DOI:10.15933/j.cnki.1004-3268.2006.09.004

农田杂草群落生态位研究意义及进展

姜琳琳，李建东*
（沈阳农业大学，辽宁 沈阳 110161）

摘要：20世纪90年代，生态位已经成为生态学的一个重要概念。生态位不仅与物种多样性、物种竞争密切相关，而且还与群落结构和功能及演替与物种进化、群落物种积聚原理有关。文中阐述了生态位研究的重要意义，即研究农田杂草生态位，可以预测杂草群落演替，提高农田生态系统中气候、营养等资源的优化利用率；指导农业生产实践，从而减少投入、降低成本；推动生态位研究领域的积极发展。还总结了近几年农田杂草生态位研究的重要进展，并对未来的研究提出了展望。

关键词：农田；生态位；杂草群落；演替；资源维
中图分类号：S451　　文献标识码：A　　文章编号：1004－3268(2006)09－0015－05

生态位已是国内外生态学领域广泛使用的术语和研究热点。自进入20世纪90年代以来，生态位(Niche)这一概念在生态学界受到了前所未有的关注[1]，这是继20世纪70年代生态位理论研究热之后的第2个发展高潮[2]。由于物种多样性、物种竞争、群落结构和功能及演替与种群进化、群落物种积聚原理都以生态位理论为基础，因此，生态位理论逐渐成为生态学中重要的基础理论之一，受到国内外学者的广泛重视。然而，令人遗憾的是，迄今为止在生态位研究领域尚未形成一套系统完整的为各国学者所共同接受的理论框架，概念之争仍然是生态位研究和讨论的焦点。

1　生态位概念的发展

在20世纪20年代，Grinnell(1917，1924，1928)把生态位定义为“恰好被一个种或一个亚种所占据的最后分布单位(Ultimate distributional unit)”[3,4]。这一定义虽然注意到了种的结构和功能上的作用，但更加强调种的空间分布的意义，因此，被称为“空间生态位”[3]。动物生态学家Charles Elton(1927)给生态位下的定义是：“指物种在生物群落中的地位和角色”[2,5]。他特别强调物种在群落营养关系中的角色，后人将他的定义称为“功能生态位”[2,6]。

30年代和40年代，关于生态位概念的研究处于相对沉寂时期[7]。直到50年代，对生态位的概念研究重新升温，Odum(1952)认为，生态位不仅包括有机体的群落类型、生境和物理条件，而且还包括某些它与群落所有其他成分有关的要素，它本身在群落动态中所起的作用。Hutchinson(1957)认为，生物在环境中受着多个而不是2个或3个资源因子的供应和限制，每个因子对该物种都有一定的适合度阈值，在所有这些阈值所限定的区域内，在任何一点所构成的环境资源组合状态上，该物种均可以生存繁衍，所有这些状态组合点共同构成了该物种在该环境中的多维超体积生态位。Hutchinson进而在此基础上提出了基础生态位(Fundamental niche)和现实生态位(Realized niche)2个概念。多维超体积概念为现代生态位理论研究奠定了基础[7]。1959年，Odum把生态位定义为“一个物种在群落和生态系统中的位置和状态，而这种位置和状态则决定了该生物的形态适应、生理反应和特有行为”。

Whittaker等(1973)把前人关于生态位的概念归纳为3个涵义，即一个物种在群落中所起的功能位置或角色(功能的涵义)；反映种在群落中的分布关系(生境的涵义)；上述两者概念的结合即功能与生境(利用的资源)结合起来的涵义。May(1976)把生态位概括为“某物种究竟怎样生活在地球上的诸生态因子中”。而有的植物学家(如Grubb，1977)视“生态位为植物与所处环境的总关系”。E.R.Pi-

