量组和空白对照组。绣线菊叶水煎液高剂量组、中剂量组和低剂量组分别灌胃 $7.5000\times10^3$ mg/kg、$1.8750\times10^3$ mg/kg 和 $0.4688\times10^3$ mg/kg 的水煎液，灌胃量为每 10 g 小鼠体重灌胃 0.1 mL 水煎液。空白对照组灌胃等量的蒸馏水。每天灌胃一次，连续灌胃 15 d。在最后一次灌胃 30 min 后，每组选出 5 只小鼠，在小鼠尾部绑上重量为小鼠体重 3%~5%的铅块，使小鼠负重在温度为 30 ℃、深度为 30 cm 的长方体水槽内游泳，即进行负重游泳实验。用秒表记录小鼠自开始游泳至力竭沉入水中并 8 s 不能浮出水面的时间。通过对比分析出绣线菊叶水煎液的抗疲劳作用[3]。将负重游泳后的小鼠采用眼眶静脉取血，随后立即 3500 r/min 离心 10 min，取离心管内上清液即为小鼠血清，按照试剂盒说明书，以酶偶联速率法测定 BUN，酶偶联 NADH 比色法测定全血乳酸，蒽酮法测定肝糖原、肌糖原含量。

#### 1.3.3 绣线菊叶水煎液对小鼠抗氧化作用的研究

选取小鼠 40 只，雌雄各半，随机分为 4 组，每组 10 只，分别为绣线菊叶水煎液高剂量组、绣线菊叶水煎液中剂量组、绣线菊叶水煎液低剂量组和空白对照组。绣线菊叶水煎液高剂量组、中剂量组、低剂量组分别灌胃 $7.5000\times10^3$ mg/kg、$1.8750\times10^3$ mg/kg 和 $0.4688\times10^3$ mg/kg 的绣线菊叶水煎液，灌胃量为每 10 g 鼠重灌胃 0.1 mL 水煎液，空白对照组灌胃等体积的生理盐水。连续灌胃 30 天。末次灌胃后，使小鼠空腹一整夜，待次日早上进行试验。采用眼眶静脉取血法采集小鼠血液，按照试剂盒说明书，分别以黄嘌呤氧化

酶法和可见光法测定小鼠血清中 CAT 和 SOD 含量。

### 1.3.4 统计方法

采用 SPSS16.0 统计学软件进行数理统计，计量资料采用 $\bar{x}\pm S$ 表示，样本均数均首先方差分析、t 检验，根据方差分析结果选择不同 P 值，以 P<0.05 为存在统计学差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 绣线菊叶水煎液对小鼠抗疲劳作用的研究

#### 2.1.1 绣线菊叶水煎液对小鼠耐力的影响

表 1 绣线菊叶水煎液对小鼠耐力的影响（$\bar{x}\pm s$，n=10）

**Table 1 Effect of *Spiraea salicifolia* L. leaf decoction on the endurance capacity of mice ($\bar{x}\pm s$, n=10)**

| 组别 | 剂量/(mg/kg) | 游泳时间/s |
|---|---|---|
| 空白对照组 | - | 57.00±4.23 |
| 绣线菊叶高剂量组 | $7.5000\times10^3$ | 169.50±13.29** |
| 绣线菊叶中剂量组 | $1.8750\times10^3$ | 152.25±17.36** |
| 绣线菊叶低剂量组 | $0.4688\times10^3$ | 86.75±8.19* |

注：与空白对照组比较，**P<0.01，*P<0.05。

机体在运动一定时间后，会发生躯体性疲劳，从而减弱机体的肌肉力量和运动的最大输出功率，缩短机体从开始运动到力竭停止的时间。通常情况下，运动者在出现疲劳感觉之前，机体内部已经发生了一系列生理生化指标的改变，当这些变化积累到一定程度时，机体就会出现疲劳的感觉。运动耐力是机体的疲劳状况的最真实、最直接的反映。本实验采用的是负重游泳实验，所记录时间为小鼠自开始游泳至力竭沉入水中并 8 s 不能浮出水面的时间。由表 1 可知，绣线菊叶水煎液各组的游泳时间均比空白对照组的时间长，其中，绣线菊叶低剂量组的游泳时间显著高于空白组，中剂量组和高剂量组极显著的高于空白组，且抗疲劳效果最好的是绣线菊叶高剂量组。

