

种子生态学：种子在群落中的作用

黄振英^{1*} 曹 敏² 刘志民³ 王 雷⁴

¹中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093; ²中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303; ³中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; ⁴中国科学院新疆生态与地理研究所荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 乌鲁木齐 830011

Seed ecology: roles of seeds in communities

HUANG Zhen-Ying^{1*}, CAO Min², LIU Zhi-Min³, and WANG Lei⁴

¹State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China; ²Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla, Yunnan 666303, China; ³Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China; and ⁴State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Ürümqi 830011, China

种子是指由胚珠发育而成的繁殖器官。在生态学研究, 其涵义要比植物学上种子的概念宽泛, 有时也指果实。作为种子植物生活史的一个重要阶段, 种子从其发生、发育到成熟、传播、萌发以至成苗都与周围的环境紧密联系着。因而种子生态学是研究种子与其环境相互关系的科学。种子生态学的研究内容主要包括: 种子发育与成熟的环境调节(生殖分配和结实格局)、种子性状、种子捕食、种子传播(包括种子雨)、种子库、种子休眠、种子萌发、幼苗建成和种群更新等, 其中种子传播、土壤种子库、种子休眠与萌发是研究的核心内容。种子生态学研究中所指的环境不仅包括光照、温度、水分、风、火等非生物环境, 也包括植物、动物和微生物等生物环境。这些环境因子单独或者综合影响一个或多个种子生态学过程。例如, 温度不仅会影响休眠种子的休眠水平和萌发速度, 而且可能会影响子代种子的成熟时间, 从而影响幼苗的建成。

作为植物生态学的重要研究内容之一, 种子生态学能够解释植物群落结构与功能性方面的诸多基础性问题。例如, 对土壤种子库与地上植被的时空动态关系的研究能够揭示植物种群或群落的更新机制, 而种子休眠特性的进化适应机制本身就是进化生态学理论的重要组成部分。此外, 种子生态学并不是纯理论的学科, 它本身又具有指导生产实践的应用价值。例如, 根据种子生态学的相关理论能够指导高产优质农业生产播种育苗的逆境萌发问题、植物引种驯化中种苗对地理的适应性问题, 同时还能够为草场管理、造林育种、田间杂草的防

治、生物多样性保护和生物入侵的防治等提供生理生态学信息。另外, 当气候变化和人类活动对植被和环境造成巨大损害时, 种子也是植被恢复和重建的关键, 因为在种族延续上, 种子既是遗传信息的保存者与传递者, 也是植物在环境胁迫中保证物种繁衍的适应策略。

1972年在英国诺丁汉大学召开首次种子生态学会议, 来自各国的植物遗传学、生态学、农业与园艺学、环境物理学、微生物与植物病理学, 以及种子生理和生化等各领域的专家学者交流探讨了种子生态领域的各方面问题, 随后由Heydecker (1973)编辑出版的《Seed Ecology》论文集是第一部种子生态学专著, 标志着种子生态学学科的产生。经过几十年的发展, 种子生态学研究日趋完善和成熟。这主要体现在诸多种子生态学论著的出版、种子生态学专业期刊的诞生和国际种子生态学学术会议的发起上。Harper (1977)在《Population Biology of Plants》这部经典著作对种子雨、种子休眠、种子库、捕食和幼苗更新等做了详细的阐述。van der Pijl (1982)编著的《Principles of Dispersal in Higher Plants》对种子的传播途径进行了细致的分类, 并分析了传播策略与生物群落和建成的关系。Leck等 (1989)编著的《Ecology of Soil Seed Banks》则是首次对土壤种子库生态学研究理论、方法以及应用等方面的系统总结。Guterman (1993, 2002)在《Seed Germination in Desert Plants》和《Survival Strategies of Annual Desert Plants》两本专著中详尽分析了以色列内盖夫荒漠各种环境因子(水分、温度、光照等)

对种子的发育、传播、捕食、萌发等的影响。Baskin和Baskin (1998)编写的《*Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*》对种子休眠和萌发的分类、生物地理学和进化进行了系统阐述和总结。Fenner (2000)编著的《*Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*》以及Fenner和Thompson (2005)合编的《*The Ecology of Seeds*》从植物群落更新的角度对种子生态学的研究内容进行了系统阐述。在专业期刊方面,《*Seed Science Research*》和《*Seed Science and Technology*》等为种子生态学家提供了集中交流的平台。此外,《*PNAS*》和《*Annals of Botany*》等期刊都曾出版过种子生态学的专辑。如今,国内外许多生态学期刊都在持续发表大量有关种子生态的文章。在国际会议方面,由国际种子科学学会主办的国际种子生态学学术研讨会已经相继在希腊、澳大利亚和美国召开了三届(黄振英, 2010)。

