

吴美儒,牟迪,温灵敏,等. 弯曲碎米荠耐硒能力的研究[J]. 江苏农业科学,2017,45(16):132-134.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.16.034

# 弯曲碎米荠耐硒能力的研究

吴美儒<sup>1</sup>,牟迪<sup>1</sup>,温灵敏<sup>2</sup>,邹毅<sup>3</sup>,彭诚<sup>2</sup>,唐巧玉<sup>1</sup>,周毅峰<sup>1,2</sup>

(1. 生物资源保护与利用湖北省重点实验室,湖北恩施 445000; 2. 湖北民族学院生物科学与技术学院,湖北恩施 445000;  
3. 恩施土家族苗族自治州中心医院,湖北恩施 445000)

**摘要:**为了探究弯曲碎米荠的耐硒能力,通过用不同浓度的硒营养液对弯曲碎米荠进行培养,测定可溶性多糖相对含量、可溶性蛋白质相对含量、游离氨基酸相对含量以及硒含量。结果表明,10  $\mu\text{g}/\text{mL}$  硒处理弯曲碎米荠时可溶性多糖相对含量达到 8 131.33  $\text{mg}/\text{g}$ ,游离氨基酸相对含量达到最高值,为 28.15  $\text{mg}/\text{g}$ ;可溶性蛋白质相对含量随着硒浓度的升高相应地增加;不同硒浓度处理弯曲碎米荠,其叶片中的硒含量随着硒浓度的升高而增加;不同硒浓度处理弯曲碎米荠植株,当硒浓度为 14  $\mu\text{g}/\text{mL}$  时,弯曲碎米荠根中硒的含量达到最大值,为 1 465.61  $\mu\text{g}/\text{g}$ ;硒积累动态分析结果表明,弯曲碎米荠叶片和根中硒的含量随着时间的延长也相应地增加,且在 84~96 h 的积累速率最大,分别为 9.30、7.62  $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$ 。

**关键词:**弯曲碎米荠;硒;可溶性多糖;可溶性蛋白质;游离氨基酸

**中图分类号:** Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)16-0132-02

硒(selenium)是人体所必需的微量元素,也是植物生长的有益元素<sup>[1]</sup>。硒主要以无机硒和有机硒 2 种方式存在<sup>[2]</sup>,

收稿日期:2016-03-30

基金项目:国家自然科学基金(编号:31360498);2013 年湖北省战略性新兴产业(支柱)产业人才培养项目(编号:2013029);2014 年度湖北省本科高校“专业综合改革”试点项目(编号:2014029);生物资源保护与利用湖北省重点实验室第四批开放课题。

作者简介:吴美儒(1993—),女,湖北恩施人,硕士研究生,主要从事植物硒代谢研究。E-mail:1060198820@qq.com。

通信作者:周毅峰,博士,副教授,主要从事植物生物化学与分子生物学及植物硒代谢组学研究。E-mail:77416757@qq.com。

无机硒一般主要是指亚硒酸盐和硒酸盐,这 2 种物质主要是从硒矿床中获得的;有机硒主要是硒多糖和硒蛋白。硒对人的身体健康非常重要,缺硒会显著降低机体的免疫能力,导致许多严重疾病发生<sup>[3]</sup>。硒的摄入量过大或摄入时间过长,又会导致急性或慢性中毒<sup>[4]</sup>。植物是人和动物获得硒的主要来源,所以植物硒代谢对人类和动物的营养和健康至关重要<sup>[5]</sup>。

碎米荠为十字花科植物<sup>[6]</sup>,具有一定的富集硒的能力<sup>[7]</sup>。向天勇在湖北省恩施渔塘坝硒矿地区发现的壶瓶碎米荠<sup>[8]</sup>是迄今为止发现的聚硒能力最强的植物,其提取物中硒的含量高于 2 000  $\text{mg}/\text{kg}$ <sup>[9]</sup>。本试验供试材料为碎米荠的

[6] Rozendaal D M A, Hurtado V H, Poorter L. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light: relationships with light demand and adult stature[J]. Functional Ecology, 2006, 20(2): 207-216.

[7] 王云贺,韩忠明,韩梅,等. 遮荫处理对东北铁线莲生长发育和光合特性的影响[J]. 生态学报,2010,30(24):6762-6770.

[8] Pires M V, Almeida A, Figueiredo A L, et al. Photosynthetic characteristics of ornamental Passion flowers grown under different light intensities[J]. Photosynthetica, 2011, 49(4):593-602.

