

# 不同种植模式对野生蕨菜生理生化的影响

章 耀, 郭衍银, 王相友

(山东理工大学 轻工与农业工程学院, 山东 淄博 255049)

**摘 要:** 为研究适于野生蕨菜生长的驯化种植模式, 采用塑料大棚、小拱棚、露地 3 种植模式, 研究了蕨菜不同生长时期各项生理生化指标的变化规律。结果表明: 塑料大棚模式不同生长时期叶绿素含量、根系活力及 SOD、POD、CAT 活性均较高, MDA 含量相对较低而且变化稳定, NR 活性在蕨菜生长前期高于其它种植模式, 更有利于野生蕨菜的驯化栽培。小棚种植也较利于蕨菜栽培, 但没有塑料大棚效果明显。

**关键词:** 蕨菜; 种植模式; 生理生化; 驯化

**中图分类号:** S 647 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)06-0034-04

蕨菜(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)是我国暖温带及亚热带常见的一种野生蔬菜, 被当今国内外营养学家誉为“森林蔬菜”, 又名“拳头菜”, “如意菜”。其幼嫩茎叶富含多种对人体有益的维生素、胡萝卜素及铁锌等微量元素<sup>[1,2]</sup>。蕨菜清脆鲜嫩, 润滑适口, 在国内外特别是日本、东南亚等国家有着广阔的市场。目前, 蕨菜采收主要以野生资源为主<sup>[3]</sup>, 采收后或直接食用, 或干制、腌制, 但由于蕨菜生长环境不一, 很难保证蕨菜质量, 成为限制蕨菜产品出口的一大问题。为此, 已有国内外学者模拟野生环境进行蕨菜人工驯化栽培<sup>[4,5]</sup>, 并对其品质和产量进行了部分研究<sup>[6]</sup>, 取得了一定的成效。但对比不同驯化种植模式, 探讨蕨菜在不同环境下生长状况及品质优劣的研究较少。为此, 该试验以半岛鳞毛蕨为试材, 研究不同种植模式对蕨菜不同生长时期相关生理生化指标的影响, 筛选适于野生蕨菜生长的驯化种植模式, 为蕨菜的人工合理栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

蕨菜为 3 a 生半岛鳞毛蕨, 试验在山东省淄博市临淄区南卧石村蕨菜试验基地进行。

### 1.2 试验设计

选用多年生半岛鳞毛蕨根茎, 于 2005 年 10 月种植于山东省淄博市临淄区南卧石村, 分别采用塑料大棚、

小拱棚、露地 3 种植模式进行管理。不同种植模式各分 3 个小区, 每小区长 10 m, 宽 1.5 m, 小区内种植 2 行, 行株距为 120 cm×40 cm。生长期进行正常的栽培管理, 于蕨菜移栽第 3 年春天(2008 年)进行试验。蕨菜出芽后, 于幼苗期(A)、初展叶期(B)、全展叶期(C)、孢子产生期(D)和孢子成熟期(E)取样并测定各项指标。

### 1.3 试验方法

1.3.1 测定项目和测定方法 根系活力用 TTC 法测定<sup>[7]</sup>; 硝酸还原酶(NR)用分光光度法测定<sup>[7]</sup>; 叶绿素用丙酮乙醇混合液法测定<sup>[7]</sup>; 超氧化物歧化酶(SOD)用氮蓝四唑光还原法测定<sup>[8]</sup>; 过氧化物酶(POD)用愈创木酚法测定<sup>[7]</sup>; 过氧化氢酶(CAT)紫外分光光度法测定<sup>[7]</sup>; 丙二醛(MDA)用硫代巴比妥酸法测定<sup>[7]</sup>。

1.3.2 数据处理 数据采用 DPS 7.05 软件包分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种植模式对蕨菜叶绿素含量的影响

叶绿素是光合作用进行的基础, 是衡量植物光合作用强弱的一个重要指标。图 1 表明, 3 种植模式蕨菜叶绿素含量均呈先上升后下降趋势, 即从幼苗期到孢子产生期, 叶绿素含量逐渐升高, 在孢子产生期达到最高, 孢子成熟期由于叶绿素降解大于合成, 含量开始下降。不同种植模式叶绿素含量有明显差异, 各个时期塑料大棚栽培的叶绿素含量最高, 其次为小拱棚, 露地栽培的最低, 这可能是 3 种植模式光照不同造成的适应性反应。统计分析表明, 大棚模式叶绿素含量与小拱棚有显著性差异( $P < 0.01$ ), 与露地有极显著差异( $P < 0.01$ ), 达到峰值时的叶绿素含量为 39.8 mg/g, 分别是小拱棚模式和露地模式的 1.36 倍和 1.68 倍。

