边缘效应原理及其在农业生产实践中的应用*

何 妍[1] 周 青[2**]
(1.江南大学生物工程学院生物科学系 无锡 214122;
2.江南大学工业生物技术教育部重点实验室 无锡 214122)

摘 要 边缘效应的概念自1933年提出以来,在这一领域的研究就日益拓展,并且和实践紧密相连,本文根据边缘效应的概念、机理与内含,论述了边缘效应在农业种植、农业养殖、物种资源开发、作物病虫害的生物防治、系统多样性及边缘区生产力等方面的应用。

关键词 边缘效应 农业生产 应用

Edge effect application in agricultural production. HE Yan[1], ZHOU Qing[2] (1. Department of Biology, School of Biotechnology, Southern Yangtze University, Wuxi 214122, China; 2. Key Laboratory of Industrial Biotechnology, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214122, China), *CJEA*, 2007, 15(5): 212~214

Abstract Since the term 'edge effect' came into being in 1933, research has since sharpened to the science, practice and scope of this field to cover a wider variety of agricultural productivity. This paper extends the connotation of edge effect and presents diverse applications of edge effect in agricultural production. The principle of edge effect applies to planting and animal cultivation agriculture, agricultural ecosystem diversification and comparative species resources exploitation. Until recently, research has revealed that edge effect has a far-reaching impact on the prevention and cure of crop diseases and insect pests.

Key words Edge effect, Agricultural production, Application
(Received June 2, 2005; revised Nov. 22, 2005)

1 边缘效应概念、机理与内涵

1933年动物学家 Leopold 首开森林边缘效应(Edge effect)研究之先河。Beecher(1942)在观测群落边缘长度与鸟类种群密度的关系后提出,边缘效应是异质群落交错区结构趋繁,种群数量趋增,密度趋大,行为趋活,生产力趋高的现象[1]。在此基础上,王如松等人[2]从功能角度进一步阐释了边缘效应:以强烈竞争开始,以和谐共生结束,物种间由激烈竞争发展为各司其职、各得其所、相互作用的一个多层次、高效率的物质与能量共生网。

衍生边缘效应的机理是加成、协合与集肤作用。任何生物在多维生态空间中占有一定生态位,若生态位维度与重叠值高,则产生加成作用;对特定物种来说,其一旦与边界异质环境中的生态位"谐振",因子间就会产生强烈的协合作用;边缘是多种"应力"交互作用地带,通常较各子系统更为复杂、异质和多变,信息量丰富,刺激了子系统中信息要求高的种群甚至外系统种群向边缘区集结,形成集肤作用。边缘效应的空间含义使人们对其空间属性给予更多关注,如边缘的形态、结构(水平与垂直)及边缘区面积等,但不应疏忘在空间边缘表象下隐含的"时间边缘"。后者是因生态过程分离(如轮作)或时滞(火伤演替,或农田撂荒后的物种侵入)而成就的。

2 边缘效应在农业生产实践中的应用

2.1 农业种植中的边缘效应

农业生产上,单优种群(落)的物种多样性寡,资源利用率低,抗逆能力弱,其稳产高产的维持依赖于外

* 江南大学工业生物技术教育部重点实验室基金资助
** 通讯作者
收稿日期:2005-06-02 改回日期:2005-11-22

部人工能量的持续输入,由此带来生产成本高,产品竞争力弱。立体种植则是利用边缘效应原理,构建一个多层配置、多种共生的垂直多边缘区,以此实现各边缘区对资源的划分和各生态位的“谐振”,提高产量和生产效率。如在我国南方的茶树-橡胶立体种植结构中,橡胶与茶树在地上和地下形成边缘区,避免了两者对光照和水肥的竞争,实现了资源的合理配置与充分利用[3]。类似情况见于玉米套种马铃薯,春(冬)小麦间作玉米,玉米套种辣根,梨树套种苜蓿,葡萄套种茶树等。轮作则是利用群落的时间边缘效率,如前茬种植的豆科作物能够改善土壤中的 N 素状况,为后茬作物创造一个较理想生长环境。同样在重新使用撂荒农田时,应充分考虑前茬作物是否在土壤中存留有抑制作物生长的他感物质,如是,则会因“时滞”而产生的“时间边缘效应”贻害后作作物(如连作障碍[4])。