[9] 韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等. 遮荫对 3 年生东北铁线莲生长特性及品质的影响[J]. 生态学报,2011,31(20):6005-6012.

[10] 朱巧玲,冷佳奕,叶庆生. 黑毛石斛和长距石斛的光合特性[J]. 植物学报,2013,48(2):151-159.

[11] Favaretto V F, Martinez C A, Soriani H H. Differential responses of antioxidant enzymes in pioneer and late-successional tropical tree species grown under sun and shade conditions[J]. Environmental and Experimental Botany, 2011, 70(1):20-28.

[12] 吕晋慧,王玄,冯雁梦,等. 遮荫对金莲花光合特性和叶片解剖特征的影响[J]. 生态学报,2012,32(19):6033-6043.

[13] 郭宝林,杨俊霞,鲁韧强,等. 遮光处理对扶芳藤生长和光合特

性的影响[J]. 园艺学报,2007,34(4):1033-1036.

[14] 张云,夏国华,马凯,等. 遮阴对莖叶紫金牛光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J]. 应用生态学报,2014,25(7):1940-1948.

[15] 尤扬,王慧,贾文庆,等. 扶桑光合特性的初步研究[J]. 河南科技学院学报(自然科学版),2009,37(3):17-20.

[16] Zhao D Q, Hao Z J, Tao J. Effects of shade on plant growth and flower quality in the herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) [J]. Plant Physiology and Biochemistry, 2012, 61:187-196.

[17] 刘柿良,马明东,潘远智,等. 不同光强对两种桉木幼苗光合特性和抗氧化系统的影响[J]. 植物生态学报,2012,36(10):1062-1074.

[18] 王建华,任士福,史宝胜,等. 遮荫对连翘光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J]. 生态学报,2011,31(7):1811-1817.

[19] 霍常富,孙海龙,王政权,等. 光照和氮素营养对水曲柳苗木生长及碳-氮代谢的影响[J]. 林业科学,2009,45(7):38-44.

[20] 张卫强,曾令海,王明怀,等. 东江中上游主要造林树种光合生理特征[J]. 生态环境学报,2011,20(1):51-57.

[21] 曾小平,赵平,蔡锡安,等. 25 种南亚热带植物耐阴性的初步研究[J]. 北京林业大学学报,2006,28(4):88-95.

同属植物弯曲碎米荠 (*Cardamine flexuosa*)<sup>[10]</sup>, 该植物属于十字花科碎米荠属的一年生或二年生草本植物, 高达 30 cm, 生于田边、路旁及草地。全草入药, 有清热利湿、健胃、止泻之效。本研究对弯曲碎米荠的耐硒能力进行研究, 旨在为碎米荠属植物耐硒能力的研究奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试弯曲碎米荠种子, 由笔者实验室保存。

### 1.2 主要仪器和试剂

仪器: 分析天平 (ME204E/02), 数显鼓风干燥箱 (GZX - 9420MBE), 双道原子荧光光度计 (AFS - 9760), 微波消解仪 (MARS5), 可见分光光度计 (WFJ 7200 型), 电热恒温水浴锅 (HWS 12 型), 小型高速离心机 (Eppendorf 5418)。

试剂: 盐酸、硫酸, 均为优级纯; 硼氢化钾、氢氧化钾、葡萄糖、重蒸酚、无水乙醇、85% 磷酸、茚三酮、磷酸二氢钾、乙酸钾 (醋酸钾)、氯化钠、甘氨酸、考马斯亮蓝 G250 等, 均为分析纯; 亚硒酸钠, 牛血清白蛋白等, 均为生化试剂。

### 1.3 弯曲碎米荠硒的处理方法

用 2、4、6、8、10、12、14  $\mu\text{g/mL}$  共 7 个硒浓度对弯曲碎米荠植株进行处理, 以不加硒溶液作为对照组, 每个处理 5 次重复。选取 10  $\mu\text{g/mL}$  硒溶液处理弯曲碎米荠植株, 在 60、72、84、96 h 取样进行硒含量分析, 每个时间点取 5 份样品。

