

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2021.07.009

重庆喀斯特地区适生植物种子 大小分布及吸水特征

段启辉^{1,2}, 刘俊婷², 李素慧²,
彭榜元², 龙云², 刘锦春²

1. 重庆市育才中学, 重庆 400050; 2. 三峡库区生态环境教育部重点实验室/西南大学 生命科学学院, 重庆 400715

摘要: 对重庆典型喀斯特地区中梁山海石公园内 21 种适生植物成熟种子的形态、大小及吸水规律进行了研究. 结果表明: 1) 该地区种子形态多趋近圆(球)形, 部分种子有附属结构. 2) 种子的长度为 1.278~14.946 mm, 宽度为 0.771~7.012 mm, 长宽比为 1.092~13.422; 种子千粒质量分布为 0~400 g, 且集中分布在 0~50 g 区间内. 3) 种子吸水总体呈现先快后慢的特征, 不同植物种子吸水率差别较大. 可见, 该地区适生植物种子多呈圆形或有附属结构以利于扩散, 总体上采取小种子“r 繁殖策略”及快速吸水等来适应干旱缺水、异质多样的喀斯特生境特征.

关键词: 石灰岩; 植被恢复; 种子形态; 种子大小; 千粒质量

中图分类号: Q948.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-9868(2021)07-0068-06

种子作为植物的繁殖体, 其颜色、形态、大小、吸水规律等基本属性影响种子的散布距离、散布方式和散布特点, 从而深刻影响植被的更新速率和更新格局^[1]. 一方面, 种子大小是植物重要的生活史特征之一, 既受遗传控制, 也受环境影响. 如随着生境破碎化的加剧, 伊犁郁金香的种子体积变小, 质量变轻^[2]. 而另一方面, 种子大小也会影响幼苗的存活和生存竞争力. 有研究表明, 大种子在逆境条件下通过产生较大的幼苗来提高其竞争能力, 而小种子形成的幼苗较小, 死亡率高^[3], 但是较小的种子在逃避被动物采食和形成土壤种子库方面具有优势^[4]. 种子萌发是植物生长的开端, 种子吸水又是种子萌发的重要条件之一, 在外界条件满足生长需求时, 种子能否达到其吸水饱和点对其萌发至关重要, 这对幼苗的成功定植和环境适应具有重要的生态学意义^[5].

喀斯特地区土被不连续, 水分渗漏严重, 土壤蓄水和持水能力差, 常常发生岩溶干旱^[6]. 西南喀斯特地区植被严重退化, 植物种子萌发和幼苗生长受到阻碍, 植物更新困难, 给生态系统结构和生态功能的发挥带来一系列的问题^[7]. 目前喀斯特植被恢复研究多集中在土壤、水分等环境因子对植物生长的影响^[8]或

收稿日期: 2020-06-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(31500399); 中央高校基础业务费基金项目(XDJK2020B037).

作者简介: 段启辉, 中学高级教师, 主要从事生物学的研究.

通信作者: 刘锦春, 教授, 硕士研究生导师.

关注适生植物的筛选来进行植被的恢复^[9]等方面, 对喀斯特地区种子生态研究较少. 因此, 本课题通过对喀斯特地区适生植物的种子形态、大小和吸水规律等生态特征的研究, 试图探究其对喀斯特生境的适应, 以期对喀斯特地区植被恢复提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区海石公园(106°18′~106°56′E, 29°39′~30°03′N)位于重庆沙坪坝区中梁镇歌乐山北部环形山麓, 平均海拔 500 m 以上, 年均降水量 1 000~1 300 mm, 年平均气温 16.8 ℃, 属于亚热带湿润季风气候区. 该地区为典型的喀斯特地貌, 植被以 1 年生草本和多年生灌木为主. 草本优势种有败酱草、苕草、野胡萝卜、鬼针草、小飞蓬、接骨草、苍耳、青葙、商陆; 藤本常见种为乌敛莓、白英、蛇葡萄; 主要灌木优势种为铁仔、黄荆、荚蒾、火棘、盐肤木、小果蔷薇; 偶见乔木种有乌柏和罗浮柿.

