

引用格式:

刘飘, 黄科文, 代京桐, 李睿, 王江月, 程琪, 王雨熙, 廖明安, 林立金. 施用多裂翅果菊秸秆对葡萄幼苗生长及硒富集的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(1): 35-39.

LIU P, HUANG K W, DAI J T, LI R, WANG J Y, CHENG Q, WANG Y X, LIAO M A, LIN L J. Effects of applying *Pterocypsela laciniata* straw on growth and selenium accumulation of grape seedlings[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2021, 47(1): 35-39.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



施用多裂翅果菊秸秆对葡萄幼苗生长及硒富集的影响

刘飘¹, 黄科文¹, 代京桐¹, 李睿¹, 王江月¹, 程琪¹, 王雨熙¹, 廖明安¹, 林立金^{2*}

(1.四川农业大学园艺学院, 四川 成都 611130; 2.四川农业大学果蔬研究所, 四川 成都 611130)

摘要: 采用盆栽试验, 研究施用多裂翅果菊秸秆对葡萄幼苗生长及硒富集的影响。结果表明, 施用多裂翅果菊不同部位秸秆均降低了葡萄幼苗根系、茎秆和叶片的生物量, 也降低了葡萄幼苗的光合色素(叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素)含量, 其中, 施用多裂翅果菊叶片秸秆的葡萄根系、茎秆和叶片的生物量分别较不施用秸秆对照降低了 29.76%、22.50% 和 22.33%; 施用多裂翅果菊不同部位秸秆均提高了葡萄幼苗超氧化物歧化酶活性, 但对丙二醛含量的影响不显著, 施用茎秆和叶片秸秆降低了过氧化物酶和过氧化氢酶活性; 施用多裂翅果菊不同部位秸秆均提高了葡萄幼苗根系、茎秆和叶片的硒含量, 其中, 施用叶片秸秆葡萄幼苗根系、茎秆和叶片的硒含量分别较对照提高了 11.66%、22.99% 和 23.35%。施用多裂翅果菊不同部位秸秆抑制了葡萄幼苗的生长, 但促进了葡萄幼苗对硒的吸收与积累。

关键词: 多裂翅果菊; 秸秆; 葡萄; 生长; 硒

中图分类号: S663.1; S318

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2021)01-0035-05

Effects of applying *Pterocypsela laciniata* straw on growth and selenium accumulation of grape seedlings

LIU Piao¹, HUANG Kewen¹, DAI Jingtong¹, LI Rui¹, WANG Jiangyue¹,
CHENG Qi¹, WANG Yuxi¹, LIAO Ming'an¹, LIN Lijin^{2*}

(1.College of Horticulture, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130, China; 2.Institute of Pomology and Olericulture, Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130, China)

Abstract: The pot experiment was conducted to study the effects of applying *Pterocypsela laciniata*(*P. laciniata*) straw on growth and selenium accumulation of grape seedlings. The results showed that the application of the different parts of *P. laciniata* straw in the soil decreased the root, stem and leaf biomass of grape seedlings, and also decreased the photosynthetic pigments (chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids) contents in grape seedlings. Among them, the application of leaf straw of *P. laciniata* decreased the root, stem and leaf biomass of grape seedlings by 29.76%, 22.50% and 22.33%, respectively, compared with the control. Application of the different parts of *P. laciniata* straw enhanced the activity of superoxide dismutase in grape seedlings, but had no significant effect on the content of malondialdehyde, and the stems and the leaves of *P. laciniata* straw applied alone reduced the activities of peroxidase and catalase. The different parts of *P. laciniata* straw application increased the selenium contents in the roots, stems and leaves of grape seedlings, and the leaf straw of *P. laciniata* application increased the selenium contents in the roots, stems and leaves of

收稿日期: 2019-07-24

修回日期: 2020-12-08

基金项目: 四川省教育厅项目(17ZB0342)

作者简介: 刘飘(1995—), 女, 四川彭州人, 硕士研究生, 主要从事果树生理生态及栽培研究, 907633528@qq.com; *通信作者, 林立金, 博士, 副教授, 主要从事果树生理生态及栽培研究, lij800924@qq.com

grape seedlings by 11.66%, 22.99% and 23.35%, respectively, compared with the control. Therefore, applying the different parts of *P. laciniata* straw in the soil could inhibit the growth of grape seedlings, but promote the absorption and accumulation of selenium in grape seedlings.