### 2.2 不同种植模式对蕨菜硝酸还原酶(NR)活性的影响

硝酸还原酶是植物氮代谢的限速酶, 在调节植物吸收利用  $\text{NO}_3^-$  及维持体内多种代谢平衡中起着极为重要

第一作者简介: 章耀(1984-), 男, 硕士, 现主要从事农产品保鲜及加工方面研究。E-mail: zhangyao-1999@163.com.

通讯作者: 郭衍银(1976-), 男, 山东曹县人, 博士, 副教授, 现主要从事农产品保鲜及加工方面研究工作。E-mail: guoyy@sdu.edu.cn.

基金项目: 山东省农业良种工程资助项目(鲁科农字[2006]90号文件)。

收稿日期: 2008-12-20

的作用<sup>9</sup>。由图2可见,各处理叶片NR活性均表现为先增加后降低趋势,以全展叶期至孢子产生期活性最高,孢子成熟期下降。叶片NR活性受外界环境因子影响较大<sup>10</sup>,这与光照、温度和水分密切相关。在幼苗期和初展叶期,大棚内温度和湿度较高,NR活性明显高于露地,而小棚受外界环境影响相对较大,NR活性也略小于大棚。但在全展叶期和孢子产生期,露地NR活性明显升高,部分时期高于其他2种模式,这是因为在气温与湿度达到合适的条件下,光照成为影响NR活性的主要因子,棚栽模式光照强度较弱,NR活性增速变缓。

### 2.3 不同种植模式对蕨菜根系活力的影响

根系活力直接影响到植株地上部的生长发育和地下吸收营养的能力,是判断植株生长状态的重要指标。图3可以看出,各个处理根系活力在幼苗生长期至全展叶期,随着苗龄的增长,根系活力均逐渐增强,至全展叶期达到一个较高的活性水平,并且在一段时间内持续稳定在较高水平,到孢子成熟期开始回落。大棚和小拱棚模式的根系活力均高于露地,在初展叶期分别达到  $22.0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  和  $19.3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ,这与设施栽培初春回暖较快,棚内土壤温度相对较高,有利于促进地下部生长,且棚内空气湿度大,利于土壤微生物活动和根

系的生长发育有关。全展叶期至孢子产生期,各处理根系活力大体呈现平稳趋势,至孢子成熟期稍有下降,这可能是因为由于此时温度太高,抑制了根呼吸,同时也与蕨菜的生长周期有关。从整个生育期来看,塑料大棚种植模式根系活力略高于小拱棚模式,而露地模式最低。

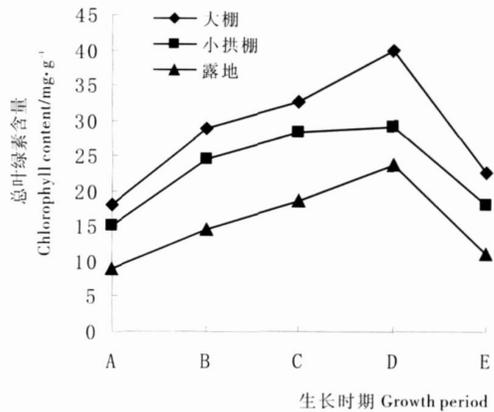


图1 不同种植模式对蕨菜总叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effects of different cropping patterns on chlorophyll content of *Pteridium aquilinum*

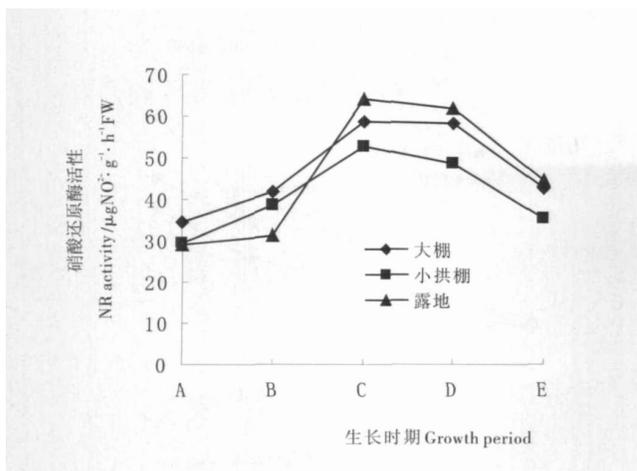


图2 不同种植模式对蕨菜NR活性含量的影响

Fig. 2 Effects of different cropping patterns on NR activity of *Pteridium aquilinum*