1.2 研究方法

1.2.1 实验材料采集

于 2017 年 9—12 月, 分多次采集该研究区域内的优势(适应)物种果实(种子). 共采集到 21 种, 占到该区域总物种数的 80% 以上. 将采集样品去除杂质, 肉果、浆果类果实去除果皮分出种子, 颖果、瘦果类难分离出种子的物种以果实作为分析对象. 所有去除杂质的种子和果实根据类型不同分别放入透气网袋、纸袋、自封袋中于 4 ℃ 冷藏保存.

1.2.2 指标测定

种子形态和大小测定: 随机挑选发育良好的成熟种子或果实置于体视显微镜下, 观察种子或果实的形态、颜色并拍照, 用 Image-pro plus 软件分析图片, 测定种子或果实的长和宽, 每一物种 10 个重复, 取其平均值.

千粒质量测定: 分别用百粒法(大种子)和千粒法(小种子)测定种子千粒质量. 先对采收的种子进行种子净度分析, 然后随机取 100 粒或 1 000 粒净种子称质量, 每一试样 8 个重复, 重复间变异系数 $CV < 0.4$ 时测定值有效, 取重复平均值.

种子吸水规律测定: 每个物种挑选大小均匀的种子 1 000 粒, 在天平(精度为 1/10 000)上准确称质量, 然后室温下置于小烧杯中加水浸泡, 前 12 h 内每小时取出种子称质量 1 次, 12 h 后, 每 12 h 称质量 1 次, 共监测 60 h. 取出种子时, 用滤纸快速吸干种子表面水分, 准确称质量, 3 次重复. 采用称质量法测定种子吸水进程. 种子吸水率(W_m)为

$$W_m = (W_{m1} - W_{m0}) / W_{m0} \times 100\%$$

其中, W_{m1} 为吸水后种子质量, W_{m0} 为风干种子质量. 云实、盐肤木、罗浮柿的种子硬实率较高, 种子在 150 h 后吸水率未达 1%, 故未绘制吸水曲线, 而勾儿茶、南天竺、小果蔷薇、白英、龙葵共计 5 种植物种子采取水洗法分离种子, 故未测定吸水率.

1.2.3 数据处理

利用 SPSS 17.0 软件对数据进行分析, 使用 origin 8.6 软件作图.

2 结 果

2.1 果实或种子形态

本次调查的 21 种植物, 果实类型多样化, 分别有浆果、瘦果、荚果、蒴果、核果、梨果、胞果, 果实和种子形态整体趋向圆(球)形(表 1), 而鬼针草、苍耳、金樱子等果实多具有附属结构.

表 1 果实和种子的形态

物种	科	果实类型	果实颜色	果实形态	种子形态
罗浮柿	柿科	浆果	橙红色	圆球形	狭长三棱柱形
鬼针草	菊科	瘦果	褐至黑色	狭长针形	狭长针形
苍耳	菊科	瘦果	浅褐色	卵圆形	狭长扁圆形
云实	豆科	荚果	灰至褐色	卵圆形	卵圆球形
乌桕	大戟科	蒴果	褐色	圆球形	圆球形
莢蒾	忍冬科	浆果	红至黑色	卵圆形	扁圆球形
银合欢	豆科	荚果	黄至褐色	扁圆形	扁圆形
勾儿茶	鼠李科	核果	红至黑色	圆球形	狭长卵圆球形
冬青	冬青科	核果	蓝靛至黑色	狭长卵圆形	狭长扁三棱形
乌敛莓	葡萄科	浆果	黑色	圆球形	不规则贝壳形
金樱子	蔷薇科	梨果	红色	灯笼球形	不规则三棱柱形
爬山虎	葡萄科	浆果	紫黑色	圆球形	圆球形
黄荆	马鞭草科	核果	黄褐色	圆球形	圆球形
南天竺	小檗科	浆果	红色	圆球形	扁圆球形
盐肤木	漆树科	核果	红褐色	卵圆球形	不规则扁圆形
商陆	商陆科	浆果	紫黑色	扁球形	不规则球形
小果蔷薇	蔷薇科	核果	红色	圆球形	三棱扁圆形
白英	茄科	浆果	红至黑色	圆球形	扁圆形
火棘	蔷薇科	梨果	红色	圆球形	狭长棱柱形
青葙	苋科	胞果	黑色	卵圆形	扁圆形
龙葵	茄科	浆果	黑色	圆球形	扁圆形