#### 2.1.2 绣线菊叶水煎液对小鼠肝糖原和肌糖原含量的影响

糖原作为 ATP 的主要来源，是机体主要的供能物质。机体的运动耐力与糖原的含量有直接关系，糖原的耗尽通常与体力耗尽同时出现。肌糖原是机体进行长时间剧烈运动时的主要能量来源。对于长跑运动员来说，过量的肌糖原消耗，会导致机体血液中的血糖浓度下降，使乳酸和蛋白质等在体内大量堆积，使运动员产生疲劳感。由于肌糖原直接为运动提供能量，所以，机体内肌糖原的含量与机体的运动耐力呈正比，肌糖原的含量越高，机体运动时间越长[4-6]。肝糖原是机体重要的储能物质，当机体能量消耗过大，血液中的糖分不够高的时候，肝糖原会被胰高血糖素动员分解，将大分子糖原降解成葡萄糖，使机体血糖上升。当机体中肌糖原消耗殆尽时，肝糖原也会分解补充，维持血糖平衡。由表 2 可知，绣线菊叶水煎液对小鼠的肝糖原和肌糖原均有提升作用，尤其对肝糖原的影响更大。绣线菊高剂量组和中剂量组的肝糖原含量极显著高于空白对照组，低剂量组的肝糖原含量显著高于空白组。绣线菊各剂量组的肌糖原含量均高于空白对照组，但并无显著差异。

表 2 绣线菊叶水煎液对小鼠肝糖原和肌糖原含量的影响（$\bar{x}\pm s$，n=10）

**Table 2 Effect of *Spiraea salicifolia* L. leaf decoction on the hepatic glycogen and muscle glycogen contents in mice ($\bar{x}\pm s$, n=10)**

| 组别 | 剂量/(mg/kg) | 肝糖原含量/(mg/g) | 肌糖原含量/(mg/g) |
|---|---|---|---|
| 空白对照组 | - | 10.27±0.48 | 1.83±0.36 |
| 绣线菊叶高剂量组 | $7.5000\times10^3$ | 30.38±0.64** | 2.34±0.72 |
| 绣线菊叶中剂量组 | $1.8750\times10^3$ | 27.43±0.81** | 2.19±0.56 |
| 绣线菊叶低剂量组 | $0.4688\times10^3$ | 17.35±0.51* | 1.89±0.54 |

注：与空白对照组比较，**P<0.01，*P<0.05。

#### 2.1.3 绣线菊叶水煎液对小鼠血清尿素氮（BUN）和全血乳酸的影响

一般情况下，当机体的运动时间小于 30 min 时，为机体运动提供能量的物质主要为糖类和脂类，蛋白质几乎不参与能量的提供，机体的血尿素氮含量变化不大。当机体长时间的进行某项运动时，糖类和脂肪的分解代谢已不能满足机体运动所需要的全部能量，需要蛋白质分解代谢为机体补充能量，此时，机体的血尿素氮含量才会出现明显的上升情况。机体运动的程度越大，血尿素氮的含量越高，同时，机体对运动的耐受力越差，机体的血尿素氮含量越高。机体运动停止后的一段时间，血尿素氮的含量还是会持续缓慢的升高[7]。当机体进行剧烈运动时，通常处于相对缺氧的状态，此时机体内部的有氧代谢减弱，糖酵解作用增强。在糖酵解作用下，机体产生大量乳酸，乳酸在肌肉中大量堆积，使机体产生疲劳感。乳酸的产生速度和清除速度直接影响着乳酸在体内的堆积程度，抑制乳酸产生和加快乳酸分解可以有效的缓解疲劳。

由表 3 可知,绣线菊叶水煎液高、中、低剂量组的 BUN 含量与空白对照组相比，均呈下降趋势，且随着剂量的增大，下降幅度增大，但无极显著差异。绣线菊叶水煎液高、中、低剂量组的全血乳酸含量与空白对照组相比，均呈显著下降趋势，当水煎液的剂量的变大的时候，下降态势也会相应变大，二者呈明显的剂量—反应关系。

与何双等人[3]的研究结果相比，绣线菊叶水煎液对小鼠负重游泳时间和肝糖原含量的影响大于槟郎水粗提物对它们的影响，而在全血乳酸和血尿素氮含量方面，绣线菊叶水煎液和槟郎水粗提物的作用效果相差不大。产生差异的原因分析如下：①原材料不同导致有效成分组成和含量不同；②虽同样以水为溶剂，但提取方式不同，本文为沸水煎煮，而何双采用浸泡法，对有效成分的保留程度不同。③灌胃剂量不同。已有研究表明，柳叶绣线菊叶中所含的水溶性组分主要包括茶多酚（黄酮类含量较高）、游离氨基酸等，且许多植物多酚（如荷叶多酚、桑叶多酚、连翘叶多酚、竹叶多酚、杜仲叶多酚等）具有抗疲劳作用。而通过本实验研究结果可推测绣线菊中的茶多酚类物质是绣线菊叶水煎液抗疲劳作用的主要功效成分。其抗疲劳机制很可能是绣线菊可促进机体内糖类物质分解供能，同时抑制脂类物质和蛋白质分解的原因；且当机体血糖下降过快而肌糖原又不能提供充足能量时，绣线菊可促进肝糖原分解，以便及时补充血糖，减少机体的无氧氧化，延缓乳酸产生，减低疲劳感。

