

7 种红栎橡子萌发和幼苗生长特性比较

孔勇¹, 苏庆², 屈峰², 刘宝宣³, 易现峰^{1*} (1.曲阜师范大学生命科学学院, 山东曲阜 273165; 2.曲阜尼山国家森林公园管理服务

摘要 [目的]探究红栎树种的种子萌发和幼苗生长生物学特性。[方法]研究 7 种红栎橡子萌发 10、15、20、25 d 幼苗地上部和地下部干重、残留子叶干重、子叶动用率的变化,并对各指标进行线性回归分析。[结果]幼苗地上部和地下部干重、子叶动用率随着橡子萌发进程的推进逐渐增大,残留子叶干重随着萌发进程的推进逐渐降低。北美红栎、舒玛栎、纳塔栎幼苗的地上部和地下部干重、残留子叶干重显著大于南方红栎、沼生栎、柳叶栎和猩红栎。子叶动用率以猩红栎最大,纳塔栎和柳叶栎较低。红栎橡子的初始干重分别与萌发 25 d 后的地上部、地下部干重以及残留子叶干重呈显著正相关;橡子干重与子叶动用率之间无显著相关关系。[结论]该研究结果可为红栎穴盘育苗、容器苗大规模生产、引种繁育和栽培驯化技术提供理论支撑和指导。

关键词 红栎;橡子萌发;幼苗生长

中图分类号 S 792.18 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)18-0096-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.18.024

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Comparison of Acorn Germination and Seedling Growth Characteristics of Seven Red Oak Species

KONG Yong¹, SU Qing², QU Feng² et al (1.School of Life Science, Qufu Normal University, Qufu, Shandong 273165; 2. Management and Service Center of Qufu Nishan National Forest Park, Qufu, Shandong 273135)

Abstract [Objective]To explore the biological characteristics of seed germination and seedling growth of red oak species. [Method]The changes of aboveground and underground dry weight, residual cotyledon dry weight and cotyledon utilization rate of seedlings of 7 species of red oak acorns at 10, 15, 20 and 25 days of germination were studied, and the linear regression analysis of each index was carried out. [Result]The dry weight and cotyledon utilization rate of aboveground and underground parts of seedlings gradually increased with the progress of acorn germination, and the dry weight of cotyledon gradually decreased with the progress of germination. The aboveground and underground dry weight and residual cotyledon dry weight of *Quercus rubra*, *Q. shumardii*, *Q. nattallii* seedlings were significantly higher than that of *Q. falcata*, *Q. palustris*, *Q. phellos* and *Q. coccinea*. The utilization rate of cotyledon dry matter was the highest in *Q. coccinea*, and the lowest in *Q. nattallii*, *Q. phellos*. There was a significant positive correlation between the initial dry weight of acorn and the dry weight of aboveground, underground and residual cotyledon after 25 days of germination, respectively; There was no significant correlation between dry weight of acorn and cotyledon utilization rate. [Conclusion]The results of this study can provide theoretical support and guidance for hole plate seedling raising, large-scale production of container seedlings, introduction and breeding, and cultivation and domestication technology of red oak.

Key words Red oak; Acorn germination; Seedling growth

栎属(*Quercus*)植物在全球范围内广泛分布,是温带和亚热带的重要森林树种,可分为 3 种主要类型:白栎(*Sclerophyllodrys*)、红栎(*Erythrobalanus*)和中间类型(*Protobalanus*)^[1]。其中,红栎多为壳斗科栎属落叶乔木,树形高大,广泛分布于北美洲和欧洲。红栎适应性很强,木材材质优良,通常能生长成长寿巨树,树冠广展,栎叶久悬树体,五彩缤纷,极富色相,在用材、生物多样性、生态、环境美化等方面具有重要价值^[2]。红栎类树种多集中美洲东部地区,产区气候与中国东部气候比较相近。近年来,我国从美国东南部引进属于红栎组的纳塔栎、舒玛栎、沼生栎、柳叶栎等树种,在长江三角洲平原、山东、山西等多个地点和不同土壤类型条件下进行引种栽培研究^[3-5]。然而,从进程上来看,引种北美红栎类树种仍处于试验起步阶段^[6-7]。中国城市园林和城市林业发展势头正旺,但生物多样性较低,冬季景观色彩单一,彩叶树种缺乏,急需从适生性、观赏性和木材的可利用性等方面创建物种和景观的多样性。因此,加大北美红栎树种引种规模,不仅可以丰富绿化树种资源,优化森林结构,还有助于提高森林质量,对于促进森林的可持续经营发挥着重要