Keywords: *Pterocypsela laciniata*; straw; grape; growth; selenium

中国是典型的缺硒国家,约有72%的县级行政区域存在严重缺硒或低硒的情况^[1]。聂继云等^[2]调查了中国6种主要落叶果树的硒含量及膳食暴露情况,发现主栽果品的硒含量普遍较低,与杨龙彪等^[3]对市场上24个水果品种的研究结果相似,这些都表明中国富硒果树资源较为匮乏。通过适宜的农艺措施来增强果树的富硒能力,提高果品的附加价值,扩充生物硒库具有十分重要的现实意义。有研究^[4]表明,葡萄在硒的作用下可表现出良好的生理效应。提高葡萄对硒的吸收不仅有利于生物硒含量的提升,还能有效改善果实品质,被认为是一种提高葡萄商品性的有效途径。鉴于此,笔者将富硒能力较强的植物多裂翅果菊(*Pterocypsela laciniata*)^[5]秸秆施用于土壤中,研究多裂翅果菊不同部位秸秆还田对葡萄硒富集特性的影响,以期筛选出既能促进葡萄生长,又能提高其硒含量的栽培模式,为富硒葡萄栽培提供参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

2018年12月,于四川农业大学崇州科研示范基地收集1年生‘夏黑’扦插苗,采取沙藏法保存。2019年2月,取葡萄扦插苗,剪截,使扦插苗株高约15 cm,并保留1个芽眼饱满的冬芽,芽上端1.5 cm处平剪,下端45°斜剪,扦插于沙与珍珠岩质量比为6:4的穴盘中,置于25℃温室育苗,保持田间持水量为40%。待葡萄幼苗长出新根后,移栽至无污染沙土中备用。

2019年4月,于四川农业大学成都校区周围农田收集多裂翅果菊秸秆,拆分成根系、茎秆、叶片后洗净,并用去离子水冲洗3次,于110℃杀青15 min,80℃条件下烘干至恒重,剪至1 cm左右保存,备用。

供试土壤取自四川农业大学成都校区周围农田,基本理化性质为:pH值7.09,全氮1.50 g/kg,全磷0.76 g/kg,全钾18.02 g/kg,碱解氮94.82

mg/kg,速效磷6.30 mg/kg,速效钾149.59 mg/kg^[6]。供试土壤自然风干后碾碎,称取3.0 kg细土,装于18 cm×15 cm(高×直径)的塑料盆内,加入Na₂SeO₃溶液,使土壤硒质量浓度为10 mg/kg。保持土壤田间持水量的80%,自然放置平衡4周,不定期翻土混合,使土壤充分混合均匀。

1.2 试验设计

2019年4月,将多裂翅果菊各部位秸秆分别施入含硒土壤,每盆6 g,与土壤充分混匀,浇水保持土壤湿润,平衡1周。5月,选取长势一致的葡萄幼苗移栽。试验设不施用秸秆(T0)、施用多裂翅果菊根系秸秆(T1)、施用多裂翅果菊茎秆秸秆(T2)和施用多裂翅果菊叶片秸秆(T3)等4个处理,每盆种植葡萄幼苗3株,每个处理重复3次。在自然条件下,于四川农业大学成都校区避雨棚内栽培,盆与盆之间的距离为15 cm,完全随机摆放,不定期浇水,保持土壤田间持水量的80%。整个生长过程中不定期交换盆与盆的位置以减弱边际效应的影响,并及时去除杂草,防治病虫害。

1.3 测定项目

2019年7月,摘取葡萄幼苗顶部幼嫩叶片,测定超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性及丙二醛含量^[7]。选取从上往下第3或第4片功能叶,分别测定其叶绿素a、叶绿素b和类胡萝卜素含量^[7]。之后,收获葡萄幼苗和土壤并分别封装。将葡萄幼苗拆分成根系、茎秆和叶片,用自来水分别洗净后,再用去离子水反复冲洗,于110℃杀青15 min,80℃烘干至恒重,称重,粉碎。样品经硝酸-高氯酸消煮,定容后,采用氢化物原子荧光光谱法^[8]测定葡萄幼苗不同部位的硒含量。

1.4 数据处理

依据文献^[9],计算硒转运系数。采用SPSS 13.0统计软件,通过单向ANOVA和Duncan的多范围检验,在P=0.05置信水平下对试验结果进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 施用多裂翅果菊秸秆对葡萄幼苗生物量的影响