2.2　农业养殖中的边缘效应

与农业种植类似,人们在长期农业养殖实践中发现,在各动物种群之间也存在着边缘效应。于是,基于边缘效应的多元化养殖成为提高养殖效益的有效途径。多元化养殖的原理是:将生态位不同、生态习性互利或相容的动物类群按适当的比例混养在一定空间内,创造多重边缘,实现充分利用空间、饲料资源,强化养殖区内的物质循环,保持养殖系统的高效与稳定。如湖泊中蟹、鱼混养,利用河蟹与草鱼的食性及生态位的互补优势,蟹的饲料多为谷物性,其残饵及蟹食草后造成的断草漂浮于水面,可被草食性草鱼利用。如此,既减少了残饵在水中的残留及由此引起的腐败作用,又实现了充分利用饵料的目的[5]。但是,值得注意的是,多元养殖成功的前提是养殖空间、饵料资源与养殖种类的生态需求相吻合,并且种间互利,故对种类和数量要有明确的要求,而不是简单的搭配。如曾有人尝试鸡与兔的混养模式,但因兔的生态习性是昼伏夜出,而鸡则相反,两者混养造成相互干扰,负相互作用增强,临界能量消耗增加,产量下降。

2.3　系统间的边缘效应

由 Beecher 的定义可知,在两个或多个异质群落的交界处会产生边缘效应,那么我们推测在两个或多个生态系统交界处同样会产生另一类“边缘生态系统”,下面给出其中两类“边缘生态系统”及其应用价值。

林-草边缘系统。在林地与草地生态系统的边缘会产生此类系统,其特点为林木与草地通过加成、协合和集肤效应在此边缘地带演化出各自互补的生态位,形成一个稳定而独特的生态系统。林下的高湿度、弱光照生态位,有利于草本植物生长;而草本植物以涵养水分,减少地表蒸发的生态效应反哺林木[6]。对此类物种资源相对丰富的边缘生态系统,有研究者提出用“蹄耕法”在此地带发展畜牧业[7]。当牛群在林下走动觅食时,可破坏林间原生植被,疏松土壤,为草本植物入侵林下创造条件;牛群的粪便排泄到林下的土壤表层,使林地有机质增加、土壤肥沃,又可使牧草生长旺盛。

林-农边缘系统。这是由林地与农田生态系统构成的边缘系统。与林-草系统不同的是,农田生态系统是一个人为设计且扰动频繁的生态系统,因此由何种作物与林木形成一个互补、共生的边缘系统,可以人为的做出选择。例如林下阴湿的生境利于耐阴作物生长,而树木和作物的凋零物累积于地表,其丰富的有机质及阴湿的环境、微弱的光照、疏松的地被物层,又为蚯蚓提供一个良好的生态位,由此构成一个完善、稳定的林-农边缘系统[6]。受该边缘系统产量高、病虫害发生率低的启示,在农业生产实践中人为创造这种林-农复合生态系统,模拟边缘效应,达到高产出、低病虫害的目的。我国河南、山西、山东和淮北等平原地区的泡桐与农作物间作,杨树、枣树与粮食作物间作;苏北地区的池杉等与农作物间作[6]都取得了成功的经验。

2.4　物种资源开发的边缘效应

边缘区是多种“应力”交互作用的空间,其结构与功能较比邻群落复杂、异质和多变且信息量丰富,由此孕育了新种产生的环境条件。在长期农业生产格局中,会形成一系列环境因子相对稳定的边缘,其内的温(湿)度、光照及土壤养分都与比邻空间相异,有可能导致边缘区内的作物产生生态型分化,加上边缘地带丰富的遗传信息交流,久而久之也有可能产生新的遗传物种。如袁隆平(1960)在杂交稻育种中发现的雄性不育株,证明了自然状态下产生新遗传物种的可能性。虽然对于边缘地带新物种资源开发潜力和价值尚无法给出确切结论,但边缘区内生物多样性高却是不争的事实。业已证明,农田边缘区的物种组成、结构、密度和生产力等皆比农田内部高。因此,不论是对于物种资源开发还是对于生物多样性利用,边缘地带始终是一块“潜力地带”。

2.5　生防中的边缘效应

农田生态系统是一个以田埂为边界,相对独立的小型生态系统,由于边缘区微环境的异质性和缘此增加的物种多样性使边缘处(田边)作物的病虫害发生率低于中心部位(田内)。同样由间、套作复合体系形成