作用。

然而,目前有关红栎树种的种子萌发和幼苗生长生物学特性仍缺少系统性研究^[6-8]。鉴于此,笔者研究了北美红栎、南方红栎、沼生栎、舒玛栎、纳塔栎、柳叶栎和猩红栎 7 种红栎的橡子萌发和幼苗生长特性,旨在为红栎树种的穴盘育苗、容器苗大规模生产、引种繁育和栽培驯化技术提供理论支撑和实践指导。

1 材料与方法

1.1 供试材料 北美红栎、南方红栎、沼生栎、舒玛栎、纳塔栎、柳叶栎和猩红栎 7 种红栎的橡子,由山东省日照市东港区瑞丰苗木专业合作社代为从美国谢菲尔德(Sheffield)种子

1.2 试验方法

1.2.1 萌发试验。经 4℃贮藏 90 d 后,选取各红栎新鲜完好橡子在室内沙埋催芽 7 d。待胚根凸出橡壳 2~3 mm 时,随机选取每种红栎的 64 粒橡子,逐一称重后进行萌发试验。将 64 颗每种红栎的橡子随机播种在 4 个塑料托盘中。每个托盘有 2×8 个格子(长×宽×深:6 cm×6 cm×10 cm),内填满无营养的颗粒珍珠岩。将橡子平放在每个穴中,上覆珍珠岩 1 cm。将所有托盘置于室温下的培养架上培养,光照条件为 600~800 μmol/m²。定期浇水保持珍珠岩湿润,并变换托盘

基金项目 国家自然科学基金项目(32070447);山东省高等学校青创人才引育计划项目(20190601)。

作者简介 孔勇(1981—),男,山东曲阜人,助理实验师,从事动植物关系研究。*通信作者,教授,博士,从事协同进化研究。

收稿日期 2022-01-26;修回日期 2022-03-07

位置,避免不均匀光照等因素对橡子萌发和幼苗生长造成影响。

1.2.2 苗期管理。定期观察记录萌发进程,待上胚轴突破珍珠岩基质后,对每株幼苗进行标记编号,记录萌发时间。分别在上胚轴突破珍珠岩 10、15、20、25 d 时,随机选取 8 株幼苗进行形态学参数测量。小心将幼苗从珍珠岩基质中挖出,在流水下清洗附着的珍珠岩,用吸水纸吸去多余水分后将全株单独装入信封,在 70 ℃ 烘 48 h 至恒重,测量地上部、地下部以及残余子叶的干重,精确到±0.01 g。

1.3 测定项目与方法 萌发试验进行的同时,随机选取每种栎树 20 颗新鲜橡子,分别测定鲜重后,在 70 ℃ 烘 48 h 至恒重,再测定相应子叶干重。以确定每种栎树的橡子鲜重与相应子叶干重之间的回归方程,从而估算用于萌发试验的每粒新鲜橡子的子叶初始干重。将估算的每粒橡子的子叶初始干重与其幼苗相应的剩余子叶干重进行比较,了解每种栎树橡子在幼苗生长过程中子叶储备的动用情况。

子叶动用率=(新鲜橡子的子叶初始干重-幼苗相应的剩余子叶干重)/新鲜橡子的子叶初始干重×100%

1.4 数据处理 用 SPSS 18 以双因素方差分析确定地上部、地下部、残余子叶干重以及子叶动用率在不同红栎以及不同萌发时间上的差异。以线性回归分析橡子初始干重与地上部干重、地下部干重、残留子叶干重以及子叶动用率之间的相关关系。

