

不同栽培方式下的金线莲体内外抗氧化性比较

陆琦, 陶剑波, 张昕泽, 胡晓晓*

浙江师范大学行知学院, 浙江 金华

收稿日期: 2025年3月4日; 录用日期: 2025年4月3日; 发布日期: 2025年4月11日

摘要

以金线莲各部位的体外和体内抗氧化能力为指标, 比较林下原生态培养、瓶苗培育、设施培养栽培方式下叶子、杆部的抗氧化能力, 结果显示, 金线莲叶部抗氧化性均比杆部高, 林下种植和设施栽培方式抗氧化性均比瓶苗培育高。综合评定, 设施栽培方式下金线莲的叶部抗氧化能力最好, 林下种植的叶部次之。

关键词

金线莲, 栽培方式, 抗氧化

Comparison of Antioxidant Activity *in Vitro* and *in Vivo* of *Anoectochilum aureus* under Different Cultivation Methods

Qi Lu, Jianbo Tao, Xinze Zhang, Xiaoxiao Hu*

Xingzhi College, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

Received: Mar. 4th, 2025; accepted: Apr. 3rd, 2025; published: Apr. 11th, 2025

Abstract

Taking the *in vitro* and *in vivo* antioxidant capacity of various parts of *Anoectochilus roxburghii* as the index, the antioxidant capacity of leaves and stems under the cultivation methods of forest floor natural ecological cultivation, bottle seedling cultivation and facility cultivation was compared. The results showed that the antioxidant capacity of leaves of *Anoectochilus roxburghii* was higher than that of stems, and the antioxidant capacity of forest floor planting and facility cultivation was higher than that of bottle seedling cultivation. Comprehensive evaluation showed that the antioxidant

*通讯作者。

文章引用: 陆琦, 陶剑波, 张昕泽, 胡晓晓. 不同栽培方式下的金线莲体内外抗氧化性比较[J]. 农业科学, 2025, 15(4): 378-385. DOI: 10.12677/hjas.2025.154045

capacity of leaves of *Anoectochilus roxburghii* under facility cultivation was the best, followed by that under forest floor planting.

Keywords

Anoectochilus, Cultivation Methods, Antioxidant

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

金线莲为兰科开唇兰属地生型多年生草本植物，是民间常用的珍稀草药，享有“药王”、“金草”等美称。金线莲以全草入药，性平、味甘，具有清热、凉血、解毒、祛风除湿的功效[1]。现代研究发现金线莲具有降低低密度脂蛋白的氧化易感性、清除活性氧等抗氧化活性[2][3]。金线莲叶部中氨基酸含量较高，用于主治高血压、糖尿病、肾炎、急慢性肝炎、心脏病、肺炎等症。金线莲杆部中牛磺酸含量较高，对促进中枢神经系统生长发育功能、提高学习记忆能力及延缓衰老过程大脑发育等方面具有重要的调节作用[4]，并具有调节渗透压、稳定细胞膜、增强机体免疫和视力等生理功能[5]。金线莲的种子发芽率低，生长繁殖也较为缓慢，近年来掠夺式的开采使金线莲生长的栖息地减少，野生资源锐减，处于濒危状态[6]，被《国家重点保护野生植物名录》(第二批)列为二级保护植物[7]。为解决金线莲资源紧张问题，设施栽培、林下种植和盆栽等人工栽培模式被应用于金线莲的种植。本实验通过测定不同栽培方式下的金线莲体内外抗氧化能力并进行比较，筛选出最优栽培方式，为金线莲大规模栽培提供理论依据。