收稿日期：2006-04-11
基金项目：辽宁省教育厅科学研究计划资助项目(05L396)
作者简介：姜琳琳(1981-)，女，辽宁抚顺人，在读硕士研究生，主要从事农业生态学方面研究。
通讯作者：李建东(1964-)，男，辽宁沈阳人，副教授，博士，主要从事农业生态学方面研究。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

anka(1983)认为,一个生物单位(个体、种群或物种)的生态位就是该生物单位适应性的总和[8]。王刚等(1984)对 Hutchinson 的工作进行了改进,应用集合概念给出了生态位的一个广义定义:“一个种的生态位是表征环境属性特征的向量集到表征种的属性特征的数集上的映射关系”。Colinvaux(1986)提出物种生态位的概念,即生态位是物种为了满足获得资源、生存机会和竞争能力等一系列需要所具有的特殊能力。

在前人研究的基础上,刘建国和马世俊等(1990)提出了“扩展的生态位理论”,根据生态位的存在与非存在形式,以及生态位的实际和潜在被利用状态可将生态位分为存在生态位(包括实际生态位和潜在生态位)和非存在生态位,他们认为,生态位是在生态因子变化范围内,能够被生态元实际和潜在占据、利用或适应的部分,拓展了生态位的研究范围。Cao Guanxia(1995)则应用模糊集理论定义生态位。朱春全(1997)在提出生态位的态势理论与扩充假说时认为,生态位应当包含 2 个方面:一是生物单元的态,二是生物单元的势,生物单元的生态位是该生物单元态和势之和与所有被研究的生物单元态和势之和的比值,即生态位是生物单元在特定生态系统中与环境相互作用过程中所形成的相对地位与作用。

由以上不难看出,不同的学者对生态位的定义并不统一。但尤以 Grinnell 的“空间生态位”、Elton 的“功能生态位”和 Hutchinson 的“多维超体积生态位”最具代表性。Whittaker(1973)等曾对各家定义做出类似的划分。朱春全提出的态势理论具有普适性,并且综合了生命系统所具有的共性,既适用于人类社会,也适用于其他所有的生命类群,是自然科学和社会科学的高度综合。现代生态位理论是以 Hutchinson 的多维超体积概念为基础的,但至今尚未形成一个使广大生态学者公认,以及适用的生态位概念及其理论体系。

2 生态位的测度

生态位宽度(Niche breadth)又称生态位广度(Niche width)、生态位大小(Niche size)[9]。生态位宽度表示种群生长过程中综合利用资源的能力、利用资源多样化的程度和竞争水平;生态位宽度对解释自然群落、群落结构、种间关系及物种多样性等问题均有广泛的应用,也是揭示植物种群间、种群与环境间共存与稳定机制的数量化方法。

生态位重叠(Niche overlap)为 2 个物种在其与生态因子联系上的相似性[10]。生态位重叠理论是解释自然群落中种间共存和竞争机制的基本理论和方法。通过对种群间生态位重叠的研究,可以数量化地再现 2 个或多个物种对资源的共同利用程度、分享的数量和稳定生活机制。通过比较和评价植物生存环境的相似程度,相互共存的条件,竞争的幅度及物种间的适应程度,有利于进一步揭示生物多样性的内部机制。

常用的生态位的测度公式主要有以下几种。

2.1 生态位宽度指数(Coefficient of niche breadth)[11]

(1)Levins(1968)指数:$B_i = 1 \Big\backslash \sum_{j=1}^{r} (P_{ij})^2$ (1)

(2)信息指数(Shaanon-wiener):

$$B_i = 1 \Big\backslash \sum_{j=1}^{r} (P_{ij} \ln P_{ij}) \quad (2)$$

(3)Smith 指数:$B_i = \sum \sqrt{P_{ij} a_j}$ (3)

式中:B_i 为种 i 的生态位宽度;P_{ij} 代表种 i 在第 j 个资源状态下的个体数占该种所有个体数的比例,a_j 是第 j 个资源下资源量占总资源的比例。

2.2 生态位重叠指数(Coefficient of niche overlap)

(1)Levins(1968)重叠指数[11]:

$$O_{ik} = \sum_{j=1}^{r} (P_{ij} P_{kj}) \Big\backslash \sum_{j=1}^{r} (P_{ij})^2 \quad (4)$$