2 结果与分析

2.1 不同红栎幼苗地上部和地下部生长情况

2.1.1 地上部。从图 1 可见,随着橡子萌发进程的推进,各红栎幼苗的地上部干重逐渐增大($F_{3,196}=72.66, P<0.001$),橡子萌发 25 d 后地上部干重接近最大值。不同红栎幼苗的地上部干重间差异极显著($F_{6,196}=59.28, P<0.001$),其中北美红栎、舒玛栎、纳塔栎幼苗的地上部干重显著大于南方红栎、沼生栎、柳叶栎和猩红栎($P<0.05$)。

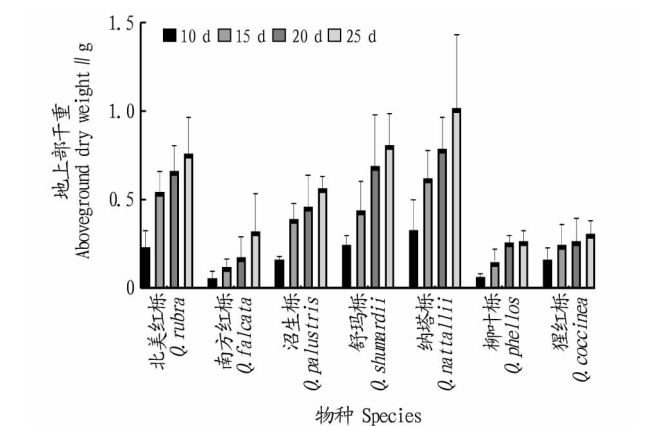


图 1 不同红栎幼苗地上部干重随萌发时间的变化
Fig.1 Variations in the aboveground dry weight of red oak seedling along acorn germination process

2.1.2 地下部。从图 2 可见,各红栎幼苗的地下部干重随着萌发进程的推进总体呈增大趋势($F_{3,196}=9.645, P<0.001$),南方红栎、舒玛栎、纳塔栎、柳叶栎、猩红栎的橡子萌发 25 d 后

地下部干重最大。不同红栎幼苗的地下部干重间差异极显著($F_{6,196}=75.29, P<0.001$),其中北美红栎、舒玛栎、纳塔栎幼苗的地下部干重显著大于南方红栎、沼生栎、柳叶栎和猩红栎($P<0.05$)。

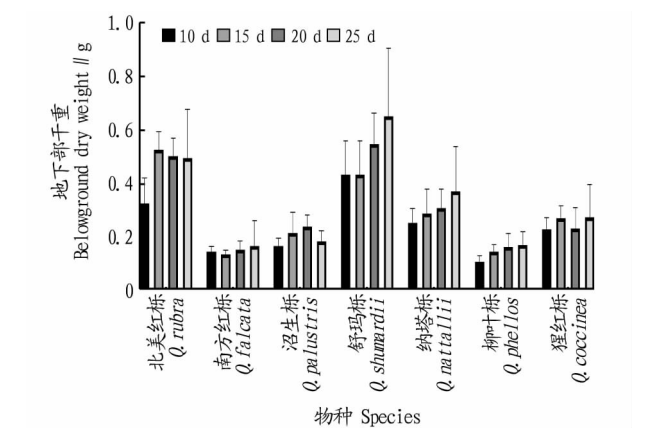


图 2 不同红栎幼苗地下部干重随萌发时间的变化
Fig.2 Variations in the belowground dry weight of red oak seedlings along acorn germination process

2.2 不同红栎幼苗残留子叶干重的变化 从图 3 可见,除了纳塔栎,各红栎幼苗残留子叶干重随着萌发进程的推进逐渐降低($F_{3,196}=62.38, P<0.001$),橡子萌发 25 d 后残留子叶干重最小。不同红栎幼苗的残留子叶干重差异极显著($F_{6,196}=218.9, P<0.001$),其中北美红栎、舒玛栎、纳塔栎幼苗的残留子叶干重显著大于南方红栎、沼生栎、柳叶栎和猩红栎($P<0.05$)。