种子生态学近年来在国内发展很快,研究主要集中在种子的传播和萌发(Huang *et al.*, 2004a; Yu *et al.*, 2008; Wang & Chen, 2009; Liu *et al.*, 2011), 种子异型性对休眠和萌发的影响(Wei *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2008; Lu *et al.*, 2010; Yao *et al.*, 2010), 种子黏液对萌发和幼苗生长的影响(Huang *et al.*, 2004b; Yang *et al.*, 2010; Yang *et al.*, 2012), 森林种子雨(杜彦君和马克平, 2012)、土壤种子库(Cao *et al.*, 2000; Tang *et al.*, 2006)和土壤种子库在森林植被中的生态恢复(Wang *et al.*, 2009), 以及沙区植物土壤种子库和植冠种子库(Yan *et al.*, 2005)等方面的研究。另外,于顺利等(2007a, 2007b)综述了土壤种子库的分类系统、种子重量生态学的研究进展。

随着我国种子生态学研究的深入,我国科学家在种子生态学领域的研究越来越受到国际同行的关注和认可。第四届国际种子生态学学术会议和第十一届国际种子科学大会将分别于2013年6月在辽宁沈阳和2014年10月在湖南长沙举行。为此,我们希望在两个国际学术会议召开的前夕,出版一期以“种子生态学”为主题的专辑,集中报道我国科研人员在种子生态学领域取得的最新研究成果。

本期刊出的种子生态学专辑共收录了23篇论文,其中包括19篇研究论文、4篇研究综述。读者可以从中大致了解我国种子生态学研究的现状和进展。这些论文分别对种子雨和种子传播、种子大小、

土壤种子库、种子休眠、种子萌发、幼苗建成和种子内生菌等等进行了研究。研究不仅有室内模拟实验,也有长期定位实验;不仅有野外调查,也有模型研究。但是这些研究只是国内种子生态学研究的一小部分,尚不能完全反映出国内外研究的热点和关键科学问题。例如,本专辑缺少种子的母体影响、种子捕食和种子的动物传播等内容。本专辑涉及一些比较特殊的种子生态学现象,比如,种子异型性、种子共生萌发、顽拗性种子的生理生态特性、种子内生菌等,这些现象都值得进一步研究。

种子生态学和普通生态学一样,主要研究途径包括调查与观察、实验测定和理论分析三方面。野外观察和调查是种子生态学研究的基本方法。本专辑中有9篇论文运用了这一方法。野外控制实验和室内实验能够进一步完善野外的观察和调查、检验理论假设,是种子生态研究的重要途径。本专辑中大部分论文都运用了这一方法。理论分析是野外观察、野外控制实验和室内实验的进一步提升,可以解释观察到的现象和实验结果,但这一方面内容在本专辑中尚未得到充分体现。种子生态学今后的研究应注重野外的观察与调查,并加强理论分析。

从国际种子生态学发展的趋势来看,建议我国种子生态学家今后关注以下几方面的研究工作: 1) 全球变化对结实、休眠、种子萌发和幼苗建成的影响; 2) 结合种质资源库来分析种子形态、大小、成分等性状的地理变异规律; 3) 种子的长距离传播和二次传播; 4) 种子与土壤微生物的关系; 5) 种子内生菌的作用; 6) 种子休眠和萌发的分子生态学机制; 7) 母体影响与种子休眠、萌发和寿命; 8) 种子传播前和传播后捕食; 9) 种子在土壤中的命运; 10) 种子库与植被恢复。

参考文献

- Baskin CC, Baskin JM (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, USA.
- Cao M, Tang Y, Sheng CY, Zhang JH (2000). Viable seeds buried in the tropical forest soils of Xishuangbanna, SW China. *Seed Science Research*, 10, 255–264.
- Du YJ (杜彦君), Ma KP (马克平) (2012). Advancements and prospects in forest seed rain studies. *Biodiversity Science* (生物多样性), 20, 94–107. (in Chinese with English abstract)
- Fenner M (2000). *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities* 2nd edn. CABI Publishing, Wallingford,

