

生物多样性与生态农业

冯耀宗

(中国科学院西双版纳热带植物园 昆明 650223)

摘要 根据数十年在云南所做的试验以及目前国际研究动态,阐述了生物多样性与生态农业之间的关系,生物多样性与农业生态系统的诸多功能如生产力、稳定性及病虫害发生等有密切的关系,故生物多样性对生态农业及农业可持续发展具有极其重要的意义。

关键词 生物多样性 生态农业 可持续发展

Biodiversity and eco-agriculture. FENG, Yao-Zong (Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223), *CJEA*, 2002, 10(3): 5~7

Abstract Based on the experiments conducted in Yunnan in the last several decades and some other studies in the world, this article deals with the relationship between biodiversity and eco-agriculture. It is shown that the biodiversity has significantly revealed many functions, such as productivity, stability and pest occurrence, etc. of the ecosystems in agriculture. Therefore, the biodiversity is of apparent significance in eco-agriculture and sustainable development of agriculture.

Key words Biodiversity, Eco-agriculture, Sustainable development

生物多样性是生态学研究的核心问题之一,也是生态农业研究的核心问题之一。随着农业历史的发展,生物多样性愈来愈受到明显的破坏,遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性、景观多样性均随着农业结构的简单化、单一化而受到严重的破坏,使农业生产的高效性、稳定性及农业可持续发展受到严重危害。生物多样性是生物存在的形式,在农业生产中失去生物多样性,也就失去农业本身存在的条件,加之农业生产所占据的地球陆地面积已超过 50%^[8],研究生物多样性与生态农业建设对人类自己以至地球的前途有着至关重要的意义。

1 人类农业发展史与生物多样性的丧失

热带是生物多样性最丰富的地区,热带农业发展大致可分为 4 个阶段,一是森林农业,当地农民除在森林中采集各种植物及动物以满足日常生活外并开始对森林进行经营以取得更多的食品、燃料、药物、纤维和木材等,开始改变着森林植物和动物的种类及其丰富度。许多证据表明,现在被认为的原始林地早在数百年前就已被人类干扰和改变了^[4]。美洲的玛雅文明极大地改变了迄今还被认为是原始森林的中美洲的热带森林^[21],当地人种植或保存某些有用的树种,砍除一些被认为是无用的树种并对下层林木进行干扰,逐渐使原始森林变为人工与天然混杂的系统,如在西双版纳热带森林中当地少数民族(傣族、基洛族)清除了森林下层的草本和部分灌木,种植药用植物砂仁(*Amomum aurantiacum*),使生物多样性明显减少,在中美洲、南美洲、加勒比群岛和东南亚等地区类似情况也很常见。这种干扰对生物多样性丰富程度的影响尚不严重,许多物种仍保存在该类系统中。据统计墨西哥东北部玛雅的农业森林中包含有 300 多种植物,其中 33 种用作建材,81 种用于采集果实或其他可食用器官,200 多种则用于医药^[21]。二是火农业,即以火作为主要耕作手段,以牺牲生物多样性为代价,在森林中砍除一切大小植物,太阳晒干后一把火烧毁,所有植物连同种子及昆虫、真菌等微生物均被烧死,不必进行病虫害防治及除草等工作。由于火农业种植技术简单有效,在我国距今 1 万年前就已经存在^[1]。我国两汉时期长江中下游及华南地区已逐步形成丘陵旱地刀耕火种,亚洲太平洋地区约 3000 万人口、7500 万 hm^2 土地至今仍在进行刀耕火种活动。火农业对生物多样性的毁灭非常明显,但在森林资源丰富、人口稀少的地区 1 块土地耕种 2~3 年后丢荒,停留 20 年以上再进行种植,由于刀耕火种地周围大面积森林中种子传播及动物活动等,可缓解生物多样性的减少,如在爪哇岛对 Kebum-talum 刀耕火种系统的调查发现,在该系统中仍有 112 种植物存在^[13]。三是水农业,该农业以水稻为主,我国 7000 年前磁山裴里岗农业文化就发现有稻谷存在,隋唐时期平原地区基本实现了水稻的广泛种植,

水农业中的水在周围生物多样性较好条件下是种植水稻的重要保障,且通过水的灌溉解决了水分供应和施肥、除草、病虫害防治等一系列主要栽培技术措施。水农业仍为单一种植方式,同样排除了生物多样性结构的复合系统,但在民间种植的水稻品种(遗传多样性)多达数百个,从而大大降低了病虫害的损失^[13,19]。据 Heckman 在泰国东北部稻田中调查研究发现,在 1 块传统水稻田中有多达 590 个物种,其中包括 166 种藻类、83 种纤毛虫、146 种节肢动物、18 种鱼和 10 种两栖爬行动物^[7],说明传统栽培水稻田的生物多样性仍较高,这是水农业延续千年不衰的重要保证。四是化学农业,对生物多样性威胁最大、危害最严重的是化学农业,20 世纪 80 年代初云南西南部普遍推广化肥及化学除草上山,采用五氯酚钠除草,致使水中游鱼、天上飞鸟及地上菌类均不见或少见,化学农业对环境及食物的污染、对生态平衡及生物多样性的破坏非常严重,这一状况若得不到有效改变,一个以生物多样性为基础的活地球将因人类不合理的行为而逐渐衰亡。