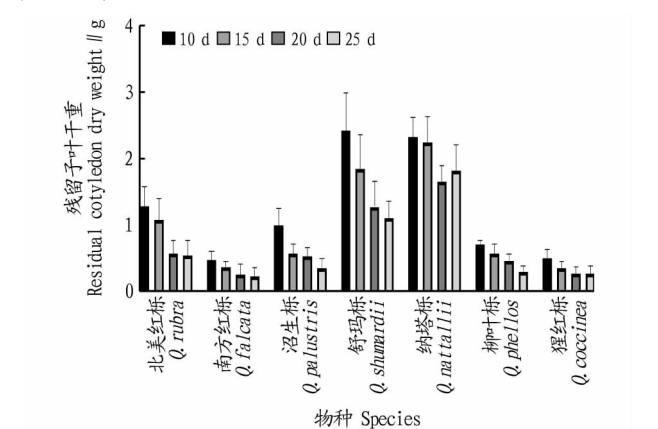


图 3 不同红栎幼苗残留子叶干重随萌发时间的变化
Fig.3 Variations in the dry residual cotyledons of red oak seedlings along acorn germination process

2.3 不同红栎幼苗子叶动用率的变化 从图 4 可见,各栎树幼苗的子叶动用率随着萌发进程的推进逐渐增加($F_{3,196}=155.8, P<0.001$),橡子萌发 25 d 子叶动用率达到最大。不同栎树幼苗的子叶动用率间差异显著($F_{6,196}=22.75, P<0.001$),其中猩红栎的子叶动用率最大,其次依次为北美红栎、南方红栎、沼生栎、舒玛栎、纳塔栎和柳叶栎的子叶动用率较低。

2.4 各指标线性回归分析 从图 5 可见,红栎橡子的初始干重分别与萌发 25 d 后的地上部干重、地下部干重以及残留子叶干重呈显著正相关($R^2=0.8734, P=0.002; R^2=0.6321, P=$

0.033; $R^2=0.874$ 1, $P=0.002$)。但是,各红栎的橡子初始干重与子叶动用率之间无显著相关关系($R^2=0.431$ 7, $P=0.109>0.05$)。

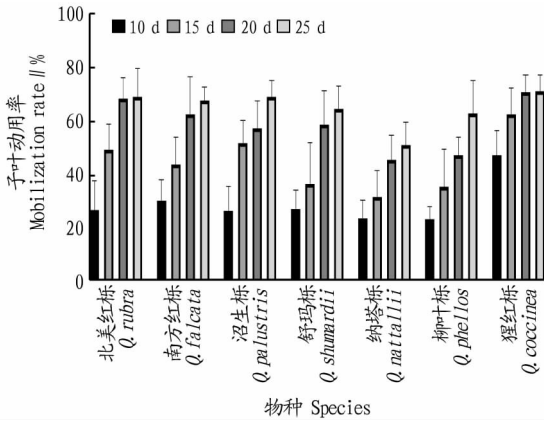


图4 不同红栎幼苗子叶动用率随萌发时间的变化

Fig.4 Variations in the mobilization rate of red oak seedling a-long acorn germination process

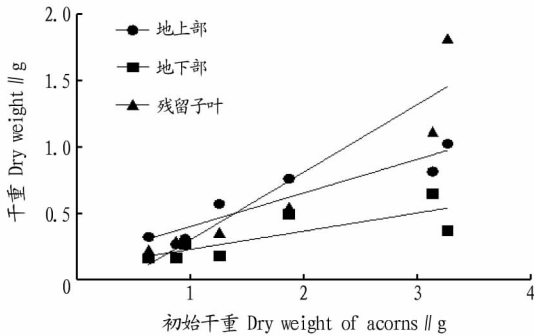


图5 不同红栎橡子初始干重与幼苗地上、地下部分干重、残留子叶干重及子叶动用率之间的关系

Fig.5 Relationships between initial acorns dry weight, aboveground dry weight, belowground dry weight, and mobilization rate of red oak cotyledons

初始干重与子叶动用率之间的相关性。因此,对于7种红栎来说,橡子大小而非子叶动用率是影响一年生红栎幼苗的关键因素。

该研究结果表明,在红栎的引种栽培过程中尽量选取较大的橡子进行实生苗繁育,产生大苗、壮苗。另外,由于红栎一年生幼苗对子叶干物质的高度依赖性,不推荐在利用橡子繁育栎树幼苗初期添加大量外部营养。