### 1.4 测定方法

可溶性蛋白质相对含量分析: 参考文献[11]中的方法提取弯曲碎米荠叶片中的可溶性蛋白质, 用考马斯亮蓝 G250 染色法测定蛋白质含量。可溶性多糖相对含量分析: 参考文献[12]中的方法提取弯曲碎米荠叶片中的可溶性多糖, 采用苯酚-硫酸法测定大豆可溶性多糖含量。游离氨基酸相对含量分析: 参考文献[13]中的方法提取弯曲碎米荠叶片中游离氨基酸, 采用茚三酮比色法测定游离氨基酸含量。硒含量分析: 参考文献[14]中的方法消化样品, 用双道原子荧光光度计测定叶片中硒的含量。

### 1.5 数据分析

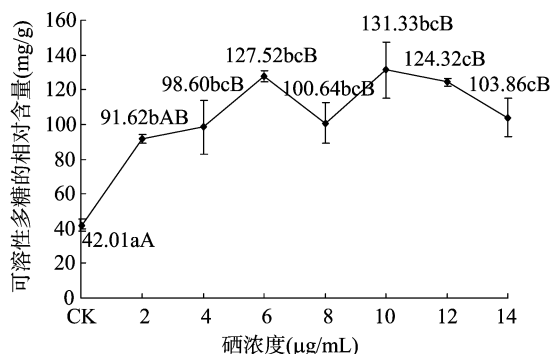
试验数据采用 Excel、SPSS V19.0 软件进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同硒浓度处理对弯曲碎米荠生理指标的影响

2.1.1 可溶性多糖相对含量分析 由图 1 可知, 对弯曲碎米荠植株施以不同浓度的硒溶液, 其可溶性多糖相对含量随着硒浓度的变化而改变。与对照相比, 不同浓度硒处理的弯曲碎米荠的可溶性多糖相对含量均增加, 硒浓度为 2  $\mu\text{g/mL}$  时, 相对于对照组可溶性多糖相对含量显著增加 ( $P < 0.05$ ), 其他硒浓度时均极显著增加 ( $P < 0.01$ ), 当硒浓度为 10  $\mu\text{g/mL}$  时, 可溶性多糖相对含量出现最大值, 为 131.33 mg/g。植物为了适应逆境条件, 会主动积累一些可溶性多糖, 以适应外界环境条件的变化。

2.1.2 可溶性蛋白质相对含量分析 由图 2 可知, 弯曲碎米荠经不同浓度硒处理, 其可溶性蛋白质相对含量不同。与对照相比, 不同浓度硒处理的弯曲碎米荠的可溶性蛋白质相对含量均增加, 当硒浓度为 14  $\mu\text{g/mL}$  时, 可溶性蛋白质相对含



不同小写字母表示不同硒浓度处理间差异显著 ( $P < 0.05$ ), 不同大写字母表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )。下图同

图1 不同浓度硒处理对弯曲碎米荠可溶性多糖相对含量的影响

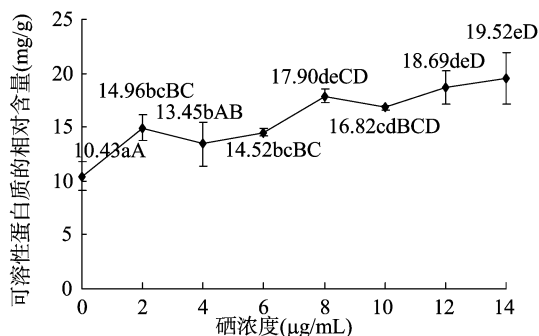


图2 不同浓度硒处理对弯曲碎米荠可溶性蛋白质相对含量的影响

量出现最大值, 为 19.52 mg/g。在植物生长发育中, 可溶性蛋白质的相对含量在某种程度上体现了机体的衰老程度。

2.1.3 游离氨基酸相对含量分析 由图 3 可知, 经不同浓度硒处理后, 与对照相比, 弯曲碎米荠的游离氨基酸相对含量均增加, 硒浓度为 2  $\mu\text{g/mL}$  时, 相对于对照游离氨基酸含量显著增加 ( $P < 0.05$ ), 其他硒浓度均极显著增加 ( $P < 0.01$ ), 当硒浓度为 10  $\mu\text{g/mL}$  时, 游离氨基酸相对含量出现最大值, 为 28.15 mg/g。硒浓度为 12  $\mu\text{g/mL}$  时, 相对 10  $\mu\text{g/mL}$  时游离氨基酸相对含量极显著下降 ( $P < 0.01$ ); 硒浓度为 14  $\mu\text{g/mL}$  时, 相对 10  $\mu\text{g/mL}$  时游离氨基酸相对含量显著上升 ( $P < 0.05$ ), 但相对 10  $\mu\text{g/mL}$  有所下降。因此, 硒浓度为 10  $\mu\text{g/mL}$  时对弯曲碎米荠体内游离氨基酸的合成最有利。