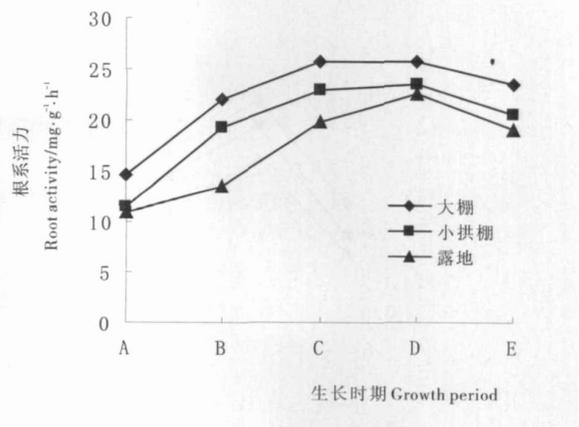


图3 不同种植模式对蕨菜根系活力的影响

Fig. 3 Effects of different cropping patterns on root activity of *Pteridium aquilinum*

### 2.4 不同种植模式对蕨菜保护酶及丙二醛(MDA)含量的影响

SOD是机体抵抗活性氧自由基的第一道防线,在清除生物体内 $\text{O}_2^-$ 的动态平衡中起着重要的作用<sup>11</sup>。由图4可以看出,3种植模式蕨菜的SOD活性随生长期的变化均呈先增长后下降趋势,从幼苗期到全展叶期各处理的SOD活性稳步增长,并且都在孢子产生期达到峰

值,进入孢子成熟期后,呈现下降趋势。大体而言,在整个生长期大棚内蕨菜SOD活性较高,在进入全展叶期后与另2个处理表现出显著性差异( $P < 0.01$ ),并且在孢子产生期达到峰值  $220 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ ,分别是同时期小拱棚和露地的1.16倍和1.22倍。

POD和CAT是参与植物体内呼吸代谢和生物氧化等重要生命活动的两类线粒体外的末端氧化酶,能消

除细胞内过多的过氧化氢, 维持其在一个低水平, 从而保护膜的结构<sup>[12]</sup>。图 4 可以看出, 在孢子成熟期之前, 各处理 POD 和 CAT 的活性走势大致相同, 幼苗期不断增长, 到初展叶期达到一个峰值, 随即开始下降直到孢子产生期降至最低值。进入孢子成熟期后, 由于叶片衰老, CAT 活性继续下降, 但是 POD 活性明显升高, 这可能与 POD 参与叶绿素降解有关<sup>[13]</sup>。不同种植模式 CAT 活性, 以大棚种植模式在各个生长时期最高, 与其它两种模式有显著性差异 ( $P < 0.01$ ), 其峰值达  $3 \text{ mgH}_2\text{O}_2 \cdot \text{g}^{-1}\text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ , 小拱棚 CAT 活性次之, 为  $2.7 \text{ mgH}_2\text{O}_2 \cdot \text{g}^{-1}\text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ , 露地最低, 仅为  $2.3 \text{ mgH}_2\text{O}_2 \cdot \text{g}^{-1}\text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

MDA 为细胞膜脂质过氧化产物, 是各种酶和膜系统遭受损伤程度的重要指标<sup>[14]</sup>。图 4 表明, 孢子产生期以前, 3 种植植模式叶片 MDA 含量缓慢上升, 增幅不大, 但是进入孢子成熟期以后, MDA 含量增速明显加快。孢子成熟期达到最高, 大棚、小拱棚和露地分别是初叶期的 2.67 倍、2.97 倍和 3.48 倍。不同种植模式 MDA 含量也存在较大差异, 露地模式蕨菜 MDA 含量最高, 其次为小拱棚, 大棚蕨菜 MDA 含量最低, 这与 SOD 活性变化趋势相反。大棚种植模式的蕨菜中 MDA 含量最少且波动较平稳, 与保护酶系统能力的提高, 清除自由基的能力增强, 从而降低膜脂过氧化程度有很大关系。