- UK.
- Fenner M, Thompson K (2005). *The Ecology of Seeds*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Guterman Y (1993). *Seed Germination of Desert Plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Guterman Y (2002). *Survival Strategies of Annual Desert Plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Harper JL (1977). *Population Biology of Plants*. Academic Press, New York.
- Heydecker W (1973). *Seed Ecology: Proceedings of the Nineteenth Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham, 1972*. Butterworths, London.
- Huang ZY (黄振英) (2010). The Third International Society for Seed Science Meeting on Seeds and the Environment was held in Salt Lake City, USA. *Chinese Journal of Plant Ecology* (植物生态学报), 34, 1006. (in Chinese)
- Huang ZY, Dong M, Guterman Y (2004a). Factors influencing seed dormancy and germination in sand, and seedling survival under desiccation, of *Psammochloa villosa* (Poaceae), inhabiting the moving sand dunes of Ordos, China. *Plant and Soil*, 259, 231–241.
- Huang ZY, Guterman Y, Osborne DJ (2004b). Value of the mucilaginous pellicle to seeds of the sand-stabilizing desert woody shrub *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae). *Trees: Structure and Function*, 18, 669–676.
- Leck MA, Parker TV, Simpson RL (1989). *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, San Diego, USA.
- Liu K, Baskin JM, Baskin CC, Bu HY, Liu MX, Liu W, Du GZ (2011). Effect of storage conditions on germination of seeds of 489 species from high elevation grasslands of the eastern Tibet Plateau and some implications for climate change. *American Journal of Botany*, 98, 12–19.
- Lu JJ, Tan DY, Baskin JM, Baskin CC (2010). Fruit and seed heteromorphism in the cold desert annual ephemeral *Dip-tychocarpus strictus* (Brassicaceae) and possible adaptive significance. *Annals of Botany*, 105, 999–1014.
- Tang Y, Cao M, Fu XF (2006). Soil seedbank in a dipterocarp rainforest in Xishuangbanna, Southwest China. *Biotropica*, 38, 328–333.
- van der Pijl L (1982). *Principles of Dispersal in Higher Plants* 3rd edn. Springer-Verlag, New York.
- Wang B, Chen J (2009). Seed size, more than nutrient or tannin content, affects seed caching behavior of a common genus of Old World rodents. *Ecology*, 90, 3023–3032.
- Wang J, Ren H, Yang L, Li DY, Guo QF (2009). Soil seed banks in four 22-year-old plantations in South China: implications for restoration. *Forest Ecology and Management*, 258, 2000–2006.
- Wang L, Huang ZY, Baskin CC, Baskin JM, Dong M (2008). Germination of dimorphic seeds of the desert annual halophyte *Suaeda aralocaspica* (Chenopodiaceae), a C₄ plant without Kranz anatomy. *Annals of Botany*, 102, 757–769.
- Wei Y, Dong M, Huang ZY (2007). Seed polymorphism, dormancy and germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant desert annual inhabiting the Junggar Basin of Xinjiang, China. *Australian Journal of Botany*, 55, 464–470.
- Yan QL, Liu ZM, Zhu JJ, Luo YM, Wang HM, Jiang DM (2005). Structure, pattern and mechanisms of formation of seed banks in sand dune systems in northeastern Inner Mongolia, China. *Plant and Soil*, 277, 175–184.
- Yang XJ, Dong M, Huang ZY (2010). Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* (Asteraceae) achenes exposed to osmotic stress and salinity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48, 131–135.
- Yang XJ, Baskin CC, Baskin JM, Zhang WH, Huang ZY (2012). Degradation of seed mucilage by soil microflora promotes early seedling growth of a desert sand dune plant. *Plant, Cell & Environment*, 35, 872–883.
- Yao SX, Lan HY, Zhang FC (2010). Variation of seed heteromorphism in *Chenopodium album* and the effect of salinity stress on the descendants. *Annals of Botany*, 105, 1015–1025.
- Yu SL (于顺利), Chen HW (陈宏伟), Lang NJ (郎南军) (2007a). The classification systems of soil seed banks and seed persistence in soil. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 27, 2099–2108. (in Chinese with English abstract)
- Yu SL (于顺利), Chen HW (陈宏伟), Li H (李晖) (2007b). Review of advances in ecology of seed mass. *Journal of Plant Ecology (Chinese Version)* (植物生态学报), 31, 989–997. (in Chinese with English abstract)
- Yu Y, Baskin JM, Baskin CC, Tang Y, Cao M (2008). Ecology of seed germination of eight non-pioneer tree species from a tropical seasonal rain forest in southwest China. *Plant Ecology*, 197, 1–16.

责任编辑: 谢 巍