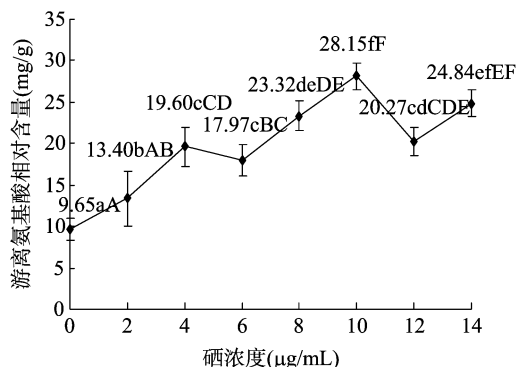


图3 不同浓度硒处理对弯曲碎米荠游离氨基酸相对含量的影响

### 2.2 不同硒浓度处理对弯曲碎米荠叶片、根中硒含量的影响

由图 4 可知, 不同浓度硒处理弯曲碎米荠植株, 其叶片中

硒含量随着硒浓度的升高而增大,且处理组相对于对照组叶片中硒含量多极显著增加( $P < 0.01$ ),硒浓度为  $14 \mu\text{g/mL}$  时,叶片中硒的含量最高,达  $571.30 \mu\text{g/g}$ 。硒浓度为  $2$ 、 $4 \mu\text{g/mL}$  时叶片中硒含量增加得较平稳,硒浓度为  $10$ 、 $12$ 、 $14 \mu\text{g/mL}$  时相对于  $6$ 、 $8 \mu\text{g/mL}$  时叶片中硒含量极显著增加( $P < 0.01$ ),但硒浓度为  $8 \mu\text{g/mL}$  时相对于  $6 \mu\text{g/mL}$  时叶片中硒含量显著增加( $P < 0.05$ )。不同浓度硒处理弯曲碎米荠,其根中的硒含量均增加,在硒浓度为  $14 \mu\text{g/mL}$  时根中硒的含量最高,达  $1465.61 \mu\text{g/g}$ ,硒浓度为  $8$ 、 $10 \mu\text{g/mL}$  时,相对于对照组根中硒含量显著增加( $P < 0.05$ ),硒浓度为  $12$ 、 $14 \mu\text{g/mL}$  时,相对于其他处理组根中硒含量极显著增加( $P < 0.01$ ),硒浓度为  $2$ 、 $4$ 、 $6$ 、 $8$ 、 $10 \mu\text{g/mL}$  时根中硒含量增加得较平稳。当硒浓度低于  $10 \mu\text{g/mL}$  时,叶片与根中的硒含量变化基本一致,当硒浓度高于  $10 \mu\text{g/mL}$  时,根中的硒含量高于叶片中的硒含量。

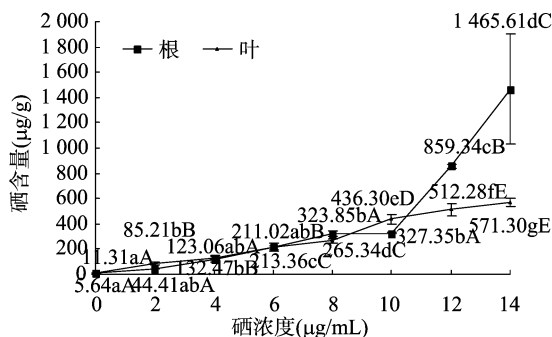


图4 不同浓度硒处理对弯曲碎米荠根、叶中硒含量的影响

### 2.3 弯曲碎米荠植株中硒的积累动态

根据弯曲碎米荠植株的生长状况取临界硒浓度为  $10 \mu\text{g/mL}$ ,观察弯曲碎米荠植株中硒积累动态的变化,用微波消解仪-荧光光度计测定不同时间处理条件下弯曲碎米荠叶片中硒的含量。由图 5 可知,硒浓度为  $10 \mu\text{g/mL}$  时,在处理  $60 \sim 96 \text{ h}$  内硒的含量呈上升趋势,其他处理相对于处理  $60 \text{ h}$  时硒含量增加均较明显,叶和根中硒含量在处理  $96 \text{ h}$  时达到最高值,分别为  $395.62$ 、 $639.33 \mu\text{g/mL}$ ,相对于处理  $72$ 、 $84 \text{ h}$  显著增加( $P < 0.05$ ),根中硒含量在处理  $84 \text{ h}$  时相对于处理  $72 \text{ h}$  显著上升( $P < 0.05$ )。叶和根中的硒含量在  $84 \sim 96 \text{ h}$  的积累速率最大,分别为  $9.30$ 、 $7.62 \mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$ 。