2.2 种子大小

种子长度在 1.278~14.946 mm，集中分布在 2~10 mm 内，共占比 80.2%。种子宽度为 0.771~7.012 mm，集中分布在 1~4 mm 内，共占比 66.9%。长宽比为 1.092~13.422，主要分布在 0~3 的范围，集中分布在 1~2 之间，即总体上呈现围绕 1 波动的规律，少数种子长宽比较大，如鬼针草和冬青(表 2)。

表 2 种子的大小

物种	长/mm	宽/mm	长宽比	千粒质量/g
罗浮柿	14.946±0.531	7.012±0.294	2.149±0.080	374.168±7.282
鬼针草	10.146±0.242	0.771±0.038	13.422±0.658	264.404±3.582
苍耳	9.558±0.243	3.426±0.147	2.829±0.126	147.259±4.328
云实	8.996±0.177	5.080±0.140	1.787±0.075	37.264±0.403
乌桕	8.116±0.087	5.852±0.089	1.389±0.014	33.470±0.336
莢蒾	7.003±0.218	3.740±0.148	1.887±0.063	32.320±1.040
银合欢	6.338±0.152	3.648±0.201	1.766±0.063	31.118±0.223
勾儿茶	6.130±0.227	2.591±0.085	2.469±0.142	24.608±0.724
冬青	5.368±0.180	1.066±0.015	5.042±0.179	24.530±0.226
乌敛莓	4.998±0.210	3.421±0.092	1.476±0.086	19.681±0.352
金樱子	4.295±0.439	1.889±0.139	2.255±0.150	12.194±0.161
爬山虎	4.625±0.107	4.207±0.102	1.102±0.029	12.156±0.073

续表 2

物种	长/mm	宽/mm	长宽比	千粒质量/g
黄荆	4.218±0.190	2.791±0.082	1.516±0.065	11.119±0.104
南天竺	3.756±0.065	2.986±0.117	1.287±0.085	9.491±0.070
盐肤木	3.687±0.066	2.478±0.046	1.492±0.039	5.854±0.061
商陆	2.845±0.116	2.459±0.044	1.156±0.043	4.957±0.058
小果蔷薇	2.336±0.074	1.320±0.084	1.836±0.128	2.165±0.023
白英	2.210±0.030	2.028±0.034	1.092±0.023	1.285±0.004
火棘	1.930±0.083	0.928±0.086	2.265±0.267	0.953±0.012
青葙	1.462±0.028	1.287±0.016	1.138±0.030	0.447±0.023
龙葵	1.278±0.046	0.953±0.027	1.352±0.069	0.266±0.001

种子千粒质量集中分布在 0~50 g 范围内, 在此范围内的物种有 18 个. 罗浮柿种子最重, 千粒质量达 374.168 g, 龙葵种子最轻, 其千粒质量为 0.266 g(表 2). 种子千粒质量分别与种子的长和宽有显著正相关, 与长宽比不具有显著相关性(表 3).

表 3 种子千粒质量与种子大小之间的相关性

项 目	千粒质量	项 目	千粒质量
长	0.707 **	长宽比	-0.118
宽	0.782 **		

注: ** 表示 $p<0.01$, 差异有统计学意义.

2.3 种子吸水率

种子吸水规律整体呈现 S 型趋势, 分为快速吸水期、慢速吸水期和平稳期, 不同植物种子吸水率差别明显. $0<T\leq 6$ h 为种子的快速吸水期, $6<T\leq 12$ h 为种子的缓慢吸水期, $T>12$ h 后为平稳期(T 为吸水时间). 种子最终饱和吸水率的分布区间为 3%~117%, 总体无集中分布的特点(图 1). 鬼针草、苍耳、乌敛莓、莢蒾的种子吸水最明显, 在 10 h 时其吸水率分别达到 100%, 61%, 50% 和 43%; 爬山虎、商陆、火棘、金樱子、乌柏、黄荆的种子吸水不明显, 在 10 h 时其吸水率分别为 8%, 9%, 16%, 16%, 19%, 22%; 银合欢种子的吸水最不明显, 在 6 h 内几乎没有吸水(图 1).