2. 材料与仪器

2.1. 实验材料

“匠康1号”金线莲：瓶苗栽培、林下栽培、设施栽培；N₂野生型秀丽隐杆线虫；大肠杆菌 OP50。

2.2. 实验试剂与仪器

氯化钠、铁氰化钾、三氯乙酸、水杨酸、硫酸亚铁等试剂(上海生工)；

SOD、GSH-PX、CAT 等试剂盒(南京建成)；

BMB 124 电子分析天平(上海析平科学仪器有限公司)，T 6 新世纪紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)，HH-601 超级恒温水浴锅(常州国华电器有限公司)，Centrifuge 5430 离心机(Eppendorf)，LGJ-10 FD 真空冷冻干燥机(上海叶拓科技有限公司)等仪器。

3. 实验方法

3.1. 体外抗氧化能力测定

3.1.1. DPPH 自由基清除能力测定

称取一定质量的不同栽培方式不同部位金线莲水提取物干燥粉末，配制成 1 mg/mL 的样品液，参考 XICAN LI [8] 的实验方法。

$$\text{清除率} = \frac{1 - (A_i - A_j)}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中 A_0 为空白对照吸光值, A_i 为阴性对照组吸光值, A_j 为样品组吸光值。

3.1.2. 羟自由基清除能力测定

参照童晨晓等[9]的方法并进行测定。

$$\text{清除率} = \frac{1 - (A_i - A_j)}{A_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中 A_0 为空白对照吸光值, A_i 为阴性对照组吸光值, A_j 为样品组吸光值。

3.1.3. 还原能力测定

测定参照 TERPINC 等[10]的方法。

$$\text{清除率} = \frac{1 - (A_i - A_j)}{A_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中 A_0 为空白对照吸光值, A_i 为阴性对照组吸光值, A_j 为样品组吸光值。

3.2. 体内抗氧化能力测定

3.2.1. 基于秀丽隐杆线虫的体内抗氧化能力测定[11] [12]

水提取物对秀丽隐杆线虫三种抗氧化酶活力水平的影响

参照张孟丽[13]的方法, 将 N_2 野生型秀丽隐杆线虫同步化后, 暴露于 1 mg/mL 的不同栽培方式不同部位金线莲水提取物中, 24 h 后测定秀丽隐杆线虫超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)活性[14] [15]。测定方法分别按照南京建成生物工程研究所生产试剂盒说明书要求严格进行。

3.2.2. 基于秀丽隐杆线虫寿命实验测定

水提取物对秀丽隐杆线虫寿命的影响

参照王晗等[16]方法, 对秀丽隐杆线虫寿命进行测定。

水提取物对秀丽隐杆线虫咽部吞咽次数的影响

参照张晓寒等[17]方法对秀丽隐杆线虫咽部吞咽次数进行测定。

4. 实验结果与分析

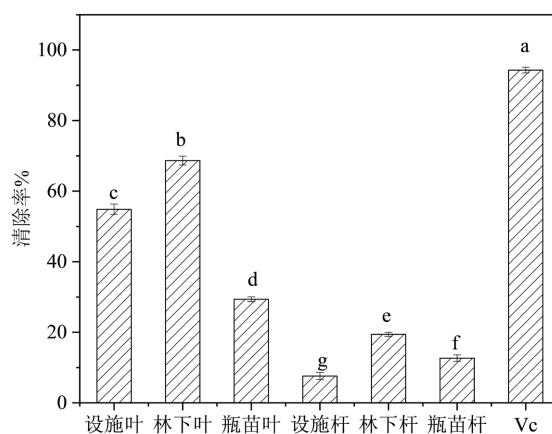
4.1. 体外抗氧化能力测定

4.1.1. 不同栽培方式对金线莲清除 DPPH 自由基能力的影响

由图 1 可知, 各组金线莲的 DPPH 自由基清除能力均小于 V_c , 其中林下叶部与设施叶部具有良好的 DPPH 自由基清除能力。采用 SPSS 软件进行分析, 发现金线莲不同栽培方式下的叶部与杆部的 DPPH 清除率均存在显著差异($P < 0.05$), 结果说明金线莲叶部的清除能力大于杆部。