(2)Schoener(1974)重叠指数[11]:

$$O_{ik} = 1 - 1/2 \sum_{j=1}^{r} | P_{ij} - P_{kj} | \quad (5)$$

(3)Hurlbert(1978)重叠指数[11]:

$$O_{ik} = \sum_{j=1}^{r} \frac{P_{ij} P_{kj}}{C_j} \quad (6)$$

式中:O_{ik} 代表种 i 的资源利用曲线与种 k 的资源利用曲线的重叠指数,C_j 为第 j 个资源状态的相对多度(量值)。

(4) 王刚计测生态位重叠的改进公式[10]:

$$N.O. = \frac{\int_D \cdots \int \min \int [f(x_1, \cdots, x_n), g(x_1, \cdots, x_n)]\, dx_1 \cdots dx_n}{\max[\int_D \cdots \int f(x_1, \cdots, x_n) dx_1, \cdots, dx_n, \int_D \cdots \int g(x_1, \cdots, x_n) dx_1 \cdots dx_n]} \quad (7)$$

式中,$f(x_1, \cdots, x_n)$,$g(x1, \cdots, x_n)$ 分别为两物种的连续型生态位。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3 研究农田杂草生态位的意义

许多杂草根系发达，吸收能力强，苗期生长速度快，光合效率高，营养生长能快速向生殖生长过渡，具有干扰农作物的特殊性能，夺取水分、养分和光照的能力比农作物大得多，从而影响农作物的生长发育。而且许多杂草都是农作物病菌、病毒或害虫的中间寄主，能传播病虫害。此外，由于杂草在水分、养分、空间和传播病虫害方面直接、间接危害农作物，最终影响到农作物的产量和品质。若用化学防除方法来防治杂草，化学除草剂需花费一定的费用，增加了生产成本。且杂草的防除与人力资源也紧密相关，人力资源紧张时容易形成草荒，从而造成更大的损失。

3.1 研究农田杂草生态位可以预测杂草群落演替

当前，由于农田中长期单一的使用某类除草剂，敏感性生物型个体数量剧减，即抗药性杂草个体缺乏同种敏感性生物型竞争，迅速繁衍，形成抗性杂草种群。而生态位宽度能反映农田杂草群落中杂草对农田环境资源利用的多样性，生态位重叠值作为杂草种间生态学相似性的测度，用作杂草种群相互间竞争和更换模型中的竞争系数，可以预测种群竞争结局和群落演替的方向。故研究杂草生态位，对预测杂草群落演替，特别是预测除草剂单一长期使用后农田杂草群落的演替有重要的指导意义。

3.2 研究农田杂草生态位，可以提高农田生态系统中气候、营养等资源的优化利用率

当多种生物利用同一资源时，就会发生生态位重叠，如果这种重叠是在环境容量被充分饱和的情况下存在，那么便会导致竞争排斥现象的发生。其结果是生态位相似的生物部分死亡或特征置换后得以生存。在农田生态系统中，种内或种间竞争是普遍存在的，生态位差异则是植物共生的基础。这种差异可以发生在时间维、空间维或资源维等其他多维上。如果农田中个体间竞争相同的资源，那么它们的生态位几乎是完全重叠的，它们之间就会产生强烈的竞争，其中相对这个资源竞争能力强的物种得以生存，竞争能力弱的个体便被排斥而生长不好甚至导致死亡。但是，在同一资源维上，有些物种的个体在长期的互作中，有的以空间生态位变化而得以生存，如植株的高度发生变化；有的以时间生态位变化而得以生存，如一种作物收获后，在同一田地中种植另一种作物。如果在时间、空间、资源轴上确定不同物种的生态位，便可以确定它们在互相竞争中的功能位置，使资源优化利用。

