

王 丹,王茹丹,姜 静,等. 红光预照射对紫花苜蓿幼苗 UV-B 抗性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(16):179-183.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.16.040

# 红光预照射对紫花苜蓿幼苗 UV-B 抗性的影响

王 丹,王茹丹,姜 静,王 静,李景原,王太霞

(河南师范大学生命科学学院,河南新乡 453007)

**摘要:**为探讨红光预照射对植物 UV-B 抗性的影响,以紫花苜蓿为材料,以日光灯为对照,设置 UV-B、RL-UV、RL-DRL-UV 3 种处理。结果表明,与对照相比,UV-B 辐照对紫花苜蓿的光合特性和光合色素都有一定的抑制作用,并使紫外吸收物质含量增加,抗氧化酶(SOD、CAT)活性升高;在 UV-B 辐照之前增加红光(RL)预辐照处理,紫花苜蓿的光合特性和光合色素含量均有所升高,紫外吸收物质的含量降低,抗氧化酶的活性升高,说明红光预辐射能够缓解 UV-B 辐照对紫花苜蓿造成的损伤,增强其对 UV-B 辐照的抗性;而进一步增加远红光的辐射处理后,红光对苜蓿幼苗的保护作用消失。

**关键词:**紫花苜蓿;UV-B 辐射;光合特性;抗氧化;SOD 活性;CAT 活性

**中图分类号:** Q945.78;S541<sup>+</sup>.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)16-0179-04

太阳光是地球能量的主要来源,其中紫外线(ultraviolet)根据波长的不同可以分为 UV-A(315~400 nm),UV-B(280~315 nm)和 UV-C(100~280 nm)<sup>[1]</sup>。UV-A 很少被空气中的臭氧层吸收,但是辐射作用非常小,一般无杀伤力;UV-B 大部分可以被臭氧层吸收,有约 10% 会到达地面,有研究表明它可以诱导植物产生一系列生理反应,影响植物的生长代谢<sup>[1]</sup>。而 UV-C 尽管对生物的辐射伤害非常大,但是却被臭氧层吸收而无法到达地面。近年来,环境污染导致臭氧层遭受到了严重的破坏,使得到达地球表面的紫外辐射有所增强,因此,探究植物对 UV-B 辐射的响应机制,寻求增强植物 UV-B 抗性的新途径已经成为一个研究热点。

UV-B 辐射可以诱导植物体内多种保护物质的产生,例如抗氧化酶、伴侣蛋白、类胡萝卜素和黄酮类等低分子抗氧化物,这些保护物质可以帮助植物抵抗 UV-B 辐射造成的伤害<sup>[2-4]</sup>。近年来人们发现植物对 UV-B 的防御系统不仅不能被 UV 辐射所激活,也可以被低剂量的处于蓝光和红光波段的可见光所激活<sup>[5-6]</sup>。Beggs 等对玉米的研究发现,持续的红光照射能大大增强由 UV-B 所诱导的花青素合成<sup>[7]</sup>。这是因为光敏色素能够调节花青素合成途径中的 2 个关键酶——苯丙氨酸解氨酶(PAL)<sup>[8]</sup>以及查尔酮合成酶(CHS)的活性<sup>[9]</sup>。范雅等利用红色 LED 灯处理绿豆,发现相较于自然光组,红色 LED 灯处理绿豆可以提高光合效率<sup>[10]</sup>。人们推测,红光对植物具有保护功能,使其免受 UV-B 辐射伤害,可能是红光诱导了光敏色素的产生,从而激发了受光敏色素直接

调节的酶活性,提高了生理生化代谢机能,促进植物初生代谢水平<sup>[11]</sup>。紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)别称紫苜蓿,由于其适应性广、产草量高,且富含蛋白质、维生素和矿物质等营养物质,被誉为“牧草之王”。我国苜蓿种植面积约  $3.77 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>,居各类人工草地之首<sup>[12]</sup>。因此,研究紫花苜蓿对环境的适应机制具有重要的农业价值。近年来,我国臭氧总量一直在下降,作为苜蓿的重要产区,如青藏高原,一方面其对全球气候变化敏感,其上空臭氧消耗更严重,全年维持低值<sup>[13]</sup>;另一方面,其气候稀薄,地势高,悬浮颗粒物少,到达地球表面的 UV-B 辐射较高<sup>[14-16]</sup>。因此,研究红光预照射对紫花苜蓿幼苗 UV-B 抗性的影响,旨在为探究紫花苜蓿 UV-B 逆境适应变化过程中的调控机制,也为提高苜蓿的产量和营养品质提供一定的参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与光源