表 3 绣线菊叶水煎液对小鼠血清 BUN 和全血乳酸的影响（$\bar{x}$±s，n=10）

**Table 3 Effect of *Spiraea salicifolia* L. leaf decoction on BUN and lactate level in whole blood of mice ($\bar{x}$±s，n=10)**

| 组别 | 剂量/(mg/kg) | 血清 BUN/(mmol/L) | 全血乳酸/(mmol/L) |
|---|---|---|---|
| 空白对照组 | - | 9.47±0.24 | 5.21±1.56 |
| 绣线菊叶高剂量组 | $7.5000\times10^3$ | 6.13±1.39* | 3.48±1.54* |
| 绣线菊叶中剂量组 | $1.8750\times10^3$ | 7.62±0.87 | 4.02±1.24* |
| 绣线菊叶低剂量组 | $0.4688\times10^3$ | 8.06±1.54 | 4.45±0.74* |

注：与空白对照组比较，**P<0.01，*P<0.05。

## 2.2 绣线菊叶水煎液对小鼠抗氧化作用的研究

科学研究证明，活性氧（ROS）介导的氧化损伤是导致机体或者细胞衰老的直接原因。活性氧又称氧自由基，包括超氧阴离子自由基($O_2^{-}\cdot$)、氢自由基(·OH)、过氧化氢（$H_2O_2$）、单线态氧和其他由此衍生出来的活性氧基团[8~10]。这些自由基在体内累积，会对机体的蛋白、核酸等起到破坏作用，导致衰老现象的出现[11~13]。超氧化物歧化酶（SOD）是生物体内重要的酶自由基清除剂。SOD 可以有效清除机体内过量的自由基，延缓机体衰老；SOD 具有一定的抗疲劳作用，可以缓解机体运动后的疲劳感；SOD 还在降血压降血脂方面有较好的效果；此外，SOD 还可以有效调节女性生理周期，推迟更年期。过氧化氢酶（CAT）是生物体中重要的酶类清除剂之一，它可以将体内过量的过氧化氢分为成水和分子氧，使机体组织细胞免受过氧化氢的侵害。

表 4 绣线菊叶水煎液对小鼠 CAT 和 SOD 的影响（$\bar{x}$±s，n=10）

**Table 4 Effect of *Spiraea salicifolia* L. leaf decoction on CAT and SOD of mice ($\bar{x}$±s，n=10)**

| 组别 | 剂量/(mg/kg) | CAT/(ng/mL) | SOD/(mmol/g) |
|---|---|---|---|
| 空白对照组 | - | 2.52±0.48 | 58.95±17.93 |
| 绣线菊叶高剂量组 | $7.5000\times10^3$ | 3.87±0.64* | 81.52±5.81** |
| 绣线菊叶中剂量组 | $1.8750\times10^3$ | 3.16±0.81 | 74.46±7.77* |
| 绣线菊叶低剂量组 | $0.4688\times10^3$ | 2.91±0.51 | 70.50±15.46 |

注：与空白对照组比较，**P<0.01，*P<0.05。

由表 4 可知，绣线菊叶水煎液高、中、低剂量组的 CAT 和 SOD 含量均比空白对照组有一定程度的上升。其中，绣线菊高剂量组的 CAT 含量显著高于空白组，SOD 含量极显著高于空白组。绣线菊中剂量组的 SOD 显著高于空白组。绣线菊之所以具有很好的自由基清除效果，很可能与其中含有丰富的茶多酚有关。现在的很多研究表明，茶多酚具有清除自由基的作用，可抑制皮肤线粒体中脂氧合酶和脂质过氧化作用，从而具有抗衰老效应。

