



## 紫甘薯提取物对果蝇的紫外辐射保护作用

李 津, 吕晓玲, 王婷婷, 杨雪吟  
(天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

**摘要:** 研究紫外线诱导后(20 W 紫外灯下照射 40 min)紫甘薯提取物对果蝇辐射损伤的保护作用. 在紫外线氧化损伤果蝇模型中添加紫甘薯提取物后, 果蝇寿命显著提高, 且有剂量依赖性. 紫甘薯提取物提高了紫外线氧化损伤果蝇体内的超氧化物歧化酶(SOD)比活力和过氧化氢酶(CAT)比活力, 降低了丙二醛(MDA)水平. 说明紫甘薯提取物具有抗氧化损伤、延缓衰老的作用, 为紫甘薯提取物更好地应用于营养食品、保健食品中提供理论依据.

**关键词:** 紫甘薯提取物; 紫外线辐射; 果蝇

**中图分类号:** TS264.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-6510(2012)02-0014-04

### Protective Effect of Extract from Purple Sweet Potatoes on *Drosophila melanogaster* Damaged by UV

LI Jin, LÜ Xiaoling, WANG Tingting, YANG Xueyin

(College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

**Abstract:** The protective effect of extract from purple sweet potatoes on *Drosophila melanogaster* damaged by UV (20 W, 40 min) was studied. An oxidative damaged model of *Drosophila melanogaster*, damaged by UV, was established. The life-spans of *Drosophila melanogaster* were obviously increased after adding the extract from purple sweet potatoes in the model. The extract from purple sweet potatoes could also enhance the activities of SOD, CAT, and decrease the level of MDA of the UV damaged model, which suggests that the extract from purple sweet potatoes has some antioxidative effect on *Drosophila melanogaster*. The result of this research can provide a theoretical basis when the extract from purple sweet potatoes is applied to food and medicine.

**Key words:** extract from purple sweet potato; UV; *Drosophila melanogaster*

在日常环境中, 紫外辐射是最容易接触到的诱变剂, 过量的紫外辐射可加速细胞老化甚至诱发皮肤癌<sup>[1]</sup>. 在外界环境(太阳辐射、氧化还原物质、真菌毒素)刺激下, 自由基的大量产生及积累会对核酸及细胞器造成氧化损伤, 引发突变, 导致细胞乃至生物机体出现老化. 寻找抗紫外线辐射效果显著、毒副作用小的天然产物, 防止或减轻紫外辐射对人体健康的危害, 在紫外线辐射保护中具有越来越重要的地位.

紫甘薯为旋花科一年生草本植物, 肉质块根紫红色, 是甘薯中的新型特有品种. 营养成分高出其他红薯 1 倍多<sup>[2]</sup>. 紫甘薯提取物主要活性成分为紫甘薯花色苷(purple sweet potato anthocyanin, PSPA)具有抗

氧化、清除自由基、抗肿瘤、抗突变、抑菌、改善肝功能、降血压等性质<sup>[3-6]</sup>. 近年来国内外报道多以其抗氧化作用为主, 但对于紫甘薯提取物的抗紫外线辐射作用的报道却较少. 本文以果蝇作为动物模型, 将紫甘薯提取物添加到果蝇培养基中, 对其保护果蝇抗紫外线辐射的作用机制进行研究, 从而为紫甘薯提取物作为辐射保护剂的开发利用提供科学根据.

### 1 材料与amp;方法

#### 1.1 实验动物

野生黑腹果蝇(*D. melanogaster*)培养于恒温恒

湿培养箱, 25 ℃, 相对湿度 70%, 由本实验室养殖提供. 将果蝇随机分为 6 组: 正常对照组(在基本培养基中培养)、紫外辐射损伤模型组(简称模型对照组, 在基础培养基中培养并在 20 W 紫外灯下照射 40 min)和 4 个紫甘薯提取物实验组(基础培养基中含紫甘薯提取物分别为 1、4、8、16 mg/mL, 并且果蝇在 20 W 紫外灯下照射 40 min).