本试验材料为紫花苜蓿,品种为金皇后,试验所用光源分为 UV-B(308 nm,0.35 W/m<sup>2</sup>)、红光(RL, $\lambda_{\max}$  = 664 nm,1.00 W/m<sup>2</sup>)、远红光(DRL, $\lambda_{\max}$  = 730 nm,1.5 W/m<sup>2</sup>),光照强度为 2 800 lx。试验时间为 2017 年 3—7 月,试验地点为河南师范大学生命科学学院植物组实验培养间。

### 1.2 试验设计

以室内正常生长 4 周时间的紫花苜蓿幼苗为试验材料,将其分为 4 组,进行不同的光照处理:以日光灯辐照作对照(CK),UV-B 组紫外辐射处理 2 h;RL-UV 组先进行 10 min 红光预辐射,再紫外处理 2 h;RL-DRL-UV 组先进行 10 min 红光预辐射,再进行 10 min 远红光预辐射,然后紫外处理 2 h。处理完毕后,将苜蓿置于黑暗环境中 0.5 h 后测定各项指标。不同光照处理的紫花苜蓿见图 1。

### 1.3 测定指标及方法

**1.3.1 光合作用参数的测定** 光合作用速率、气孔导度、胞间 CO<sub>2</sub> 浓度和蒸腾速率参数选用 LI-6400XT 光合仪(LI-COR)在实验室随机选取 5 株紫花苜蓿直接活体测定。测定

收稿日期:2018-04-04

基金项目:国家自然科学基金(编号:31270225、U1504316);河南省教育厅项目(编号:15A180015);河南省高校重点项目(编号:16A180045);河南师范大学青年科学基金(编号:2014QK19、2015QK16)。

作者简介:王 丹(1981—),女,河南南阳人,博士,讲师,主要从事植物发育及分子生物学研究。E-mail:wangdanlx@126.com。

通信作者:王太霞,博士,教授,主要从事药用植物学研究。E-mail:1273739598@qq.com。



a为日光灯辐照；b为红光预辐照；c为UV-B辐照

图1 不同光照处理的紫花苜蓿

时间为 15:00—17:00。

1.3.2 叶绿素和类胡萝卜素含量测定 使用分光光度法<sup>[17]</sup>,紫外吸收物质含量测定采用 1% 盐酸-甲醇法;超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑法;过氧化氢酶(CAT)活性测定采用过氧化氢法<sup>[18]</sup>。

1.4 数据处理

试验所有指标均重复测定 3 次,光合特性指标重复 5 次。使用 Microsoft Excel 2010 和 GraphPad Prism 6 软件进行数据录入、计算以及图表绘制。用 SPSS 14.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理下紫花苜蓿的光合特性参数

由表 1 可知,与对照相比,UV-B、RL-UV、RL-DRL-UV 3 组辐照处理中,紫花苜蓿的光合速率均出现了极显著下降,分别是 0.53、2.95、0.37  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,较对照分别下降了 93.09%、61.54%、95.18%,光合速率排序依次为 CK >

RL-UV > UV-B > RL-DRL-UV。与对照相比,UV-B、RL-UV、RL-DRL-UV 3 组辐照处理中,紫花苜蓿的气孔导度均出现了极显著下降,分别是 54.94、47.06、69.66  $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,较对照分别下降了 31.48%、41.31%、13.12%,气孔导度排序依次为 CK > RL-UV > UV-B > RL-DRL-UV。与对照相比,UV-B、RL-UV、RL-DRL-UV 3 组辐照处理中,紫花苜蓿的胞间  $\text{CO}_2$  浓度均出现了极显著上升,分别是 366.53、376.52、273.16  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ,较对照分别上升了 75.19%、79.96%、30.56%,胞间  $\text{CO}_2$  浓度排序依次为 RL-UV > UV-B > RL-DRL-UV > CK。与对照相比,UV-B、RL-UV、RL-DRL-UV 3 组辐照处理中,紫花苜蓿的蒸腾速率均出现了极显著下降,分别是 1.44、1.86、1.28  $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ,蒸腾速率排序依次为 CK > RL-UV > UV-B > RL-DRL-UV。这说明 UV-B 辐照会导致苜蓿光合特性降低,经过红光预辐照处理可以减缓 UV-B 对苜蓿的光合伤害,增加苜蓿对 UV-B 辐照的抗性,而远红光辐照处理可以抵消掉红光的作用。