2 生物多样性与人工生态系统

2.1 生物多样性与人工生态系统生产力

高而稳定的生产力是农业生态系统追求的主要目标,有关生物多样性与系统生产力之间关系的研究是国际学术界长期以来研讨争论的焦点^[8,9,11,15,17],大量争论包括自然生态系统及人工生态系统。所有研究结果都证明,人工生态系统中生物多样性在一定范围内与系统生产力呈正相关。笔者 40 多年来对热带经济作物组成的多层多种人工群落观测研究结果发现,多样性的人工生态系统生产力(包括经济生产力)均高于单一作物系统的生产力,其主要原因是前者在空间及时间上充分利用了太阳辐射能量^[2]。Trenbath B. R. 对 344 个草本植物混作与单作比较研究后得出混作比单作增产的结论^[18],若混作中有豆科作物种类,则其生产力提高更明显。Zhu Youyong 采用遗传多样性的不同品种水稻进行间作时使产量提高 89%^[13]。Hector A. 等在欧洲 8 个田间试验点利用人工组合不同物种多样性草地群落模拟了植物多样性丧失对群落原始生产力的影响,不同地理分布试点结果虽有差异,但整体而言随着群落中物种的丧失,其地上部分平均生产力呈对数线性关系下降,并认为物种丰富度、地理位置及物种组成是影响群落生产力的决定因子,其对生产力的影响分别约占总生物量的 18%、28% 和 39%,物种丰富度与物种组成均与生物多样性有关,二者影响达 57%^[8]。Tilman D. 和 Downing J. A. 通过对 147 个草地生态系统研究认为,生态系统生产力随植物多样性的增加而上升^[17]。大量研究表明,生物多样性明显影响着人工生态系统生产力。

2.2 生物多样性与人工生态系统稳定性

系统稳定性是可持续农业的基础,笔者 40 多年对热带植物多层多种人工群落研究结果表明,40 年来生物多样性的群落产量(如巴西橡胶)一直十分稳定,35 年生产期以上群落中的巴西橡胶不仅继续投产,产量保持在很高水平,且其抗寒力明显提高。生物多样性群落结构中鸟类、土壤动物、土壤微生物均明显增加,小气候状况得到改善^[2,5],充分证明生物多样性与系统稳定性有明显关系。Natarajan M. 和 Willey R. W. 用水分胁迫方法研究干旱对高粱与花生、谷子和花生及高粱与谷子间作的产量影响结果表明,随水分胁迫的加剧,间作或单作总生物量及产量均会降低,而这些间作方式在 297~584mm 5 种供水水平下均比单作增产,间作与单作间生产力的相对差异随水分胁迫的加剧而变大^[12],这显示了增加物种多样性能缓冲环境变化对系统的压力,证明生物多样性的农业结构系统稳定性较高。

3 生物多样性与农业病虫害

大量使用农药防治农业病虫害与生态农业背道而驰,在天然生态系统中(如热带雨林)多种生物之间形成了相互制约和依存关系,使各种生物种群量维持在一定数量水平(生态量水平),不致产生某种害虫的大发生。笔者多年在巴西橡胶及云南大叶茶多层多种人工群落结构中研究了一种世界性重要害虫——茶小绿叶蝉(*Empoasca flavescens*),在传统单一种植茶园中该害虫是茶叶害虫中的主要防治对象,而在橡胶茶叶的生物多样性人工群落中由于天敌蜘蛛的大量产生,40 年来未进行任何农药防治,而茶小绿叶蝉种群数量一直保持在经济防治指标内,且人工生态群落生长的时间愈长,茶小绿叶蝉的高峰期愈不明显,显示了茶叶-茶小绿叶蝉-蜘蛛的关系愈益稳定,防治虫害效果更明显。哥伦比亚对间作及单作菜豆(*Phaseolus vulgaris*)研究比较发现,不施用杀虫剂下间作比单作叶蝉(*Empoasca kraemeri*)密度低^[14]。对单作和间作条件下昆虫种群密度的许多研究证明,随着系统中物种丰富度的提高,草食动物数量及食草速率均会明显降低^[6]。近年来生物多样性与农业病虫害之间关系(遗传多样性^[13,19]、物种多样性^[10]、景观多样性^[16])等的研究结果均证明生物多样性结构的农业生态系统病虫害的发生少于单一种植结构。水稻多样性品种大面积间种试验结果表