4.1.2. 不同栽培方式对金线莲清除羟自由基能力的影响

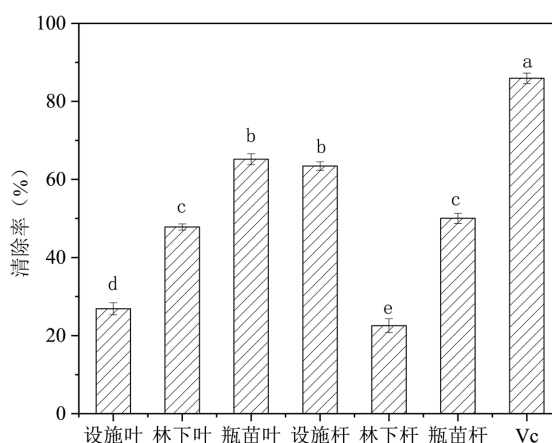
清除羟自由基法可有效地测定反应体系中是否有羟自由基($\cdot OH$)清除剂[18]。由图 2 可知, 各组金线莲的羟自由基清除能力均小于 V_c 。不同栽培方式下的金线莲叶和杆之间的羟自由基清除率具有较大的差异($P < 0.05$), 结果说明相同栽培方式下的金线莲不同的部位清除羟自由基的能力也具有较大的差异。其中瓶苗叶部与设施杆部具有良好的羟自由基清除能力。



注：不同字母表示不同组别的抗氧化性差异($P < 0.05$)。

Figure 1. Comparison of DPPH· free radical scavenging ability

图 1. DPPH 自由基清除能力比较



注：不同字母表示不同组别的抗氧化性差异($P < 0.05$)。

Figure 2. Comparison of hydroxyl radical scavenging ability

图 2. 羟自由基清除能力比较

4.1.3. 不同栽培方式对金线莲的还原能力的影响

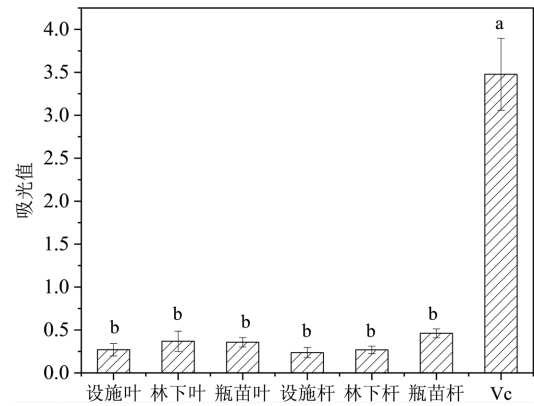
由图 3 可知, 不同栽培方式下的金线莲叶部与杆部不存在显著性差异($P > 0.05$)。Vc 的还原能力远大于各组金线莲的还原能力, 但瓶苗杆部和林下叶部在还原能力比较中具有良好的表现。

4.2. 体内抗氧化能力测定

4.2.1. 不同栽培方式下的金线莲水提物对秀丽隐杆线虫三种抗氧化酶活力水平的影响

由图 4~6 可知, 在 SOD 活力测定中, 金线莲的叶部与杆部的 SOD 活力不存在显著性差异($P > 0.05$), 其各组金线莲的 SOD 活力均小于对照组, 但瓶苗杆部较其他各组而言 SOD 活力较弱; 在 GSH-PX 活力测定中, 不同栽培方式下的金线莲的叶部与不同栽培方式下的杆部的 GSH-PX 活力存在显著差异($P < 0.05$), 只有设施叶部和设施杆部的 GSH-PX 活力大于对照组, 说明其具有较强的 GSH-PX 活力; 在 CAT 活力测定中, 设施叶部与设施杆部、林下叶部与林下杆部的总 CAT 活力不存在显著差异($P > 0.05$), 瓶苗叶部与瓶苗杆部的总 CAT 活力存在显著性差异($P < 0.05$)。只有瓶苗杆部的 CAT 活力小于对照组, 而设施叶部、杆部与林下叶部、杆部均具有较高的 CAT 活力。本次三个实验结果表明了, 设施栽培方式下的