表 1 不同处理对紫花苜蓿光合特性的影响

指标	光合速率 [ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	气孔导度 [ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]	胞间 $\text{CO}_2$ 浓度 ( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ )	蒸腾速率 [ $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]
CK	7.67 ± 0.36	80.18 ± 4.21	209.22 ± 23.46	2.13 ± 0.16
UV-B	0.53 ± 0.18 **	54.94 ± 4.91 **	366.53 ± 14.80 **	1.44 ± 0.15 **
RL-UV	2.95 ± 0.30 **	47.06 ± 3.08 **	376.52 ± 4.16 **	1.86 ± 0.13 **
RL-DRL-UV	0.37 ± 0.13 **	69.66 ± 4.17 **	273.16 ± 16.62 **	1.28 ± 0.11 **

注: \*\* 表示不同处理间差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

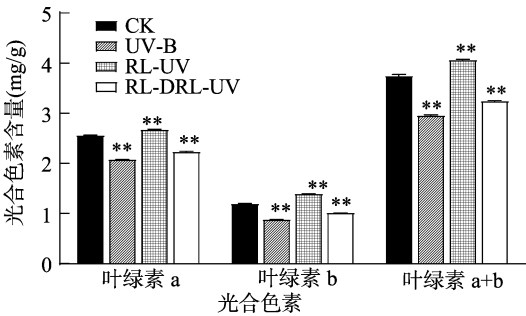
2.2 不同处理下紫花苜蓿光合色素的含量对比

由图 2 可知,与对照相比,UV-B、RL-DRL-UV 2 组辐照处理中,紫花苜蓿的叶绿素 a 含量分别下降了 18.83%、12.68%,差异均达到极显著水平 ( $P < 0.01$ );叶绿素 b 含量分别下降了 26.21%、15.51%,差异均达到极显著水平 ( $P < 0.01$ );叶绿素 a 与叶绿素 b 的总含量分别下降了 21.17%、13.43%,差异均达到极显著水平 ( $P < 0.01$ )。RL-UV 处理后,与对照相比,叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a 与叶绿素 b 总含量分别增加了 4.5%、16.9%、8.47%,差异达极显著水平 ( $P < 0.01$ )。说明红光预照射后可以缓解由于 UV-B 辐照造成的叶绿素含量下降,远红光处理后,这种保护作用消失。

由图 3 可知,与对照相比,UV-B、RL-UV、RL-DRL-UV 3 组辐照处理中,紫花苜蓿的类胡萝卜素含量均出现了极显著下降,分别下降了 6.38%、5.68%、5.92%。类胡萝卜素含量排序依次为 CK > RL-UV > RL-DRL-UV > UV-B,说明红光可以在一定程度上缓解 UV-B 对苜蓿幼苗中类胡萝卜素含量的影响。

2.3 不同处理下紫花苜蓿紫外吸收物质的含量对比

由图 4 可以看出,与对照相比,UV-B、RL-UV 组的总



\*\*表示不同处理间差异极显著 ( $P < 0.01$ )。下同  
图2 不同辐射处理对紫花苜蓿光合色素含量的影响

酚含量都极显著增加,均为 0.21  $\text{mg}/\text{g}$ ,均增加了 5.2%;RL-DRL-UV 组的总酚含量与对照相比极显著降低,为 0.19  $\text{mg}/\text{g}$ ,下降了 5.5%。总酚含量排序依次为 UV-B = RL-UV > CK > RL-DRL-UV。这说明 UV-B 可以提高总酚含量,红光预处理可以缓解总酚含量的上升。