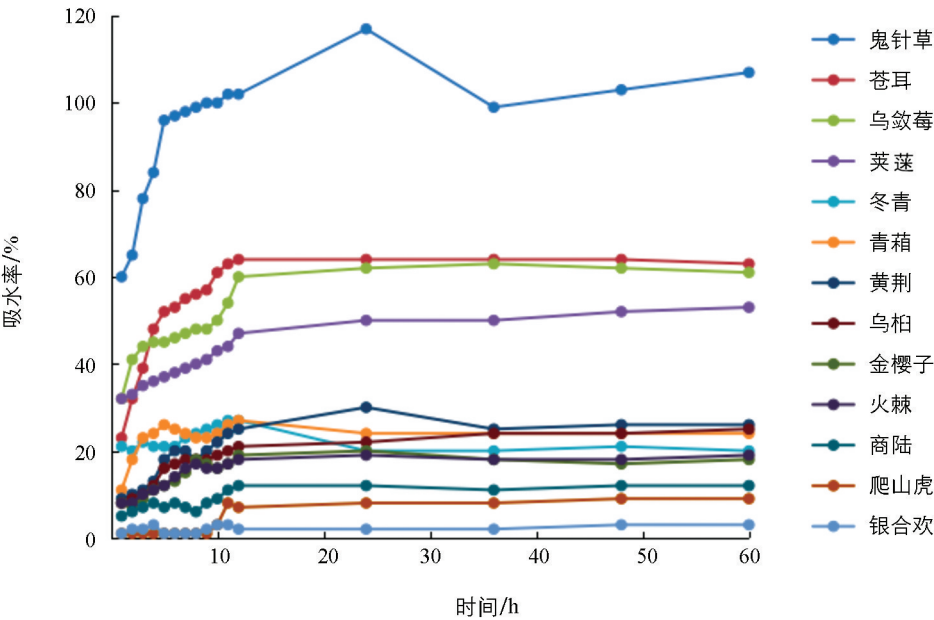


图 1 种子吸水率

3 讨 论

在本研究区域中,种子形态呈现出总体一致性、微形态多样性的特点.植物果实或种子形态有两种情况,一类是形态趋近圆球形或卵圆球形,另一类则具有附属结构.圆形的果实或种子利于其野外传播,可以帮助植物增加其子代生境的多样性,利于植物在斑块化的喀斯特生境中生存,而果实附属结构能够通过动物帮助扩散到离母体更远的环境中去,从而增加子代存活的机会.

种子的千粒质量与种子的长度、宽度具有高度相关性,但是与种子长宽比关联不大,这是因为一方面同一种种子在长度或宽度不变的情况下,种子千粒质量自然会随着另一因素的增大而增加;另一方面,种子千粒质量集中分布在 0~50 g 的范围内,说明研究区内大部分种子为小种子,种子整体形态变化范围也较小.种子往往是围绕母株进行扩散,喀斯特高度的生境异质性和岩溶干旱增大了种子扩散后萌发失败的风险,因此环境会筛选出更多的产生小而多种子的物种.一般而言,一年生草本往往选择“r 繁殖策略”,即产生小而多的种子,而在荒漠化的生境中植物也倾向于产生小种子^[10].因此研究区内植被朝着 1 年生草本及多年生小灌木的方向演替,种子朝着小种子的方向进化.

本研究中鬼针草、苍耳、乌敛莓和莢蒾种子吸水率均较高,说明这 4 种植物种子为水分敏感型,植物会采取爆发型的萌发对策^[11].银合欢种子的吸水曲线变化特殊,这可能与银合欢种子的种皮有关,在种子吸水前期,种皮较硬阻碍了种子对水分的吸收,而在 60 h 以后种皮在水分浸泡下变软从而种子快速吸水达到饱和(数据未给出).爬山虎、商陆、火棘、金樱子、乌柏、黄荆种子吸水率缓慢,说明这 6 种植物种子为水分迟钝型,植物会倾向于稳定型的萌发对策.据此推测,在喀斯特生境条件下,相比较于宽而浅的土层,爆发型萌发对策的种子在窄而深的土层中萌发率会大大提高.而稳定型萌发对策的植物,如果最终吸水率较低,那么土壤水分对其萌发的影响可能会不显著;如果最终吸水率高,那么在种子整个萌发期如遇降水量不足则会对种子萌发造成阻碍.