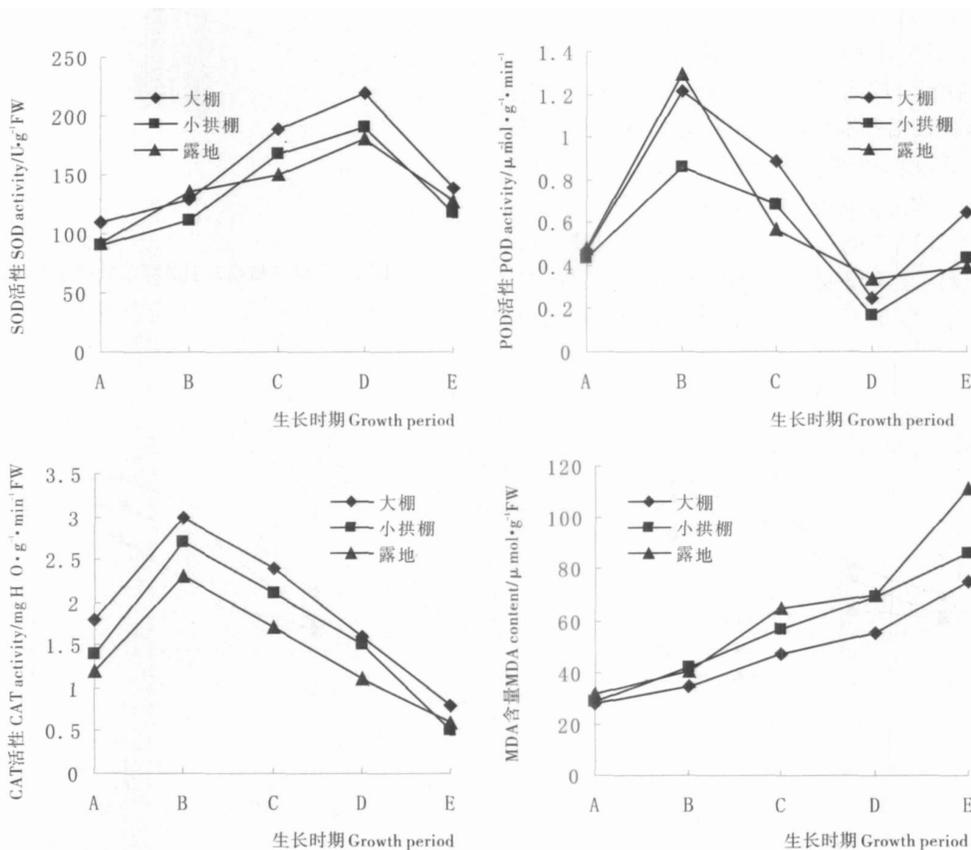


图 4 不同种植模式对蕨菜保护酶活性及丙二醛含量的影响

Fig. 4 Effects of different cropping patterns on protection enzyme activities and MDA content of pteridium aquilinum

### 3 结论与讨论

该试验研究了不同种植模式蕨菜叶绿素含量、硝酸还原酶活力及根系活力等影响植物生长状态的相关指标。结果表明, 塑料大棚蕨菜的根系活力、叶绿素含量在整个生育期都显著高于其他模式, 只是 NR 活性在生长后期略低于露地。叶绿素含量的增高可能是棚内的光照强度低, 蕨菜为了自身生长发育的需要, 通过增加叶绿素含量的方式来提高叶片的光合强度的适应性反

应。棚内气温高, 空气湿度大, 土壤水分流动性和微生物活动较强, 利于根系的生长发育, 所以大棚模式的根系活力也始终高于其他 2 种模式, 只是在孢子产生期由于棚内地温过高, 抑制根呼吸, 使根系活力增速延缓。小拱棚模式由于受外界环境影响较大, 各项生理指标略低于塑料大棚模式。而露地模式由于初春回暖慢, 湿度低, 生长周期晚于棚栽模式, 而且除了生长后期 NR 活性较高, 其他生理指标均显著低于 2 种棚栽模式。总体来