由图 5 可以看出,与对照相比,UV-B、RL-UV 组的类黄酮含量都极显著增加,分别增加了 6.66%、6.11%;RL-DRL-UV 组的类黄酮含量与对照相比下降了 5.43%,差异

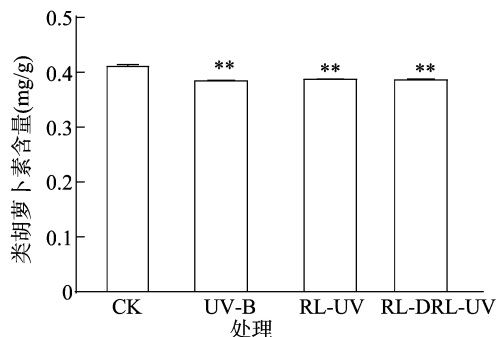


图3 不同辐射处理对紫花苜蓿类胡萝卜素含量的影响

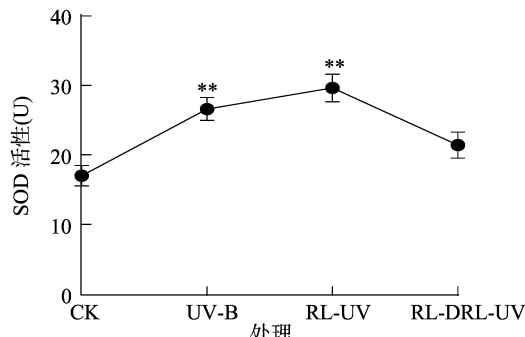


图6 不同辐射处理对紫花苜蓿 SOD 活性的影响

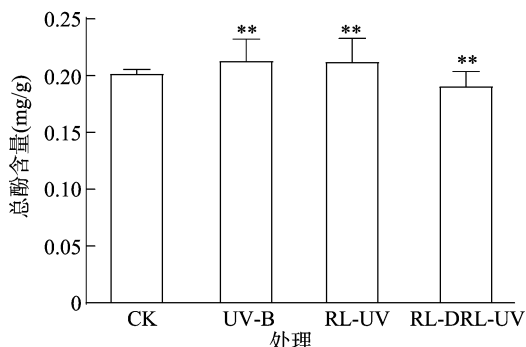


图4 不同辐射处理对紫花苜蓿总酚含量的影响

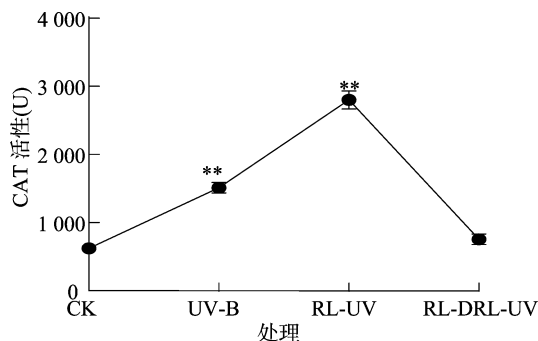


图7 不同辐射处理对紫花苜蓿 CAT 酶活性的影响

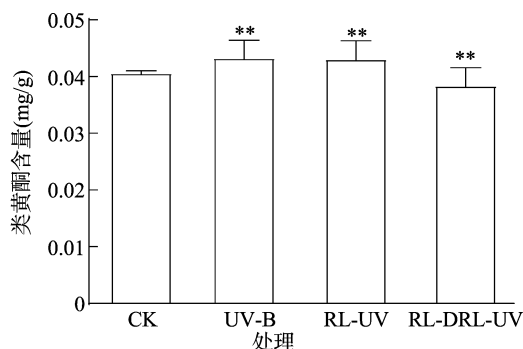


图5 不同辐射处理对紫花苜蓿类黄酮含量的影响

### 3 讨论

#### 3.1 红光预照射对苜蓿幼苗光合特性、光合色素的影响

植物的光合作用是其与环境长期进化的结果,能够适应环境,对植物生长发育具有十分重要的作用。光合色素在光合作用中具有捕捉、传递、利用光能的特点,与光合作用有着紧密关系。本研究中,与对照相比 UV-B 辐射导致紫花苜蓿光合特性和光合色素含量显著下降,而短期红光预辐射的光合速率,叶绿素、类胡萝卜素含量,总酚和类黄酮含量均介于对照组和 UV-B 处理组。这表明红光预辐射对植物具有一定的保护作用,能够减少 UV-B 辐射对紫花苜蓿的伤害。Biswal 等在研究 UV-B 对豇豆子叶中光合作用机制活性的影响时,发现了短期红光( $\lambda_{\max}=612\text{ nm}$ )对植物的保护效应,并假定是由于诱导了 PhyB 机制的形成;使用红光预辐射处理,则 PhyB 活性增大,进而提高植物抗 UV-B 辐射胁迫的能力<sup>[19]</sup>。本研究中,红光预辐射能够抑制苜蓿幼苗的光合特性和光合色素的下降,增强植物对 UV-B 辐射的抗性可能是由于光敏色素 B 参与维持叶片老化期间叶绿素水平和叶绿体结构的完整。

#### 3.2 红光预照射对 UV-B 辐射下紫花苜蓿紫外吸收物质含量的影响

UV-B 吸收物质通常是指在生物合成生命非必需物质并储存次生代谢产物过程中合成的部分非光合色素,它们可以保护叶片内部的细胞免受 UV-B 辐射的伤害。苯酚、类黄酮和花青素具有较强的 UV-B 吸收能力,增加其含量可以保护植物免受光损伤<sup>[20]</sup>。唐丽等发现,UV-B 对植物生长有显著影响,尤其是抗氧化剂的影响,UV-B 的辐射提高了植物体内类黄酮、总酚、花青素的含量<sup>[21-22]</sup>,这与本研究结果一致。可能是在 UV-B 胁迫下,幼苗生成许多的紫外吸收物质,这样不仅可以减少进入到体内的 UV-B 的辐射净通量,而