参考文献

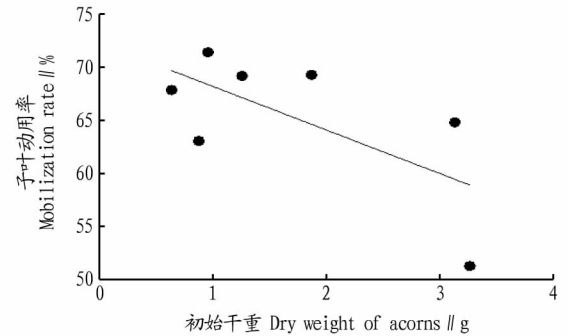
- [1] TUTIN T G, HEYWOOD V H, BURGESS N A, et al. *Flora Europaea*: Vol 1 [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1964.
- [2] 段丽君, 赵翔宇, 张津魁, 等. 3种红栎树种引种研究及园林应用[J]. 园艺与种苗, 2020, 40(11): 21-22, 26.
- [3] 黄利斌, 李晓储, 汪企明, 等. 7种国外栎树引种育苗期试验初报[J]. 江苏林业科技, 2003, 30(1): 1-4.
- [4] 段丽君, 张津魁, 李修堂, 等. 欧洲红栎在山西临汾引种栽培试验[J]. 天

3 讨论

该研究结果表明,7种红栎橡子在萌发过程中子叶的干物质迅速被动用。在橡子萌发25 d后,子叶中70%以上的干物质被转移,供给幼苗生长。栎属植物子叶营养快速转移动用,有利于橡子在不利的环境条件下快速萌发并定植。相关研究表明^[8],栎属植物的一年生幼苗主要依赖子叶的营养,而土壤中的营养对幼苗生长贡献较小。因此,大多数栎属植物产生较大的橡子是其适应环境的进化特征^[9]。

该研究中,北美红栎、舒玛栎、纳塔栎的橡子初始干重大于南方红栎、沼生栎、柳叶栎和猩红栎。与之相呼应的是,北美红栎、舒玛栎、纳塔栎的橡子萌发后形成较大的幼苗,而且橡子初始干重与幼苗的地上部和地下部分干重均呈正相关关系。这印证了之前在其他植物类群上的研究结果,即在种间或种内水平上,大种子均能产生较大的幼苗^[10-11]。

尽管7种红栎子叶中70%以上的干物质在橡子萌发25 d后被转移,但子叶动用率存在明显的种间差异。与橡子初始干重与幼苗干重之间的正相关关系不同,该研究未发现橡子



津农业科学, 2020, 26(4): 68-71.

- [5] 孙晓妮, 林登峰, 李斌, 等. 临沂地区红栎引种试验研究[J]. 陕西林业科技, 2018, 46(4): 71-73.
- [6] 段丽君, 张津魁, 丁献华. 秋色叶树种猩红栎引种试验[J]. 黑龙江农业科学, 2020(5): 81-83.
- [7] 尤禄祥, 张夕飞, 田西龙, 等. 红栎树种资源与园林应用前景[J]. 西部林业科学, 2020, 49(2): 10-16.
- [8] YI X F, WANG Z Y. The importance of cotyledons for early-stage oak seedlings under different nutrient levels: A multi-species study [J]. *Journal of plant growth regulation*, 2016, 35(1): 183-189.
- [9] YI X F, WANG Z Y, LIU C Q, et al. Acorn cotyledons are larger than their seedlings' need: Evidence from artificial cutting experiments [J]. *Scientific reports*, 2015, 5: 1-6.
- [10] YI X F, ZHANG J X, WANG Z Y. Large and small acorns contribute equally to early-stage oak seedlings: A multiple species study [J]. *European journal of forest research*, 2015, 134(6): 1019-1026.
- [11] 武高林, 杜国祯. 植物种子大小与幼苗生长策略研究进展[J]. 应用生态学报, 2008, 19(1): 191-197.