## 1.2 药品与试剂

紫甘薯提取物(花色苷含量 45%), 葫芦岛茂华生物有限责任公司; 蛋白定量测定试剂盒、超氧化物歧化酶(SOD)测定试剂盒、丙二醛(MDA)测定试剂盒、过氧化氢酶(CAT)测定试剂盒, 南京建成生物工程研究所; 冰醋酸、氯化钠、无水乙醇(分析纯), 天津市化学试剂六厂; 琼脂粉, 上海蓝季科技发展有限公司.

## 1.3 仪器与设备

UV-2102 PCS 型紫外可见分光光度计, 尤尼柯(上海)仪器有限公司; HWS-850 恒温恒湿培养箱, 宁波海曙赛福实验仪器厂; MR23i 型冷冻离心机, 法国 Jouan 公司.

## 1.4 实验方法

### 1.4.1 果蝇培养基的配制

玉米粉 72 g, 无水葡萄糖 72 g, 琼脂 6 g, 酵母粉 10 g, 防腐剂(1%对羟基苯甲酸乙酯的 75%乙醇溶液)40 mL, 水 750 mL.

### 1.4.2 果蝇生存实验

收集 1 200 只 8 h 内羽化雄性果蝇, 随机分为 6 组, 每组各 200 只, 分为 10 管, 每管 20 只, 分别按上述分组方法饲养<sup>[7]</sup>. 每 3 d 更换一次培养基并分别记录各组果蝇的存活数、死亡数, 直至果蝇全部死亡. 计算出平均寿命、半数死亡时间和最高寿命 3 个指标. 平均寿命为每组果蝇生存时间的总和除以该组果蝇数. 最高寿命为最后 20 只死亡果蝇的平均生存时间<sup>[8]</sup>.

### 1.4.3 果蝇 SOD、CAT 活性和 MDA 含量的测定

收集 1 800 只 8 h 内羽化雄性果蝇, 随机分为 6 组. 各组饲喂的培养基及培养条件同生存实验. 在饲喂样品后的第 18 天测定其体内的 SOD、CAT 活性及 MDA 含量. 各组测 3 个样本, 每个样本 20 只果蝇. 在饲喂的第 18 天, 将果蝇空腹 2 h 后用氮气麻醉后收集到匀浆管中, 以预冷的生理盐水为介质进行匀浆. 将果蝇的组织匀浆液用冷冻离心机 4 ℃、4 000 r/min 离心 10 min, 取上清液待测. 严格按照试剂盒说明测定每组果蝇组织上清液中总蛋白(考马斯亮蓝法)、T-SOD 活性(黄嘌呤氧化酶法)、CuZn-SOD

活性(黄嘌呤氧化酶法)、CAT 活性(可见光法)及 MDA 含量(TBA 法)<sup>[9]</sup>.

## 1.5 统计方法

实验数据用 SPSS 17.0 统计软件进行处理, 采用方差分析和 *t* 检验, 以平均数 ± 标准差表示.

## 2 结果与分析

### 2.1 紫甘薯提取物对紫外线损伤果蝇生存的影响

紫甘薯提取物对紫外线损伤果蝇生存的影响见表 1. 在卫生部颁布的《保健品功能学评价程序和检验方法》中, 果蝇生存实验已被作为延缓衰老作用的检测方法, 其评价指标有平均寿命、最高寿命和半数死亡时间<sup>[10]</sup>. 评定标准为一个指标的一个浓度组具有显著性即可判定该保健品具有延缓衰老的作用.

表 1 紫甘薯提取物对紫外线损伤果蝇生存的影响( $n = 200$ )  
Tab.1 Effect of extract from purple sweet potatoes on life-span in *Drosophila melanogaster* exposed to UV( $n = 200$ )

组别	半数死亡时间/d	平均寿命/d	最高寿命/d
正常对照组	47	48.40 ± 4.12	62.78 ± 1.34
模型对照组	18	18.60 ± 0.85**	31.75 ± 3.07**
I 组	20	19.66 ± 2.60	34.33 ± 1.53
II 组	20	21.77 ± 0.32#	36.83 ± 0.76#
III 组	21	22.61 ± 0.83#	38.10 ± 2.01#
IV 组	22	22.95 ± 1.06#	40.85 ± 1.47##

注: 与正常对照组比较\*\* $P < 0.01$ ; 与模型对照组比较# $P < 0.05$ , ## $P < 0.01$ .