达到极显著水平( $P<0.01$ )。类黄酮含量排序依次为 UV-B > RL-UV > CK > RL-DRL-UV。这说明 UV-B 辐照处理可以提高苜蓿幼苗中的类黄酮含量,红光预处理可以抑制类黄酮含量的上升。

#### 2.4 不同处理对紫花苜蓿 SOD、CAT 活性的影响

由图 6 可知,与对照相比,UV-B、RL-UV 组的 SOD 活性都极显著增加,分别增加了 56.12%、73.71%;RL-DRL-UV 组的 SOD 活性与对照相比仅升高了 25.85%。紫花苜蓿 SOD 的活性排序依次为 RL-UV > UV-B > RL-DRL-UV > CK。这说明 UV-B 可以提高 SOD 活性,红光预处理可以增加 SOD 活性的上升,远红光可以抑制红光对 SOD 活性的影响。

由图 7 可知,与对照相比,UV-B、RL-UV 组的 CAT 活性都极显著增加,分别增加了 142.86%、350.00%;RL-DRL-UV 组的 CAT 活性与对照相比仅升高了 21.43%。紫花苜蓿 CAT 活性排序依次为 RL-UV > UV-B > RL-DRL-UV > CK。这说明 UV-B 可以提高 CAT 活性,红光预处理可以加快 CAT 活性的上升,远红光处理可以抑制红光对 CAT 活性的影响。

且也可以清除体内更多的多余自由基。朱新军发现,红光、激光分别与 UV-B 复合作用处理大豆,紫外吸收物质较单独 UV-B 处理低,而且发现单独红光、激光处理会使紫外吸收物质增加,猜测可能是由于激光能提高紫外吸收物合成酶的活性,从而增强植物防护能力<sup>[11]</sup>。本研究发现,UV-B 辐射处理能够显著诱导紫花苜蓿体内总酚、类黄酮和花青素的合成,这与唐丽等的结果<sup>[21]</sup>一致,而在进行红光预辐射后紫外吸收物质的含量有所下降,若继续增加远红光的预辐射,则会显著降低紫外吸收物质的合成。这说明,红光可以减弱由 UV-B 辐照所引起的类黄酮物质含量的升高,也就是说红光在一定程度上激发了苜蓿的自我保护机制,从而抑制了 UV-B 对苜蓿的影响。笔者猜测,红光一方面通过控制类黄酮的生成量同时参加 ROS 清除过程减轻 UV-B 对苜蓿的损害;另一方面红光会提高 UV-B 吸收物合成酶的活性。