明,抗病与易感病(稻瘟病)品种间作可使水稻总产量提高89%,稻瘟病危害比单种栽培减少94%,农民已不再施用叶面杀真菌剂来防止稻瘟病^[13]。Wolfe M. S 研究认为可采用遗传多样性混种方法进行其他作物的病害防治,如小麦品种混种可同时防治3种以上的病害,谷类和豆科作物混种可有效防治病虫害和杂草危害,从而获得高产,该方式成本低,无需求助于风险未定的遗传工程^[19]。肯尼亚将玉米与能产蜜的禾本科植物(*Melinis minutiflora*)进行间种,以防治严重危害玉米和高粱的茎秆钻心虫(*Cotesia sesamial*),由于该植物能分泌1种排斥雌性钻心虫产卵的化学物质(包括罗勒烯异构体, β 丁子香烯, α -蒎品油烯等成分),使钻心虫危害率由单作的39.2%降至间作的4.6%^[10]。Thies C. 等从景观多样性的高度研究了生物多样性与虫害的关系,在德国油菜种植区调查发现,不同景观下油菜花粉甲虫被寄生的程度不一,种植面积较大和年代久远的休闲地减轻花粉甲虫的效果很好,与连片油菜地景观相比,结构复杂的陆地景观中油菜花粉甲虫被寄生率很高,作物受虫害程度较低^[16]。

4 生态农业是农业可持续发展有效途径

生态农业是以生态学理论为基础,以生态农业技术为主要手段,以处理好生物之间、生物与环境之间的关系为中心,达到经济、生态及社会三大效益统一的农业生产及经营活动。传统农业生产主要是将水、火及化学等作为农业栽培技术手段,以栽培对象为中心,以排除异己的方法,忽视甚至有意识地消灭其他生物的生存,达到维持单一种植系统生产力的目的。而生态农业彻底改变了农业生产与生物多样性的对立局面,通过以生物多样性为基础的农业生产结构,即遗传多样性、物种多样性或生态系统多样性直至生态景观多样性等,均使农业生态系统的主要功能如系统生产力、系统稳定性等趋于良性循环。我国传统农业生产创造了丰富的生物多样性结构——间作、轮作、套作、混作、混交林、农户庭园及其他人工群落结构模式,为发展生态农业提供了宝贵经验,因此生态农业是保护生物多样性,促进农业可持续发展的有效途径。

参 考 文 献

- 1 王建革等. 中国刀耕火种农业的历史变迁. 刀耕火种替代技术研究(上册). 北京:中国农业技术出版社,1996
- 2 冯耀宗等. 巴西橡胶-云南大叶茶人工植物群落的实验生态学研究. 植物学报,1982,24(2):164~171
- 3 Christanty I., Abdoellah O. E., Marten G. G., Iskander J. Traditional agroforestry in West Java: the pekarangan (homegarden) and kebun-talun (annual-perennial rotation) cropping systems. IN: Marten G. G. (ed). Traditional agriculture in southeast Asia. A human ecology perspective. Westview press, Boulder, 1986. 132~138
- 4 Denevan W. M., Tracy J. M., Alcorn J. B., Padoch C., Deslow J. S. Indigenous agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indian management of swidden fallows. Interciencia, 1984. 9346~9357
- 5 Feng yaozong. The ecological effect of windbreak and chilling injurg resistance of rubber-tea artificial community. Climatological 1988 Tsukuba, Japan. 1988 (38):223~228
- 6 Gordon H., Orrians, Rodolfodorzo and J. Hall cushman (Eds). Bodolfodrizo and ecosystem processes in tropical froests. Springer. 1996
- 7 Heckman C. W. Rice field ecology in northeastern Thailand. Dr W. Junk, Boston. 1979
- 8 Hector A. et al. Plnt diversity and roductivity experiments in European grasslands. Science, 1999
- 9 John K. H. et al. Biodiversity and the productivity and stability of ecosystems. Tree, 1996, 11(9):372~377
- 10 Khan R. Z. et al. Intercropping increases parasitism of pests. Nature, 1997, 388:631~632
- 11 Naeem S., Hakenson K., Lawon J. H. et al. Biodiversity and plant productivity in a model assmblage of plant species[M]. Oikos, 1996, 76: 259~264
- 12 Natarajan M., Willey R. W. The effects of water stress in yield advantages of intercropping systems. Field Crops, 1986, 13:117~131
- 13 Zhu Youyong et al. Genetic diversity and disease control in rice. Nature, 2000
- 14 Schoonhoven A. V., Cardona C., Carcia J., Garzon F. Effect of weed covers on Empoasea kraemeri Ross and Moore populations and dry bean yields. Environ Entomol, 1981, 10:901~907
- 15 Stone L., et al. Ecosystems resilience, stability, and productivity: seeking a relationship, 1986, 148:892~903
- 16 Thies Carsten and Teja Tscharnkte. Landseape struerure and bioioeal control in agroecosystems. Science, 1999
- 17 Tilman D., Downing J. A. Biodiversity and stability in grasslands. Nature (London), 1994, 367:363~365
- 18 Trenbath B. R. Biomass productivity of mixtures [J]. Advances in Agronomy, 1974, 26:177~210
- 19 Wolfe Martin S. Crop strength thrugh diversity. Nature, 2000, 406:681~682
- 20 Alcorn J. B. El telom huaseeo: presente, pasado, y futuro de un sistema de silvicultura indigema. Biotica, 1983, 8:315~325
- 21 Berrera A., Gomez-Pompa A., Yanes C. V. El manejo de las selvas por los mayas: Sus implicacions silvieolas y agricolas. Biotica, 1997, 2:47