由表 1 可知,施用多裂翅果菊不同部位秸秆,降低了葡萄幼苗各部位的生物量。葡萄幼苗根系、

茎秆和叶片的生物量大小依次为 T0、T1、T2、T3。T3 的葡萄根系、茎秆和叶片生物量分别较对照降低了 29.76%、22.50% 和 22.33%。另外,施用多裂翅果菊不同部位秸秆均显著降低了葡萄幼苗的根冠比,其大小依次为 T0、T1、T3、T2。

表 1 施用多裂翅果菊秸秆的葡萄幼苗的单株生物量和根冠比

| 处理 | 单株生物量/g | | | 根冠比 |
|----|--------------|--------------|--------------|----------------|
| | 根系 | 茎秆 | 叶片 | |
| T0 | (2.05±0.08)a | (1.60±0.07)a | (4.30±0.11)a | (0.347±0.002)a |
| T1 | (1.86±0.06)b | (1.45±0.06)b | (4.22±0.11)a | (0.327±0.001)b |
| T2 | (1.48±0.04)c | (1.36±0.03)c | (3.81±0.10)b | (0.285±0.014)c |
| T3 | (1.44±0.02)c | (1.24±0.02)d | (3.34±0.06)c | (0.316±0.010)b |

同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.2 施用多裂翅果菊秸秆对葡萄幼苗光合色素含量的影响

由表 2 可知,施用多裂翅果菊不同部位秸秆使葡萄幼苗叶片的光合色素含量均显著低于对照。葡萄幼苗叶绿素 a 和叶绿素 b 含量的大小依次为 T0、

T1、T2、T3。T3 的葡萄幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜素含量分别较对照降低了 29.66%、33.49% 和 31.71%。葡萄幼苗叶绿素 a/叶绿素 b 的大小依次为 T1、T3、T0、T2。

表 2 施用多裂翅果菊秸秆的葡萄幼苗的光合色素含量

| 处理 | 光合色素含量/(mg·g ⁻¹) | | | 叶绿素 a/叶绿素 b |
|----|------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 叶绿素 a | 叶绿素 b | 类胡萝卜素 | |
| T0 | (1.389±0.009)a | (0.639±0.005)a | (0.205±0.005)a | (2.176±0.004)c |
| T1 | (1.225±0.023)b | (0.500±0.004)b | (0.165±0.005)c | (2.451±0.066)a |
| T2 | (0.992±0.019)c | (0.463±0.012)c | (0.180±0.004)b | (2.144±0.015)c |
| T3 | (0.977±0.016)c | (0.425±0.016)d | (0.140±0.006)e | (2.297±0.049)b |

同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.3 施用多裂翅果菊秸秆对葡萄幼苗的抗氧化酶活性及丙二醛含量的影响

由表 3 可知,施用多裂翅果菊不同部位秸秆提高了葡萄幼苗的 SOD 活性,其中 T1、T2 和 T3 分别较对照提高了 41.62%、10.71%、5.27%。葡萄幼苗的

POD 及 CAT 活性大小依次为 T1、T2、T3。T3 的葡萄幼苗 POD 及 CAT 活性分别较对照降低了 16.29% 和 8.11%。与对照相比,施用多裂翅果菊不同部位秸秆对葡萄幼苗丙二醛含量的影响均不显著。

表 3 施用多裂翅果菊秸秆的葡萄幼苗的抗氧化酶活性和丙二醛含量

| 处理 | SOD 活性/(U·g ⁻¹ ·min ⁻¹) | POD 活性/(U·g ⁻¹ ·min ⁻¹) | CAT 活性/(mg·g ⁻¹ ·min ⁻¹) | 丙二醛含量/(μmol·g ⁻¹) |
|----|--|--|---|-------------------------------|
| T0 | (113.9±2.23)c | (2714±32.5)a | (1.85±0.03)a | 2.35±0.42 |
| T1 | (161.3±4.06)a | (2715±63.6)a | (1.80±0.09)ab | 2.43±0.81 |
| T2 | (126.1±8.83)b | (2455±13.5)b | (1.76±0.05)b | 2.79±0.43 |
| T3 | (119.9±8.30)bc | (2272±43.8)c | (1.70±0.02)c | 2.88±0.13 |