的大量微边缘可以改变单作下的田间小气候与物种多样性,降低病虫害的发生环境,从而使生态可塑性较小的系统病虫害减轻。如戈峰等人曾报道[8],棉田边缘棉株上的苗蚜发生量比棉田中央低 1.1 倍,伏蚜和秋蚜的数量比棉田中央分别低 97.73%和 37.70%[5]。又如 1983 年,河南农学院调查显示,单作棉田 4 月 20 日已有蚜虫发生,延至第 10 日,百株蚜量达到 144 头;套作棉花晚 5d 有棉蚜,30d 后百株蚜量仅为 16 头。这是由于在麦、棉套作田里,由于瓢虫和食蚜虻等天敌的繁殖和麦行的阻隔,棉蚜迁入机会少,限制了棉蚜种群的早期增长,危害远比单作棉田轻。通过创造人工边缘,利用边缘效应可以提高生防效果。

2.6 发掘边缘地带的生产潜力

除了上述边缘效应原理的应用方向外,适当开发边缘地带生产潜力对农业生产实践也有深远意义。如水陆交替带、季风气候与大陆气候过渡带、半干旱农牧交错带、城市乡村过渡带等。我国地形地质复杂、气候资源丰富,拥有多种类型的边缘地带,这些边缘地带在我国土地构成中的比重不低,如亚热带和温带湿地总面积约 5000 万 hm^2,占国土面积 5%左右;湿地地区农田占我国耕地总面积的 1/3;全国庭院可利用土地 360 万 hm^2,相当于日本全国耕地面积的 2/3[9]。目前一些丘陵坡地、湿地、城郊、庭院等地的开发利用已初具成效。如三江平原湿地的旱(水)田-林-水禽-渔复合生态系统生产经营模式[10],充分利用了湿地生物资源优势,防止了单一开发种植与养殖对湿地生物多样性和延续性的不良影响。更值得一提的还有一些地区的滩涂养殖,庭院经济模式的发展,以及城郊结合部的农副业的活跃等,都为农业生产实践的发展做出了贡献。

3 结 语

边缘是两种物体或两类环境接触的部分,边缘效应在自然界是普遍存在的。自然状态下,和谐稳定的边缘是以物种丰富、结构复杂及生态能效高为特征的。边缘的产生使原来固有的能量、物质在两或多个系统间进行再分配,同时作用于再分配的两或多个方面,是为两(多)向性[11]。随着人们对边缘效应的逐渐重视,该领域的研究愈加活跃,并被应用于农业生产实践,内容涉及动(作)物种、养格局构建,群落构效分析与调控,以及生物多样性及其生境保护[12]等。需要注意的是,由于自然界边缘形成初期,往往存在一定的负相互作用,在设计人工边缘时,应充分考虑物种生态位特征以及密度与数量参数等,使人工边缘的正生态效应凸现。

参 考 文 献

1 马世骏.边际效应与边际生态学.现代生态学透视.北京:科学出版社,1990,43~45

2 王如松,马世骏.边缘效应及其在经济生态学中的应用.生态学杂志,1985,16(2):38~42

3 郝树明,邢翠莲.论立体农业.山西农业科学,2000,28(2):3~6

4 邢宇俊,程智慧,周艳丽,等.保护地蔬菜连作障碍原因及其调控.西北农业学报,2004,13(1):120~123

5 施炜纲.湖泊蟹、鱼健康养殖模式介绍.科学养鱼,2004 (8):84~85

6 赵运林.林农复合生态系统的原理、特点以及类型.生态科学,1994 (1):116~125

7 李兴淳.黔西南州生态畜牧业发展战略思考.四川草原,2004 (5):35~36

8 戈 峰,门兴元,苏建伟,等.边缘效应对棉田害虫和天敌种群的影响.应用生态学报,2004,15(1):91~94

9 张晒晒.边缘效应应用与高产优质高效农业的发展.生态农业研究,1994,2(1):12~15

10 杨 青,吕宪国,王毅勇.三江平原湿地农业的基本科学问题.中国生态农业学报,2001,9(1):58~60

11 关卓今,裴铁璠.生态边缘效应与生态平衡变化方向.生态学杂志,2001,20(2):52~55

12 闫 明,钟章成,方 兴.缙云山生境片断化对常绿阔叶林生物多样性的影响.生态学报,2005,25(7):1642~1648