### 3 讨论

有研究证明补硒能很好地预防大骨节病、克山病、糖尿病、艾滋病等 40 多种疾病<sup>[15]</sup>。提高食物中硒的含量是改善人和动物硒营养的根本措施<sup>[16]</sup>。随着人们生活水平的提高,野菜消费热在国内外悄然兴起,倍受人们青睐。本研究的结果显示,在试验设置的硒浓度范围内弯曲碎米荠的可溶性蛋白质、可溶性多糖、游离氨基酸的相对含量以及叶片和根中硒的含量均随硒浓度的升高而增加。因此,利用弯曲碎米荠实

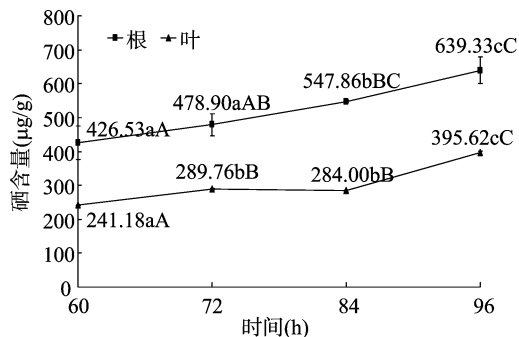


图5 不同处理时间对弯曲碎米荠根、叶中硒累计动态的影响

现无机硒向有机硒的转化具有较高的开发利用价值。

### 参考文献:

- [1] 周海林,刘 瑞,周毅峰. 硒对蛭石培养大豆生理生化特性的影响[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版),2012,30(2): 142-145.
- [2] 果秀敏,牛君仿,方 正,等. 植物中硒的形态及其生理作用[J]. 河北农业大学学报,2003,26(增刊):142-144.
- [3] 唐巧玉,周毅峰,李 程,等. 硒处理对荞麦早期生长发育的影响[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版),2004,22(2):5-7.
- [4] 贺建忠. 硒中毒的研究进展[J]. 饲料研究,2007(6):37-38.
- [5] 石宝霞,车会莲,赵利霞,等. 碎米荠硒多糖的分离纯化及光谱分析[J]. 食品科学,2007,28(6):298-302.
- [6] 孙紫薇,施 波,石开明,等. 湖北省恩施高硒地区碎米荠的形态特征与核型分析[J]. 江苏农业科学,2010(2):199-200.
- [7] 向极钎,李亚杰,杨永康,等. 碎米荠的研究现状[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版),2011,29(4):440-443.
- [8] 向天勇. 恩施碎米荠的生物学特性及叶片含硒化合物研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2006:15-18.
- [9] 牟 敏,张 欣,彭彰全. 恩施堇叶碎米荠中有机硒含量测定[J]. 微量元素与健康研究,2013,30(3):48-49.
- [10] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第三十三卷)[M]. 北京:科学出版社,1987:216.
- [11] 何晓良,蔡 卓,邱霞琳,等. 铅胁迫对狮子草可溶性蛋白含量的影响[J]. 广西大学学报(自然科学版),2013(3):550-553.
- [12] 周毅峰,唐巧玉,罗兴武,等. 莼菜嫩叶胞内多糖体外抗氧化作用研究[J]. 食品科学,2008,29(8):78-79.
- [13] 张永芳,张 琪,王润梅,等. 茛三酮呈色法测定谷子种子中的游离氨基酸含量[J]. 种子,2014,33(1):111-113.
- [14] 唐巧玉,周毅峰,周大寨. 富硒大豆豆渣和豆浆中硒含量的分析[J]. 食品工业科技,2005,26(8):159-160.
- [15] Erdman J W, Macdonald I A, Zeisel S H. Present knowledge in nutrition[M]. 10th ed. New Jersey: Wiley - Blackwell, 2012: 1151-1164.
- [16] 吴永尧,唐巧玉,周大寨,等. 大豆对硒的富集及耐受能力[J]. 湖北农业科学,2005(3):39-40.