## 3 结论

本实验通过研究绣线菊叶水煎液对抗疲劳、抗氧化的调节作用得出以下结论：（1）绣线菊叶水煎液可以显著提高小鼠的负重游泳时间(112.5 s)，使小鼠耐力变强，同时，绣线菊可有效提高肝糖原含量(20.11 mg/g)，降低机体 BUN 含量(3.34 mmol/L)和全血乳酸含量(1.73 mmol/L)，起到了一定的抗疲劳作用；（2）绣线菊叶水煎液可以提高小鼠 CAT 含量(1.35 ng/mL)和 SOD 含量(22.57 mmol/g)，说明绣线菊具有一定的抗氧化作用。

## 参考文献

[1] 邢燕红,燕玲,岳秀贤.五种绣线菊属植物的化学成分分析及

其资源评价[J].干旱区资源与环境,2010,24(6):144-148
XING Yan-hong, YAN Ling, YUE Xiu-xian. Chemical composition and resource evaluation of five species of spiraea [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010, 24(6): 144-148

[2] 江苏新医学院.中药大辞典(上册)[M].上海:上海科学技术出版社,1986
Jiangsu New Medical College. Chinese medicine dictionary (I) [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press 1986

[3] 何双,李忠海,钟海燕,等.槟榔提取物对小鼠抗疲劳作用的研究[J].食品与机械,2009,25(3):67-70
HE Shuang, LI Zhong-hai, ZHONG Hai-yan, et al. Study on anti-fatigue effects 0f areca catechu extracts in mice [J]. Food and Machinery, 2009, 25(3): 67-70

[4] 何来英,严卫星,楼密密,等.保健食品抗疲劳作用试验方法研究[J].中国食品卫生杂志,1997,9(4):16-24
HE Lai-ying, YAN Wei-xing, LOU Mi-mi, et al. Test method research on anti-fatigue function of health food [J]. Chinese Journal of Food Hygiene, 1997, 9(4): 16-24

[5] 付俊录.芦丁对运动条件下小鼠肝糖原和肌糖原含量的影响[J].医学信息,2009,22(6):958-960
FU Jun-lu. Rutin effect for liver glycogen and muscle glycogen of ICR mice [J]. Medical Information, 2009, 22(6): 958-960

[6] 蔚兵.不同运动情况下补糖对小鼠肌糖原的影响[J].山东体育科技,2006,1:23-24
YU Bing. Impact of refueling carbohydrate on mice musle glycogen in different exercises [J]. Shandong Sports Science and Technology, 2006, 1: 23-24

[7] 赵媛媛.健美操运动的生理生化指标评定[J].体育科技文献通报,2011,19(9):40-41
ZHAO Yuan-yuan. Evaluation of physiological and biochemical index of aerobics exercise [J]. Bulletin of Sport Science and Technology, 2011, 19(9): 40-41

[8] 朱秀敏,李海燕.人体衰老机制的动态过程与影响因素[J].邢台学院学报,2006,6(2):121-124
ZHU Xiu-min, LI Hai-yan. Dynamic process and influential factors of aging mechanism [J]. Journal of Xingtai University, 2006, 6(2): 121-124

[9] 柴清华.氧自由基与临床医学关系的研究概况[J].临床医学,1993,3(2):90-91
CHAI Qing-hua. The research situation of oxygen free radicals and the relationship of clinical medicine [J]. Clinical Medicine, 1993, 3(2): 90-91

[10] MK Walker, C Vergely, S Lecour, et al. Vitamin E analogues reduce the incidence of ventricular fibrillations and scavenge free radicals [J]. Fundamental Clinical Pharmacology, 2009, 8(2): 164-172

[11] 高斌,高洪.氧自由基与细胞损伤[J].动物医学进展, 2002, 23(5):34-35
GAO Bin, GAO Hong. Oxygen free radical and cell damage [J]. Animal Medical Progress, 2002, 23(5): 34-35

[12] Alberto Sanz, Pilar Caro, Ricardo Gredilla, et al. Dietary restriction at old age lowers mitochondrial oxygen radical production and leak at complex I and oxidative DNA damage in rat brain [J]. Journal of Bioenergetics and Biomembranes, 2005, 4(2): 83-90

[13] Kenji Dohi, Kazue Satoh, Tomoya Nakamachi, et al. Novel free radical monitoring in patients with neurological emergency diseases[J]. Brain Edema XIV, 2009, 106(8): 315-319

[14] 胡鸣旭,张洪才,于纯淼,等.诺丽果提取物的抗氧化活性及心肌保护作用研究[J].现代食品科技,2014,30(2):31-36
HU Ming-xu, ZHANG Hong-cai, YU Chun-miao, et al. Antioxidative activity and myocardial protective effect of noni extracts [J]. Modern Food Science and Technology, 2014, 30(2): 31-36