3.3 研究农田杂草生态位，可以指导农业生产实践，从而减少投入、降低成本

从生态位动态分析的角度看，在不同资源维上，作物的生态位宽度大小是不同的，作物在某个资源维上的生态位宽度越大，说明作物对该资源的利用机率越大，对该资源维进行调控，对作物生长发育的控制作用不大。反之则说明作物对该资源的利用机率越小，对该资源维进行调控对作物生长发育的控制作用较大。而明确了影响作物生长发育的主导因素，在进行农业生产时，通过一些针对性措施压缩杂草种群的生态位，扩张作物的生态位，并使杂草种群的现实生态位远离基础生态位中心，从而限制杂草种群与作物的竞争能力，这样便可能在不施用除草剂的情况下使作物正常生长，降低生产成本。

3.4 研究农田杂草生态位，可以推动生态位研究领域的积极发展

杂草抗逆性极强，难以根除，其顽强的生命力是基于对被人为干扰了的农田环境的适应。在轮作制度和耕作方式发生改变、选种技术提高、除草剂大规模使用的情况下，农田杂草群落结构亦会随之发生变化，有一些杂草会因为不能适应变化了的农田生境而被逐出农田。如果将人为技术原因及社会和经济因素等综合考虑，把现存的不同栽培管理模式、不同品种、不同耕作制度等等这些因素加入到群落生态位研究中，了解群落结构及多样性和人为调节干扰对群落结构及稳定性的影响，将为农田中生态位的研究提供依据。

随着现代生态学的发展，生态位理论也逐渐丰富和成熟起来。把生态位理论的原理和方法与群落学研究相结合，促进群落生态位研究的发展，同时也将对该领域的发展起积极的推动作用。

4 农田杂草生态位研究现状

郭水良[12~17]从1998年2月开始，先后对浙江省金华地区的晚稻田、麦田、油菜田中杂草种群生态位进行研究。根据土壤水分状况，pH值的差异，土壤物理性砂粒的含量，按变化梯度，选择样点，每个样点随机选择环境条件相对一致、面积约为667 m^2的样方，运用七级目测法，计测每个样方中每种杂草的优势度等级。所有被调查的样点当季都没有进行专门的人工和化学除草。根据目测结果，计算样点中主要杂草的重要值，再用王刚公式计算杂草间的生态位重叠值，以生态位重叠值作指标，运用聚类分析中的最小(大)生成树法，作出反映杂草生态学相似性的最小

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(大)生成树。结果认为:长期单一地应用同一类除草剂,虽然控制了当时的主要的敏感杂草,也为非主要杂草(对该类除草剂不敏感)的生长和蔓延创造了条件,它们很有可能成为主要杂草。应用生态位理论与方法来研究杂草之间的种间生态关系,可以预测除草剂单一使用后杂草群落的演替趋势。例如,一些除草剂的使用,会使某一杂草种群得到控制,但是与这种杂草生态位要求比较接近的杂草种群对该除草剂不敏感,它们在杂草群落中的地位可能上升,它们会重新转化为优势种。肖红等[18]通过施用不同量除草剂的试验处理来研究杂草随时间的消长动态,并从时间、水平、垂直 3 个资源序列做出了生态位分析,也同样得出此结论。

褚建君等[19]在 1998 年 4 月上旬,在浙江省诸暨市马剑镇无除草剂使用历史的农田中,选择面积在 666 m^2 以上的 12 块稻茬油菜田作为调查对象。每田块随机选取 20 m^2 的样方 10 个,测定样方内茵草和其他杂草的盖度和相对高度(以茵草的高度为数值 1),计算杂草的生态位宽度及杂草种群间的生态位重叠值(王刚公式)。调查结果表明,诸暨市稻茬油菜田中的主要杂草种群在不施用除草剂和水稻—油菜连作的情况下,能够长期共存。由于综合环境条件的相对稳定,这些杂草种群在群落内对空间、时间、资源的利用方面,以及相互作用的可能类型,趋向于补充而不是直接竞争。但是杂草种群之间,大都存在着生态位的重叠。