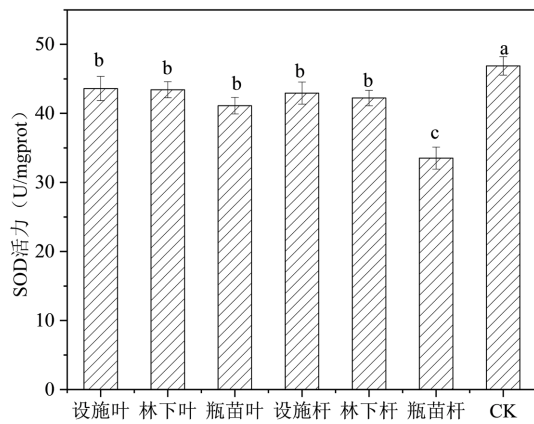
金线莲的体内抗氧化能力最强，其次是林下栽培方式，最后是瓶苗栽培方式。



注：不同字母表示不同组别的抗氧化性差异($P < 0.05$)。

Figure 3. Comparison of restoration ability

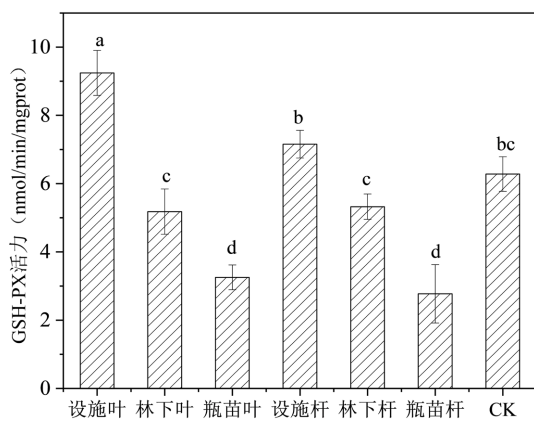
图 3. 还原能力比较



注：不同字母表示不同组别的抗氧化性差异($P < 0.05$)。

Figure 4. Comparison of SOD activity among different groups

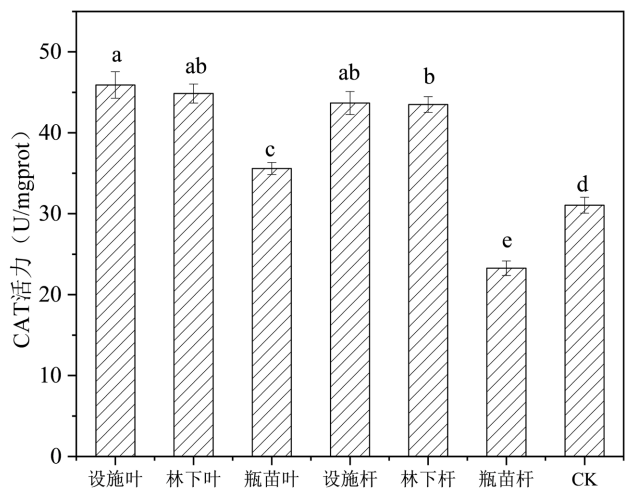
图 4. 各组 SOD 活力比较



注：不同字母表示不同组别的抗氧化性差异($P < 0.05$)。

Figure 5. Comparison of GSH-PX activity among different groups

图 5. 各组 GSH-PX 活力比较



注：不同字母表示不同组别的抗氧化性差异($P < 0.05$)。

Figure 6. Comparison of CAT activity among different groups
图 6. 各组 CAT 活力比较

4.2.2. 不同栽培方式下的金线莲水提物对秀丽隐杆线虫寿命的影响

寿命是判断秀丽隐杆线虫抗衰老最直接的指标，由图 7 可知，通过比较给药后的线虫与空白对照组线虫的寿命证明了金线莲提取物具有一定的延长寿命的作用。在同一浓度下，设施栽培方式和林下栽培方式下的体内抗氧化能力均优于瓶苗栽培方式，设施栽培方式和林下栽培方式对线虫寿命的影响相近。