同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

2.4 施用多裂翅果菊秸秆对葡萄幼苗硒含量和硒转运系数的影响

由表4可知,施用多裂翅果菊不同部位秸秆显著提高了葡萄幼苗各部位的硒含量。对葡萄幼苗各

部位的硒含量的影响大小依次为 T3、T2、T1、T0。T3 的葡萄幼苗根系、茎秆和叶片的硒含量分别较对照提高了 11.66%、22.99% 和 23.35%。T2 和 T3 显著提高了葡萄幼苗的硒转运系数, T1 的影响不显著。

表4 葡萄幼苗的硒含量和硒转运系数

Table 4 Selenium content and selenium translocation factor of grape seedlings

| 处理 | 硒含量/(mg·kg ⁻¹) | | | 硒转运系数 |
|----|----------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| | 根系 | 茎秆 | 叶片 | |
| T0 | (14.58±0.62)c | (3.48±0.06)c | (3.94±0.11)d | (0.262±0.018)b |
| T1 | (15.46±0.63)b | (3.66±0.12)b | (4.16±0.17)c | (0.261±0.021)b |
| T2 | (15.77±0.40)ab | (4.14±0.17)a | (4.47±0.13)b | (0.278±0.010)ab |
| T3 | (16.28±0.16)a | (4.28±0.11)a | (4.86±0.12)a | (0.289±0.001)a |

同列不同字母表示处理间差异显著($P<0.05$)。

3 讨论与结论

已有的研究^[10-11]表明,施用秸秆可以促进作物的生长,提高其光合色素含量和光合作用效率,同时也提高了土壤养分的利用率。但本试验结果表明,施用多裂翅果菊不同部位秸秆降低了葡萄幼苗各部位的生物量和光合色素含量,可能是盆栽条件下,葡萄幼苗的根系生长受到限制,施用的多裂翅果菊秸秆在腐烂过程中产生的有机酸等^[12]又抑制了葡萄幼苗的根系生长,从而造成葡萄幼苗的生物量和光合色素含量降低。

施用秸秆在一定程度上可以提高作物的抗氧化酶活性,进而促进作物的抗性^[13-14]。本研究结果表明,施用多裂翅果菊不同部位秸秆提高了葡萄幼苗的 SOD 活性;施用多裂翅果菊茎秆和叶片秸秆降低了葡萄幼苗的 POD 和 CAT 活性。这可能与多裂翅果菊产生的化感物质^[15]刺激不同的抗氧化酶活性有关。

植物体内硒含量的高低除了与自身吸收能力有关外,还与土壤中有效态硒含量有关^[16]。土壤有效态硒含量与土壤 pH 值有正相关关系^[17]。本试验结果表明,施用多裂翅果菊不同部位秸秆提高了葡萄幼苗根系、茎秆和叶片的硒含量,其中以多裂翅果菊叶片秸秆处理的最高。这说明多裂翅果菊腐烂后形成的有机质可能提高了土壤的 pH 值^[17],从而提高了土壤有效态硒含量,促进了葡萄幼苗对土壤硒的吸收。多裂翅果菊叶片秸秆的纤维素含量相对其茎秆和叶片的更低,腐熟更快,对土壤有效态硒含量的提高幅度更大,因而处理的葡萄幼苗硒含量最高。

综上,施用多裂翅果菊不同部位秸秆促进了葡萄幼苗对土壤硒的吸收和积累,但在一定程度上抑制了葡萄幼苗的生长,可能与秸秆腐烂过程中产生的有机酸有关。提示在实际应用中施用腐熟后的多裂翅果菊秸秆,既促进葡萄的生长,又增加对土壤硒的吸收和积累。

参考文献:

- [1] 孙国新,李媛,李刚,等.我国土壤低硒带的气候成因研究[J].生物技术进展,2017,7(5):387-394.
SUN G X, LI Y, LI G, et al. Climatic causes of the selenium-deficient soil belt in China[J]. Current Biotechnology, 2017, 7(5): 387-394.
- [2] 聂继云,匡立学,李志霞,等.中国主要落叶果树果实硒含量及其膳食暴露评估[J].中国农业科学,2015,48(15):3015-3026.
NIE J Y, KUANG L X, LI Z X, et al. Selenium content of main deciduous fruits from China and its dietary exposure assessment[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2015, 48(15): 3015-3026.
- [3] 杨龙彪,张燕,倪蓉,等.断续流动氢化物发生原子荧光光谱法测定水果中微量硒的研究[J].中国卫生检验杂志,2004,14(5):551-552.
YANG L B, ZHANG Y, NI R, et al. Detection of micro-volume selenium by atomic fluorescence spectroscopy using discontinuous flowing hydride generation in fruits[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2004, 14(5): 551-552.
- [4] 朱丽琴,魏钦平,许雪峰,等.葡萄对硒的吸收、分布和积累特性的初步研究[J].园艺学报,2007,34(2):325-328.
ZHU L Q, WEI Q P, XU X F, et al. Selenium absorption,