由表 1 可知, 模型对照组的平均寿命和最高寿命均显著( $P < 0.01$ )低于正常对照组, 其半数死亡时间也明显下降, 说明紫外线照射能够加速老化, 紫外线损伤模型建立成功. 各剂量组与模型对照组相比, 其半数死亡时间、平均寿命和最高寿命都有所提高, 其中提取物 II、III、IV 组显著( $P < 0.05$ )延长了果蝇的平均寿命和最高寿命. 在最高剂量组中, 半数死亡时间、平均寿命和最高寿命分别被延长了 22.2%、23.4% 和 28.7%.

### 2.2 紫甘薯提取物对果蝇组织匀浆 SOD 活力的影响

紫甘薯提取物对果蝇组织匀浆 SOD 活力的影响见表 2. 实验结果表明, 模型对照组的 T-SOD、CuZn-SOD 活性均显著( $P < 0.01$ )低于正常对照组, 其 MDA 含量较正常对照组相比也有显著( $P < 0.01$ )升高, 说明紫外线诱导的衰老损伤模型成功建立.

SOD 是氧自由基清除剂, 当细胞受损时, 其活性

降低. SOD 的变化情况可以反映细胞损伤程度. 由表 2 可见, 与模型对照组相比, 被紫外线照射的四个剂量组的 T-SOD、CuZn-SOD 活性均有所提高, 且随着剂量的增大酶活力增强. 其中含紫甘薯提取物 4、8、16 mg/mL 的剂量组呈显著性 ( $P < 0.05$ )

表 2 紫甘薯提取物对紫外线损伤果蝇匀浆 T-SOD、CuZn-SOD 活性的影响 ( $n = 60$ )

Tab.2 Effect of extract from purple sweet potatoes on T-SOD, CuZn-SOD activity in *Drosophila melanogaster* exposed to UV ( $n = 60$ )

组别	T-SOD/(U·mg <sup>-1</sup> )	CuZn-SOD/(U·mg <sup>-1</sup> )
正常对照组	120.92 ± 2.07	72.30 ± 5.27
模型对照组	59.93 ± 0.97**	49.93 ± 3.54**
I 组	62.64 ± 5.06	51.34 ± 4.61
II 组	66.65 ± 2.01 <sup>##</sup>	55.07 ± 3.08 <sup>#</sup>
III 组	76.82 ± 8.79 <sup>##</sup>	61.58 ± 2.27 <sup>##</sup>
IV 组	88.16 ± 2.08 <sup>##</sup>	66.42 ± 1.70 <sup>##</sup>

注: 与正常对照组比较\*\* $P < 0.01$ ; 与模型对照组比较<sup>#</sup> $P < 0.05$ , <sup>##</sup> $P < 0.01$ .

### 2.3 紫甘薯提取物对果蝇组织匀浆 CAT 活力的影响

紫甘薯提取物对果蝇组织匀浆 CAT 活力的影响见表 3. 由表 3 可知, 与模型对照组相比, 各剂量组的 CAT 活性均有所提高, 提取物 II、III、IV 组显著 ( $P < 0.05$ ) 抑制了在紫外线损伤下 CAT 活力的降低.

表 3 紫甘薯提取物对紫外线损伤果蝇匀浆 CAT 活性的影响 ( $n = 60$ )

Tab.3 Effect of extract from purple sweet potatoes on CAT activity in *Drosophila melanogaster* exposed to UV ( $n = 60$ )

组别	CAT/(U·mg <sup>-1</sup> )
正常对照组	18.06 ± 0.16
模型对照组	12.79 ± 0.47**
I 组	12.81 ± 0.74
II 组	13.56 ± 0.41 <sup>#</sup>
III 组	14.48 ± 0.47 <sup>##</sup>
IV 组	14.57 ± 0.99 <sup>##</sup>

注: 与正常对照组比较\*\* $P < 0.01$ ; 与模型对照组比较<sup>#</sup> $P < 0.05$ , <sup>##</sup> $P < 0.01$ .