### 3.3 红光预照射对 UV-B 辐射下紫花苜蓿氧化酶活性的影响

植物在受到 UV-B 辐射后,会产生大量有毒害作用的活性氧和自由基,而植物体内存在着抗氧化酶系统,这些抗氧化酶的协同作用使自由基保持在低水平,避免膜损伤,从而达到保护细胞的目的<sup>[23]</sup>。本研究发现,UV-B 辐射处理后,苜蓿叶中光合速率、气孔导度、蒸腾速率的减少伴随着 SOD 和 CAT 活性的增加,这与前人研究结果一致;用红光预辐射叶片后再照射 UV-B,其 SOD 和 CAT 的活性比单独照射 UV-B 时更强,若在红光的预辐射后再增加远红光处理,则会部分消除红光对 SOD 和 CAT 活性的有益影响。有研究证实,在 UV-B 辐照的初始阶段,可能诱导 SOD 和 CAT 活性有所增加<sup>[24]</sup>。研究表明,在用增强 UV-B 处理芒果叶片时发现,在一定时间段内会导致成年叶片 SOD、CAT、POD 活性升高,并引起维生素 C 和还原型谷胱甘肽(GSH)的积累<sup>[25]</sup>。但是,Hui 等发现高强度的 UV-B 辐射显著降低叶绿素荧光参数、叶绿素和类胡萝卜素含量和抗氧化酶活性<sup>[26]</sup>,这可能是由于强度过高,对细胞膜造成了伤害。朱新军预先用红光处理,然后 UV-B 辐射,发现植物 SOD 活性没有显著性差异<sup>[11]</sup>。但是有研究者发现,底物特别是酚类物质的强化合成,可以通过 UV 辐射和红光辐射来提高过氧化物酶活性<sup>[27]</sup>。也有研究发现植物体内的抗氧化酶在红光的照射下会被激活,但是该机制在许多方面还不清楚<sup>[5]</sup>。

有研究在莴苣种子萌发时,发现红光辐射后对种子萌发具有促进作用,随后远红光辐射处理后抑制莴苣种子萌发,造成对红光效应的逆转,为红光-远红光逆转效应,推测可能是存在一个能发生光逆转的光受体,或者相互拮抗的光受体<sup>[28-30]</sup>。有研究发现红光可以显著抑制黄绿豆下胚轴切割段的伸长,而远红光部分反转红光<sup>[31]</sup>。也有研究报道 PhyB 能够在远红光辐照下显著地促进拟南芥的黄化,这刚好与红光辐射后的效果相反<sup>[32]</sup>。本研究发现,红光能够对苜蓿的 UV-B 辐射起到一定的保护作用,远红光辐射后这种保护作用消失,再次印证了红光-远红光逆转效应。

### 参考文献:

[1] 陈慧泽,韩 榕. 植物响应 UV-B 辐射的研究进展[J]. 植物学报,2015,50(6):790-801.