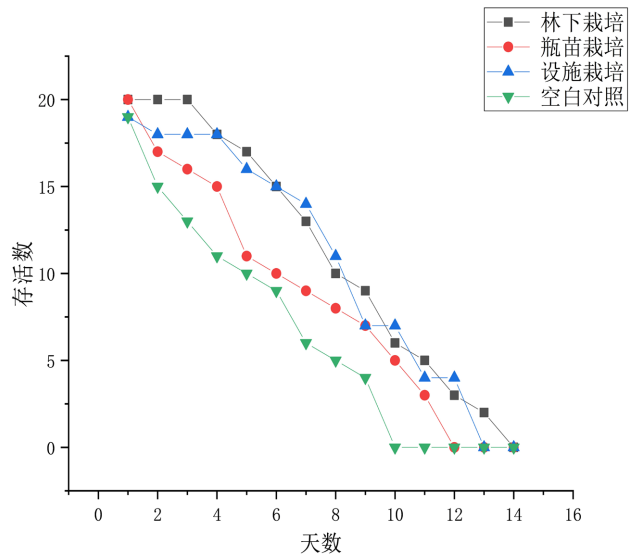


Figure 7. The effect on the lifespan of *Caenorhabditis elegans*
图 7. 对秀丽隐杆线虫寿命的影响

4.2.3. 不同栽培方式下的金线莲水提物对秀丽隐杆线虫咽部吞咽次数的影响

由图 8 可知，通过观察线虫的吞咽频率证明了金线莲提取物具有一定延缓衰老的作用。在同一浓度下，设施栽培下的金线莲水提物所培养的秀丽隐杆线虫的吞咽频率明显大于其他几组，因此设施栽培方式下的体内抗氧化能力优于其他两组。而瓶苗栽培方式对其线虫吞咽频率的影响最小，其体内抗氧化能力最弱。

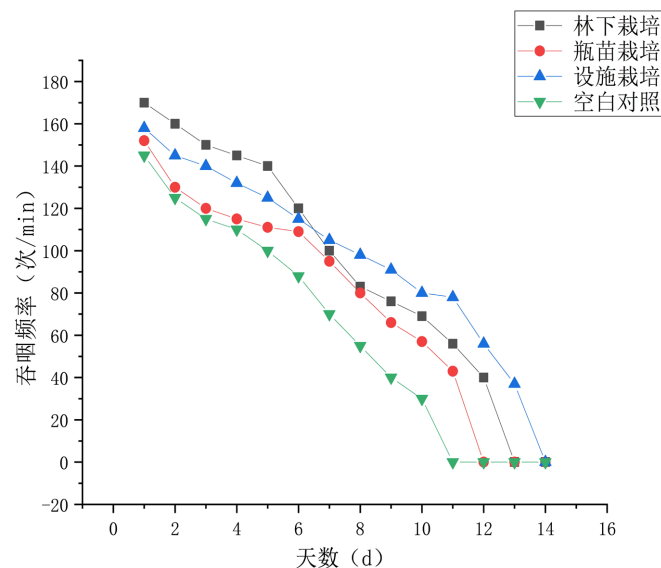


Figure 8. The effect on the swallowing of *Caenorhabditis elegans*
图 8. 对秀丽隐杆线虫吞咽的影响