### 2.4 紫甘薯提取物对果蝇组织匀浆 MDA 含量的影响

MDA 是自由基对不饱和脂肪酸引发的脂质过氧化作用的最终产物, 其含量体现了氧自由基对机体脂质的氧化程度, 间接反映出细胞损伤的程度<sup>[11]</sup>. 如表 4 所示, 模型对照组的 MDA 含量显著增加, 说明紫外线在损伤细胞时伴有大量脂质过氧化物产生. 这与许多学者的研究结果一致. 而加入紫甘薯提取物的剂量组 MDA 含量均有所降低, 其中提取物

III、IV 组具有显著性 ( $P < 0.05$ ). 说明紫甘薯提取物可能通过抑制脂质过氧化而发挥其抗紫外线氧化损伤作用.

表 4 紫甘薯提取物对紫外线损伤果蝇匀浆 MDA 含量的影响 ( $n = 60$ )

Tab.4 Effect of extract from purple sweet potatoes on MDA content in *Drosophila melanogaster* exposed to UV ( $n = 60$ )

组别	MDA/(U·mg <sup>-1</sup> )
正常对照组	2.35 ± 0.12
模型对照组	2.80 ± 0.12**
I 组	2.77 ± 0.09
II 组	2.74 ± 0.13
III 组	2.54 ± 0.12 <sup>#</sup>
IV 组	2.40 ± 0.25 <sup>#</sup>

注: 与正常对照组比较\*\* $P < 0.01$ ; 与模型对照组比较<sup>#</sup> $P < 0.05$ .

## 3 讨论

SOD 和 CAT 构成机体主要的抗氧化酶系统, 能有效地抑制超氧阴离子自由基和羟自由基的产生, 防止脂质过氧化物对机体组织造成的损害. MDA 是自由基对不饱和脂肪酸引发的脂质过氧化作用的最终产物, 测定 MDA 的量体现了氧自由基对机体脂质的氧化程度, 间接反映出细胞损伤的程度<sup>[12]</sup>. SOD、CAT 的活性以及 MDA 的含量是反映紫甘薯提取物抑制辐射损伤程度的重要指标<sup>[11]</sup>.

通过紫外线诱导建立的衰老损伤模型与模型对照组比较, 紫甘薯提取物可以提高果蝇的半数死亡时间、平均寿命、最高寿命, 有效延缓衰老; 各剂量组与模型对照组比较, T-SOD、CuZn-SOD、CAT 的活性有所提高, MDA 含量降低, 且呈现剂量依赖性. 表明紫甘薯提取物对紫外线导致的辐射损伤有一定的保护作用, 作用机理可能是通过提高 SOD、CAT 的活性, 增强机体清除多余自由基的能力, 减少自由基引起的生物膜脂质过氧化反应, 降低机体 MDA 的含量.

紫甘薯提取物的主要活性成分为紫甘薯花色苷, 其安全、无毒且颜色美观, 有望成为一种新型抗辐射、抗衰老的保健食品.

### 参考文献:

- [1] 王哲鹏, 邓学梅, 王安如. 乌鸡黑色素对果蝇的紫外线辐射保护作用[J]. 中国农业大学学报, 2007, 12(1): 17-21.
- [2] 王智勇. 紫甘薯色素提取纯化工艺及性质研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.