- [2] Strid Å, Chow W S, Anderson J M. UV-B damage and protection at the molecular level in plants[J]. *Photosynthesis Research*, 1994, 39(3):475-489.
- [3] Hader D P, Kumar H D, Smith R C, et al. Aquatic ecosystems: effects of solar ultraviolet radiation and interactions with other climatic change factors[J]. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 2003, 2(1):39-50.
- [4] Bandurska H, Niedziela J, Chadzinikolau T. Separate and combined responses to water deficit and UV-B radiation[J]. *Plant Science*, 2013, 213(4):98-105.
- [5] Kreslavskii V D, Khristin M S, Shabnova N I, et al. Preillumination of excised spinach leaves with red light increases resistance of photosynthetic apparatus to UV radiation[J]. *Russian Journal of Plant Physiology*, 2012, 59(6):717-723.
- [6] Sicora C, Máté Z, Vass I. The interaction of visible and UV-B light during photodamage and repair of Photosystem II[J]. *Photosynthesis Research*, 2003, 75(2):127-137.
- [7] Beggs C J, Wellmann E. Isoflavonoid formation as an indicator of UV stress in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) leaves: the significance of photorepair in assessing potential damage by increased solar UV-B radiation[J]. *Plant Physiology*, 1985, 79(3):630-634.
- [8] Alokam S, Li Y, Li W, et al. Photoregulation of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and chalcone synthase (CHS) in the accumulation of anthocyanin in alpine and prairie ecotypes of *Stellaria longipes* under varied R/FR[J]. *Physiologia Plantarum*, 2002, 116(4):531-538.
- [9] Brödenfeldt R, Mohr H. Time courses for phytochrome-induced enzyme levels in phenylpropanoid metabolism (phenylalanine ammonia-lyase, naringenin-chalcone synthase) compared with time courses for phytochrome-mediated end-product accumulation (anthocyanin, quercetin)[J]. *Planta*, 1988, 176(3):383-390.
- [10] 范 雅, 蔡红星, 李 霜. 不同波长单色光对绿豆幼苗生长发育的影响[J]. 长春理工大学学报(自然科学版), 2013(增刊2):128-130.
- [11] 朱新军. 激光对大豆 UV-B 辐射损伤防护效应及光效应的研究[D]. 西安:西北大学, 2006.
- [12] 杨青川, 康俊梅, 张铁军, 等. 苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J]. 科学通报, 2016(2):261-270.
- [13] 王 颖. 青藏高原六种一年生植物对 UV-B 辐射的响应[D]. 兰州:兰州大学, 2006.
- [14] 师生波, 尚艳霞, 朱鹏锦, 等. 短期 UV-B 辐射对青藏高原美丽风毛菊 PS II 光化学效率的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(5):1147-1154.
- [15] 师生波, 尚艳霞, 朱鹏锦, 等. 青藏高原强 UV-B 辐射对美丽风毛菊光合作用和色素含量的影响[J]. 应用生态学报, 2011, 22(1):53-60.
- [16] Jwmvande S, Bolink E, Rozema J, et al. The impact of elevated UV-B (280~320 nm) radiation levels on the reproduction biology of a highland and a lowland population of *Silene vulgaris*[J]. *Plant Ecology*, 1997, 128(1/2):173-179.
- [17] 刘 萍, 吕保鹤, 卢 芳, 等. 叶面喷施磷酸二氢钾对菊花蕾期叶片生理生化指标的影响[J]. 湖北农业科学, 2016(1):124-127, 133.
- [18] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2007:120-125.

杜改梅,胡志华,韩正强,等. 中药添加剂对高脂饮食小鼠脂肪沉积的调控作用[J]. 江苏农业科学,2019,47(16):183-185.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.16.041

# 中药添加剂对高脂饮食小鼠脂肪沉积的调控作用

杜改梅,胡志华,韩正强,张玉红,晏文梅,方光远,蒋加进

(金陵科技学院动物科学与技术学院,江苏南京 210038)

**摘要:**旨在探讨中药添加剂对高脂饮食小鼠脂肪沉积的影响。将 30 只健康雄性昆明小鼠随机分为 3 组:对照组、高脂饮食组(HF)和高脂饮食+中药组(HC),采用高脂饲料喂养的方法建立肥胖小鼠模型,并通过持续给药观察中药添加剂对肥胖小鼠脂肪沉积的影响。试验期为 6 周,试验结束后处死小鼠,测量小鼠体质量、体脂含量和肝脏质量。结果表明,2 周时 HF 组和 FC 组小鼠的体质量显著高于对照组,5 周时 FC 组小鼠的体质量出现下降,并与对照组相比差异不显著;6 周时,FC 组小鼠的肾周脂肪和肠系膜脂肪含量均显著低于 HF 组,而与对照组相比差异不显著;肝脏指数没有组间差异性。由结果可知,中药添加剂有效降低了高脂饮食小鼠的脂肪沉积量。