5 问题与展望

综上所述,生态位理论已广泛地应用于物种间关系、生物多样性、群落结构及演替、种群进化和生物与环境关系等研究方面,并取得了丰硕的成果。但现今的研究还有一定的局限性和问题,有待于进一步的深入研究。

5.1 农田杂草生态位研究中存在的问题

5.1.1 结论缺乏普适性 农田生态系统处于不同的气候、土壤类型,且差异显著,而现在的研究只有浙江和沈阳地区,生境过于单一。由于不同生境中的农田杂草群落结构、群落动态变化等都存在很大差异,而得出的结论只针对于某一生境,因此,杂草的种间竞争结果很难应用于其他生境类型,缺乏普适性。

5.1.2 测度公式不统一 测度生态位的公式有很多,各有不同,尽管已有很多学者对生态位的测度公式进行比较分析,但在公式的选择上仍有很大争议。20 世纪 90 年代对杂草生态位的研究,多用王刚公式来计测生态位宽度及重叠值,也有用 Levins 公式来计算生态位宽度、用 Schoener 公式来计算生态位重叠值,得出结果很难进行比较,结论参考价值较低。

5.1.3 涉及的资源维较少 现在的研究,从杂草发生的时间、水平、垂直资源维出发的居多,而其他资源维(如光照、水分、土壤营养元素等)研究的较少,且公式也不够明确,这样就难免会造成分析问题时出现偏差。

5.1.4 研究的田间试验处理单一,缺乏多样性 现在研究农田杂草生态位,一般都是从单一施用或施用不同量除草剂后杂草群落的动态变化的角度来进行研究,而尝试从其他田间试验处理进行的研究还很少,存在一定的局限性,有待于拓宽研究的尺度与角度。

5.2 展望

过去,很多学者对生态位测度进行过研究,但这些测度的结果差异很大,很难进行比较。因此,今后是否能研究出最适合的几个生态位测度公式来进行分析比较,成为一个重要的问题。而且,研究结论的普适性也是个有待考究的问题。

今后的研究将从不同资源维(如土壤有机质,水分,光照等)出发,深化研究层次与角度,以及从作物—杂草群落角度来研究作物种群与杂草种群之间的相互关系,再配以多样的田间管理,如在地膜覆盖条件下进行杂草生态位动态变化研究,将会具有很高的补充价值。

参考文献:

[1] Leibold M A. The niche concept revisited mechanistic models and community context[J]. Ecology, 1995, 76(5): 1371—1382.

[2] 张光明, 谢寿昌. 生态位概念演变与展望[J]. 生态学杂志, 1997, 16(6): 46—51.

[3] 朱春全. 生态位理论及其在森林生态学研究中的应用[J]. 生态学杂志, 1993, 12(4): 41—46.

[4] May R M. Some notes on estimating the competition matrix [J]. Ecology, 1975, 56: 737—741.

[5] 尚玉昌. 现代生态学中的生态位理论[J]. 生态学进展, 1998, 5(2): 77—84.

[6] 王子迎, 吴芳芳, 檀根甲. 生态位理论及其在植物病害研究中的应用前景(综述)[J]. 安徽农业大学学报, 2000, 27(3): 250—253.

[7] 朱春全. 生态位态势理论与扩充假说[J]. 生态学报, 1997, 17(3): 324—332.

[8] 林开敏, 郭玉硕. 生态位理论及其应用研究进展[J]. 福建林学院学报, 2001, 21(3): 283—287.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