- [ 3 ] Choi S W, Chang E J, Ha T Y, et al. Antioxidative activity of acylate anthocyanin isolated from fruit and vegetables[J]. Food Sci Nutr, 1997, 2(3): 191-196.
- [ 4 ] 岳静, 方宏筠, 黄红光. 紫甘薯红色素的研究进展[J]. 辽宁农业科学, 2003(5): 22-25.
- [ 5 ] 韩永斌, 朱洪梅, 顾振新, 等. 紫甘薯花色苷色素的抑菌作用研究[J]. 微生物学通报, 2008, 35(6): 913-917.
- [ 6 ] Matsui T, Ebuchi S, Kobayashi M, et al. Anti-hyperglycemic effect of diacylated anthocyanin derived from *Ipomoea batatas* cultivar *Ayamurasaki* can be achieved through the alpha-glucosidase inhibitory action[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(25): 7244-7248.
- [ 7 ] 徐鑫成, 郭彩虹, 苑泽宁, 等. 正交实验优选果蝇培养最佳配方[J]. 黑龙江农垦师专学报, 1996, 14(2): 58-61.
- [ 8 ] 钟耀广. 功能性食品[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 185.
- [ 9 ] 厉曙光, 白莉华, 王力强, 等. 人参对果蝇寿命的影响及其抗氧化作用[J]. 卫生研究, 2008, 37(1): 104-106.
- [ 10 ] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5193—1996 保健食品功能学评价程序与检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [ 11 ] Werns S W, Lucchesi B R. Myocardial ischemia and reperfusion: The role of oxygen radicals in tissue injury[J]. Cardiovascular Drugs and Therapy, 2005, 2(6): 761-769.
- [ 12 ] Chisolm G M, Steinberg D. The oxidative modification hypothesis of atherogenesis: An overview [J]. Free Radic Biology Medicine, 2000, 28(12): 1815-1826.

责任编辑: 郎婧

(上接第 13 页)

- [ 9 ] Wekesa V W, Maniania N K, Knapp M, et al. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the tobacco spider Mite *Tetranychus evansi* [J]. Experimental & Applied Acarology, 2005, 36(1/2): 41-50.
- [ 10 ] Chandler D, Davidson G, Jacobson R J. Laboratory and glasshouse evaluation of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on tomato, *Lycopersicon esculentum* [J]. Biocontrol Science and Technology, 2005, 15(1): 37-54.
- [ 11 ] Brooks A, Wall R. Horizontal transmission of fungal infection by *Metarhizium anisopliae* in parasitic *Psoroptes mites* (Acari: Psoroptidae) [J]. Biological Control, 2005, 34(1): 58-65.
- [ 12 ] Kirkland B H, Cho E M, Keyhani N O. Differential susceptibility of *Amblyomma maculatum* and *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) to the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* [J]. Biological Control, 2004, 31(3): 414-421.
- [ 13 ] Pirali-Kheirabadi K, Haddadzadeh H, Razzaghi-Abyaneh M, et al. Biological control of *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* by different strains of *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium psalliotae* fungi [J]. Parasitology Research, 2007, 100(6): 1297-1302.
- [ 14 ] Alonso-Diaz M A, Garcia L, Galindo-Velasco E, et al. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycetes) for the control of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on naturally infested cattle in the Mexican tropics [J]. Veterinary Parasitology, 2007, 147(3/4): 336-340.
- [ 15 ] 李增智, 程双龙, 鲁绪祥. 绿僵菌、黄僵菌对松毛虫的室内杀虫及固体生产试验初报[J]. 安徽农学院学报, 1985(2): 85-90.
- [ 16 ] 宋漳, 景云, 蔡和谦, 等. 应用绿僵菌防治马尾松毛虫初探[J]. 福建林学院学报, 1997, 17(2): 107-109.
- [ 17 ] 叶斌, 江英成, 林文清, 等. 金龟子绿僵菌对马尾松林节肢动物群落多样性的影响[J]. 福建农林大学学报, 2005, 34(2): 239-243.
- [ 18 ] 陈祝安, 黄基荣. 不同来源绿僵菌对云斑金龟蛴致病菌力评价[J]. 微生物学通报, 1997, 24(2): 81-83.
- [ 19 ] 单乐天, 冯明光. 不同寄主及地理来源的 16 株绿僵菌对桃蚜的毒力比较[J]. 微生物学通报, 2006, 46(4): 602-607.
- [ 20 ] 王滨, 樊美珍, 李增智. 真菌杀虫剂剂型的研究与应用[J]. 农药快讯, 2003, 30(2): 19-20.

责任编辑: 郎婧