**关键词:**中药添加剂;肥胖;小鼠;脂肪沉积;高脂饮食

**中图分类号:** S858.91;S853.7

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2019)16-0183-03

目前,随着人们对膳食结构要求和保健意识的逐渐提高,消费者对肉品质有了更高的要求。大量动物脂肪的形成不仅影响饲料的利用率,降低动物肉品质,还会对消费者的健康造成严重的危害。随着人们生活水平的不断提高,肉蛋奶的食用量日剧增加,过多脂肪的摄入是导致人类肥胖症和心血管疾病发病率逐年上升的重要因素。肥胖人群是脂肪肝、糖尿病、高血脂、心脑血管疾病的高危人群,脂肪不仅对人体健康具有致病性,还具有致死性<sup>[1-3]</sup>。因此,如何降低体脂含量、促进脂肪的分解已成为目前研究人员和消费者共同关注

的热点,也是降低高脂血症的方法之一。近年来,在临床上控制动物脂肪沉积的方法有诸多报道,但多以抗生素和应用激素等药物为主,虽然疗效确切,但作用途径单一,并且大量抗生素的残留对人体造成了大量不良影响<sup>[4-7]</sup>。中兽药理论在调控脂肪沉积方面能够通过多途径和多靶点的优势发挥广泛作用,效果较好,天然,毒副作用小,容易得到消费者的接受。本研究旨在探讨中药添加剂对高脂饮食小鼠体脂沉积的调节作用,为研究开发具有确切降脂作用的中药添加剂提供有效的理论支撑和科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

健康雄性昆明小白鼠 30 只,28 日龄,体质量为 19~22 g。

收稿日期:2018-06-10

基金项目:江苏高校“青蓝工程”项目。

作者简介:杜改梅(1976—),女,山西朔州人,博士,教授,主要从事中兽医学、营养和消化生理方面的研究。E-mail: dgm12@souhu.com。

[19] Biswal U C, Biswal B, Raval M K. Chloroplast biogenesis[M]. The Netherlands: kluwer academic publisher, 2003.

[20] Tsurunaga Y, Takahashi T, Katsube T, et al. Effects of UV-B irradiation on the levels of anthocyanin, rutin and radical scavenging activity of buckwheat sprouts[J]. Food Chemistry, 2013, 141(1): 552-556.

[21] 唐丽, 鲁燕舞, 崔瑾. 光质对苜蓿芽菜营养品质和抗氧化特性的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(13): 32-36.

[22] 王静, 冯娜娜, 王丹, 等. UV-B 辐射对紫花苜蓿幼苗品质和抗氧化性的影响[J]. 食品科技, 2016(6): 56-60.

[23] 马彦军, 曹致中, 李毅. PEG 胁迫对尖叶胡枝子幼苗 SOD 和 POD 同工酶的影响[J]. 草原与草坪, 2010, 30(1): 64-67.

[24] 李丽霞, 赵妍, 周斌, 等. UV-B 辐射对大型海藻鼠尾藻抗氧化酶活性及同工酶谱的影响[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2009, 39(6): 1246-1250.

[25] 刘鹏. 芒果幼树叶片在增强 UV-B 辐射处理下的损伤和保护反应[D]. 海口: 海南大学, 2010.

[26] Hui R, Li X R, Zhao R M, et al. UV-B radiation suppresses chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigment and antioxidant

systems of two key species in soil crusts from the Tengger Desert, China[J]. Journal of Arid Environments, 2015, 113: 6-15.

[27] Kreslavski V D, Lyubimov V Y, Shabnova N I, et al. Growth in the UV-A irradiation resistance of the photosynthetic apparatus of lettuce seedlings as a result of activation of phytochrome B[J]. Russian Agricultural Sciences, 2014, 40(2): 100-103.

[28] 王三根. 植物的光敏色素及其它[J]. 生命的化学: 中国生物化学会通讯, 1987(5): 27-29.

[29] Borthwick H A, Hendricks S B, Parker M W. The reaction controlling floral initiation[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1952, 38(11): 929-934.

[30] Borthwick H A, Hendricks S B, Parker M W, et al. A reversible photoreaction controlling seed germination[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1952, 38(8): 662-666.

[31] 王小菁, 潘瑞炽. 红光、远红光、钙及 IAA 对绿豆下胚轴切段伸长的影响[J]. 植物生理学报, 1990(5): 13-16.

[32] 郑旭. 远红光下光敏色素 B 通过调节 COP1 和 SPA1 的核活性来抑制拟南芥光形态建成[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.