总之,在喀斯特地区,能在较短时间内完成萌发前吸水过程或对水分需求不大的物种,或具有较小种子的草本类群植物有更大的优势,对该地区的前期植被更新及生境恢复可能具有更大的贡献.

参考文献:

- [1] 马 骥,李俊祯,晁 志,等. 64 种荒漠植物种子微形态的研究 [J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 2003, 26(2): 109-115.
- [2] 郭 丽,吴 玲,王绍明,等. 破碎化生境中伊犁郁金香种群种子形态特征和萌发特性的适应性演化 [J]. 种子, 2015, 34(9): 1-5, 10.
- [3] 郭有燕,刘宏军,余宏远,等. 种子大小和干旱胁迫对文冠果幼苗生长的影响 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2016, 44(8): 143-147.
- [4] 武高林,杜国祯,尚占环. 种子大小及其命运对植被更新贡献研究进展 [J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1969-1972.
- [5] 罗光宏,王 进,颜 霞,等. 干旱胁迫对唐古特白刺(*Nitraria tangutorum*)种子吸胀萌发和幼苗生长的影响 [J]. 中国沙漠, 2014, 34(6): 1537-1543.
- [6] 林艳华,梁千慧,刘锦春. 喀斯特地区适生树种复羽叶栎树幼苗对干旱胁迫下异质生境的生长和光合响应 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41 (8): 20-26.
- [7] 周炼川,陈效民,李孝良,等. 西南喀斯特地区不同石漠化阶段土壤物理参数的变异研究 [J]. 地球科学与环境学报, 2010, 32(2): 195-199.
- [8] 李 周,赵雅洁,宋海燕,等. 不同水分处理下喀斯特土层厚度异质性的对两种草本叶片解剖结构和光合特性的影响 [J]. 生态学报, 2018, 38(2): 721-732.

- [9] 邓彭艳, 陈洪松, 聂云鹏, 等. 桂西北喀斯特地区菜豆树和红背山麻杆旱、雨季光合特性比较 [J]. 生态学杂志, 2010, 29(8): 1498-1504.
- [10] 靳瑰丽, 鲁为华, 王树林, 等. 绢蒿荒漠植物种子大小、形状变异及其生态适应特征 [J]. 草业学报, 2018, 27(4): 150-161.
- [11] 张进国, 王普昶, 王慧慧, 等. 喀斯特山区乡土灌木种子吸胀与萌发特性 [J]. 贵州农业科学, 2014, 42(7): 134-138.

Seed Size and Water Absorption Characteristics of Adaptive Plants in a Typical Karst Region of Chongqing

DUAN Qi-hui^{1,2}, LIU Jun-ting², LI Su-hui²,
PENG Bang-yuan², LONG Yun², LIU Jin-chun²

1. Chongqing Yucai Middle School, Chongqing 400050, China;

2. Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region (Ministry of Education)/
School of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: The study of the seed adaptability to karst habitat is very important for guiding the work of restoration of karst vegetation. An investigation was made about the seed morphology and size indexes, such as length, width and 1 000-grain weight, of the mature seeds of 21 adaptive plants in Haishi Park, a typical karst area in Chongqing, China. The results showed that their seeds were generally small; seed morphology tended to be orbicular (spherical) in shape and some seeds had subsidiary structures. The length, width and length/width ratio of the seeds varied in the ranges of 1.278—14.946 mm, 0.771—7.012 mm, and 1.092—13.422, respectively. Their 1 000-grain weight ranged from 0 to 400 g, mostly in the range of 0—50 g. Seed water absorption generally showed a trend of “a rapid rise first followed by a slow drop”. There were significant differences in seed water absorption rate among different plants. Therefore, the seeds of adaptive plants in this karst region were mostly round or had subsidiary structures to facilitate their diffusion. Generally, these plants adopted the “r” strategy and rapid water absorption to adapt to the dry and heterogenous habitat in karst areas.

Key words: limestone; vegetation restoration; seed morphology; seed size; 1 000-grain weight

责任编辑 周仁惠