- distribution and accumulation in grapevine[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2007, 34(2): 325–328.
- [5] XU D D, WEI Y Z, GAO Y, et al. Study on selenium accumulation characteristics of *Pterocypsela laciniata*[J]. *IOP Conf Series: Earth and Environmental Science*, 2018, 199: 042025.
- [6] 黄佳璟, 林立金, 陈发波, 等. 混种鬼针草属植物对葡萄幼苗生长及镉积累的影响[J]. *四川农业大学学报*, 2018, 36(4): 481–487.
- HUANG J J, LIN L J, CHEN F B, et al. Effects of intercropping *Bidens L.* species on growth and cadmium accumulation of grape seedlings[J]. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 2018, 36(4): 481–487.
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- LI H S. *Plant Physiological and Biochemical Principles and Experimental Techniques*[M]. Beijing: Higher Education Press, 2000.
- [8] GB 5009.93—2017 食品中硒的测定[S].
- GB 5009.93—2017 National food safety standard determination of selenium in food[S].
- [9] RASTMANESH F, MOORE F, KESHAVARZI B. Speciation and phytoavailability of heavy metals in contaminated soils in Sarcheshmeh area, Kerman Province, Iran[J]. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2010, 85(5): 515–519.
- [10] 谢佳贵, 侯云鹏, 尹彩侠, 等. 施钾和秸秆还田对春玉米产量、养分吸收及土壤钾素平衡的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2014, 20(5): 1110–1118.
- XIE J G, HOU Y P, YIN C X, et al. Effect of potassium application and straw returning on spring maize yield, nutrient absorption and soil potassium balance[J]. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 2014, 20(5): 1110–1118.
- [11] 曲晶晶, 郑金伟, 郑聚锋, 等. 小麦秸秆生物质炭对水稻产量及晚稻氮素利用率的影响[J]. *生态与农村环境学报*, 2012, 28(3): 288–293.
- QU J J, ZHENG J W, ZHENG J F, et al. Effects of wheat-straw-based biochar on yield of rice and nitrogen use efficiency of late rice[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2012, 28(3): 288–293.
- [12] 赵蒙蒙, 姜曼, 周祚万. 几种农作物秸秆的成分分析[J]. *材料导报 B*, 2011, 25(8): 122–125.
- ZHAO M M, JIANG M, ZHOU Z W. The components analysis of several kinds of agricultural residues[J]. *Materials Review B*, 2011, 25(8): 122–125.
- [13] 谢双棋. 稻草还田的作用及应用[J]. *福建农业科技*, 2010, 1(2): 73–74.
- XIE S Q. The function and application of returning rice straw to the field[J]. *Fujian Agricultural Science and Technology*, 2010, 1(2): 73–74.
- [14] LIN L J, LIAO M A, REN Y J, et al. Effects of mulching tolerant plant straw on soil surface on growth and cadmium accumulation of *Galinsoga parviflora*[J]. *PLOS ONE*, e114957.
- [15] 李彩凤, 陈明, 马凤鸣, 等. 甜菜根系分泌物对大豆化感作用研究[J]. *东北农业大学学报*, 2016, 47(8): 21–30.
- LI C F, CHEN M, MA F M, et al. Study on allelopathy of sugar beet root exudates on soybean[J]. *Journal of Northeast Agricultural University*, 2016, 47(8): 21–30.
- [16] 梁东丽, 彭琴, 崔泽玮, 等. 土壤中硒的形态转化及其对有效性的影响研究进展[J]. *生物技术进展*, 2017, 7(5): 374–380.
- LIANG D L, PENG Q, CUI Z W, et al. Progress on selenium bioavailability and influential factors in soil[J]. *Current Biotechnology*, 2017, 7(5): 374–380.
- [17] 熊远福, 李辉勇, 刘军鸽. 水稻土壤中硒的价态转化及溶解性研究[J]. *环境化学*, 1999, 18(4): 338–342.
- XIONG Y F, LI H Y, LIU J G. Study on valence state transformation and solubility of selenium in paddy soils[J]. *Environmental Chemistry*, 1999, 18(4): 338–342.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维