看, 大棚模式较高的根系活力和叶绿素指标, 提高了蕨菜的生长速度和质量, 更有利于蕨菜的栽培, 但是光照不足是否会引起净光合速率的下降, 尚待进一步研究。

试验结果同时表明, 不同种植模式 SOD、POD、CAT 等保护酶系的活性也不同, 其中大棚种植模式在不同生长期其活性均高于其他 2 种植模式, 而 MDA 含量在整个生长发育过程中处于一个较低水平, 有效抑制了活性氧在蕨菜体内的积累, 增强了自身防御机制, 对促进蕨菜生长和提高产品品质起到积极作用。

将野生蕨菜引入塑料大棚进行驯化栽培, 由于棚内环境条件适宜<sup>[5]</sup>, 大部分生理生化指标得到改善, 更适合蕨菜生长。而且, 由于塑料大棚提温较快, 可促进蕨菜提早采收 23~39 d, 较好的满足了消费者的长期需要, 可产生明显的经济效益和社会效益。但是, 塑料大棚栽培蕨菜也存在光照强度较弱、生长后期温度过高等问题, 因此, 加强大棚蕨菜的管理工作, 显得尤为重要。

#### 参考文献

[1] 赵守训, 黄泰康, 丁志遵, 等. 中药辞海(第 3 卷)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1997: 1443.  
[2] Yoshihira K, Fukuoka M, Kunoyanagi M, et al. Chemical and toxicological studies on bracken fern, *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*. I. Introduction, extraction and fractionation of constituents and toxicological studies including carcinogenicity tests[J]. Chem Pharm Bull, 1978, 26(8): 2346-2364.

[3] 郑云翔, 唐伟斌. 北方山蕨菜棚栽无公害生产技术[J]. 北方园艺, 2007(8): 93-94.  
[4] 李恩彪, 麻亚芹, 生国辉. 蕨菜日光温室优质栽培技术[J]. 北方园艺, 2008(7): 111-113.  
[5] 杨洪双, 王秀云, 郭彦. 蕨菜种苗快繁技术研究[J]. 现代农业科技, 2008(2): 5-6.  
[6] 郝丽珍, 王萍, 田志来. 蕨菜叶绿素含量及呼吸酶活性的变化规律研究[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(2): 45-48.  
[7] 郝再彬. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.  
[8] Omran R G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase and indoleacetic acid oxidase during and after chilling cucumber seedling[J]. Plant Physiology, 1980, 65(2): 407-408.  
[9] 刘丽, 甘志军, 王宪泽. 植物氮代谢硝酸还原酶水平调控机制的研究进展[J]. 西北植物学报, 2004, 24(7): 1355-1361.  
[10] 阮云泽, 唐树梅. 蔬菜累积硝酸盐的机理及其调控措施研究进展[J]. 华南热带农业大学学报, 2003, 9(4): 14-18.  
[11] 王建华, 刘鸿先, 徐同. 超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用[J]. 植物生理学通讯, 1989(1): 1-7.  
[12] 张福锁. 环境胁迫与植物营养[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993: 79.  
[13] Van Hasselt P H R. Photo-oxidation of leaf pigment in cucumber leaf discs during chilling[J]. Acta Bot Neerl, 1972, 21: 539.  
[14] 王爱国, 邵从本, 罗广华. 丙二醛作为植物脂质过氧化指标的探讨[J]. 植物生理学通讯, 1986(2): 55-57.  
[15] 吉中礼, 崔鸿文. 塑料大棚小气候变化规律分析[J]. 西北农业学报, 1997, 6(1): 61-64.

## Effect of Different Cropping Patterns on Physiological and Biochemical Index in *Pteridium aquilinum*

ZHANG Yao, GUO Yan-yin, WANG Xiang-you

(School of Light Industry and Agriculture Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049, China)

**Abstract:** In order to research the suitable cropping pattern for the *Pteridium aquilinum*, the variety regulation of physiological and biochemical index in different growth periods were studied based on three cropping patterns including plastic greenhouses, small arch shed and open field. The result indicated that, the chlorophyll content, root activity and SOD, POD, CAT activity of plastic greenhouses were higher than that of other patterns. The MDA content of plastic greenhouse was lower and steady comparatively, and NR activity during the prophase of growth period was the highest of the three cropping patterns. Which changes were propitious to the growth of *Pteridium aquilinum*. Small arch shed planting pattern was good for the *Pteridium aquilinum* as well, but not as good as the plastic greenhouse.

**Key words:** *Pteridium aquilinum*; Cropping pattern; Physiological and chemical index; Domestication