5. 结论

根据本次实验综合得出, 金线莲在不同栽培方式下的抗氧化能力不同, 其总体为金线莲叶部的抗氧化能力大于金线莲杆部, 且设施栽培方式下的金线莲的抗氧化能力最优。对秀丽隐杆线虫而言, 金线莲也表现出较好的抗衰老、延长寿命的作用。本次实验为金线莲栽培产业结构优化提供了实验基础, 提升对金线莲药用价值的利用, 促进金线莲产业发展, 同时也为其他植株的相关探究提供参考。随着野生金线莲资源的减少, 人工种植既能满足市场需求, 又能保护野生资源, 且种植者可以通过科学化、规模化的种植获得可观的经济收益, 前景可观。随着科研技术的不断发展, 金线莲的抗衰老能力逐渐成为研究热点, 在抗衰老领域的发展前景十分广阔, 有望为人类健康长寿带来新的希望。

基金项目

金华市科技计划自主设计项目 2021-2-001b。

参考文献

- [1] 王国强. 全国中草药汇编[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 594.
- [2] 张春妮, 许国平, 汪俊军, 等. 金线莲体外抑制 LDL 氧化的实验研究[J]. 医学研究生学报, 2006(2): 117-120.
- [3] 林丽清, 黄丽英, 郑艳洁, 等. 金线莲多糖的提取及清除氧自由基作用的研究[J]. 福建中医学院学报, 2006, 16(5): 37-39.
- [4] 郭捷华. 白马山金线莲组培快繁关键技术研究及其药用成分比较[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2015.
- [5] 王玉兰, 王锦秋. 牛磺酸的药理作用[J]. 上海医药, 1996, 28(2): 154-156.
- [6] 邵清松, 周爱存, 黄瑜秋, 等. 不同移栽条件对金线莲组培苗成活率及生长的影响[J]. 中国中药, 2014(6): 955-958.
- [7] 洪琳, 邵清松, 周爱存, 等. 金线莲产业现状及可持续发展对策[J]. 中国中药, 2016(3): 553-558.
- [8] Li, X. (2018) Comparative Study of 1,1-Diphenyl-2-Picryl-Hydrazyl Radical (DPPH) Scavenging Capacity of the Antioxidant Xanthones Family. *Chemistry Select*, **3**, 13081-13086. <https://doi.org/10.1002/slct.201803362>
- [9] 童晨晓, 邹双全, 胡坤, 等. 废菌棒替代泥炭土对金线莲生长和品质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2020, 42(5):

- 915-922.
- [10] Terpin, P., Polak, T., Makuc, D., Ulrih, N.P. and Abramovič, H. (2012) The Occurrence and Characterisation of Phenolic Compounds in *Camelina Sativa* Seed, Cake and Oil. *Food Chemistry*, **131**, 580-589. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.033>
- [11] 王艳菊, 马建伟, 王曦茁. 葡萄籽原花青素对秀丽隐杆线虫抗衰老的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(20): 369-373.
- [12] Huang, R., Huang, Q., Wu, G., Chen, C. and Li, Z. (2017) Evaluation of the Antioxidant Property and Effects in *Caenorhabditis Elegans* of Xiangxi Flavor Vinegar, a Hunan Local Traditional Vinegar. *Journal of Zhejiang University-Science B*, **18**, 324-333. <https://doi.org/10.1631/jzus.b1600088>
- [13] 张孟丽. 戈宝麻叶片醇提物抗氧化活性及机制研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2018.
- [14] 金司仪, 张凡, 曹艳. 3 种常用防腐剂对秀丽隐杆线虫毒性作用的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(4): 905-909.
- [15] 张佳婵, 王昌涛, 刘瑶, 等. 沙棘粕醇提取物对秀丽隐杆线虫的抗衰老功效及其机制[J]. 食品科学, 2017, 38(23): 141-148.
- [16] 王晗, 米生权, 孙雅焯, 等. 壳寡糖对秀丽隐杆线虫寿命的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(1): 229-233.
- [17] 张晓寒, 赵江, 韩英, 等. 根皮素对秀丽隐杆线虫寿命的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(1): 187-196.
- [18] 陈红梅, 谢翎. 响应面法优化半枝莲黄酮提取工艺及体外抗氧化性分析[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 45-50.