苹果脱毒方法及其病毒检测技术研究进展

高昌勇
（菏泽学院生命科学系，山东 菏泽 274015）

摘要：介绍了热处理、化学处理和茎尖培养等苹果脱毒方法，以及指示植物法、电镜技术、酶联免疫技术和分子生物学技术等几种苹果病毒检测技术的研究进展。

关键词：苹果病毒；脱毒；病毒检测
中图分类号：S436.611.1　　文献标识码：A　　文章编号：1004－3268(2006)09－0019－03

我国苹果栽培面积和总产量都居世界第一，但单产低、品质差，病毒病是造成这一现象的重要原因之一[1]。目前，我国已发现的苹果病毒有非潜隐性病毒中的苹果锈果类病毒（ASSV）、苹果花叶病毒（AP-MV）和苹果绿皱果病毒（ACCV），还有潜隐性病毒中的褪绿叶斑病毒（CLSV）、茎沟病毒（SGV）和茎痘病毒（SPV）。非潜隐性病毒引起的病害对病树本身来说是毁灭性的，但由于只是零星发生，而且症状明显，容易识别，可采取刨除病树的简单方法解决病毒的传染和危害，所以对整个苹果的生产危害较小。而潜隐病毒分布广，侵染率在栽培苹果中达50%～80%[2]，侵染苹果树后，一般无明显症状但会导致树势衰退，产量锐减，品质变劣，对果树生产危害极大。

1　苹果脱毒方法

苹果病毒病与细菌病害和真菌病害不同，目前还没有有效的化学药剂防治，一旦感染上病毒，就很难防治。苹果病毒是通过嫁接传染，无传毒介体，所以栽培无病毒苗木，是防治的主要途径。早在20世纪60年代，世界先进国家和地区的苹果生产就开始推广苹果无毒化栽培。采用无病毒栽培具有树势强、新梢生长量大、萌芽率高，早花、早果、丰产，果品品质优良等优点[3,4]。

1.1　热处理和化学处理

热处理脱毒的依据是病毒和寄主细胞对高温忍耐性不同，选择适当的温度和处理时间，可抑制病毒繁殖、延缓其扩散速度，使寄主细胞的生长速度超过病毒扩散速度。从而在这一高温下长出的新植株、器官或组织都有可能不带有病毒[5]。热处理是脱出病毒的常规方法，处理方式分为恒温和昼夜高低变温方式，而处理材料一般分为盆栽和组培苗2种。为了避免对植株的伤害，组培苗可采用昼夜高低温变温方式。但脱毒率较低，脱毒不彻底。常与茎尖培养或嫁接结合使用，为其提供处理原料。

收稿日期：2006－03－22
作者简介：高昌勇（1976－），男，山西汾阳人，讲师，硕士，主要从事生物技术的研究与应用。

[9] MacArthur R H. The Theory of the Niche, Syracuse Univ [M]. Press, Syracuse, New York, 1968. 169－176.
[10] 王刚，赵松岭，张鹏云，等. 关于生态位定义探讨及生态位重叠计测公式改进研究[J]. 生态学报，1984，4(2)：119－126.
[11] 张金屯. 植物数量生态学方法[M]. 北京：中国科学技术出版社，1995. 92－96.
[12] 郭水良，李扬汉. 金华地区晚稻田杂草种间生态相似关系分析[J]. 浙江师大学报（自然科学版），1998，21(1)：52－58.
[13] 郭水良，李扬汉. 南京地区非农田早春杂草生态位研究[J]. 杂草科学，1997(4)：2－5.
[14] 郭水良，李扬汉. 农田杂草生态位研究的意义及方法探讨[J]. 生态学报，1998，18(5)：496－503.
[15] 郭水良，李扬汉. 浙江金华地区小麦田杂草群落研究[J]. 武汉植物学研究，1993，11(3)：239－246.
[16] 郭水良. 农田杂草生态位研究方法与计算程序[J]. 浙江师大学报（自然科学版），1998，21(3)：76－79.
[17] 郭水良，李扬汉，赵铁桥. 浙江金华地区小麦－杂草群落中杂草生态位的研究[J]. 植物生态学报，1998，22(1)：76－84.
[18] 肖红，周启星，曹莹，等. 沈阳地区水田主要杂草种群的消长动态及生态位分析[J]. 农村生态环境，2003，19(3)：9－13.
[19] 诸建军，王庆亚，李扬汉. 茵草生态位的研究[J]. 上海交通大学学报（农业科学版），2002，20(1)：18－21，33.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net