

# 生态技术在设施农业中的应用探析

周益添 崔绍荣

(浙江大学生物系统工程与食品科学学院 杭州 310029)

**摘 要** 阐述了生态工程技术在设施农业应用的重要性与发展前景。并简析了实际生产中设施生态农业模式内涵及其发展过程中存在的问题,提出相应建议。

**关键词** 设施农业 生态工程 加环技术 可持续发展

**Application of eco-techniques in installation agriculture.** ZHOU Yi-Tian, CUI Shao-Rong (College of Biosystem Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China), *CJEA*, 2005, 13(2): 170~172

**Abstract** The importance and the prospect of the eco-engineering applied in installation agriculture are discussed. The intension of eco-agricultural models, the existing problems and suggestion in the installation agriculture are analyzed also.

**Key words** Installment agriculture, Eco-engineering, Adding-process engineering, Sustainable development

(Received Nov. 6, 2003; revised Dec. 30, 2003)

## 1 设施生态农业发展现状及其前景

近年来设施农业在我国迅速发展起来,全国建立了多种农业科技园区和以日光温室和塑料大棚为主的农业设施园区。1997 年我国设施园艺作物栽培面积达 86.7 万  $\text{hm}^2$ ,比 20 世纪 80 年代初期栽培面积增长了 128 倍,人均设施蔬菜占有量 1996~1997 年为 33kg,较 1980~1981 年人均设施蔬菜占有量约增长 164 倍,2001 年我国设施园艺栽培面积突破 100 万  $\text{hm}^2$ ,人均设施蔬菜占有量达 40kg。设施农业使农业生产具有很大的优势,在人工创造的特定设施中以工程措施控制局部气候环境,按照农作物和畜禽水产生长过程中所需光、温、湿、气、水、肥和饲料、废弃物处理等综合环境条件进行适时调节控制,应用农业及畜牧业最新科研成果并采用适当的农业工程措施,实施从品种选择到生产管理全过程配套技术,充分发挥控制环境所提供的增加产量和提高品质的巨大潜力,不断扩大农业生产规模,加快农业工厂化进程,使农业实现高产、高效和优质。但这种单纯对环境的人工控制也相应带来一些问题,如人们一直把主要精力放在如何改进控制设备,如何更精确地进行环境物理因子的调控,而忽视了生物在自然状况下生长的多样性以及生物在自然环境生长过程中与各种环境因素的有机联系<sup>[1]</sup>,对人工物理环境控制的过度依赖使设施内农作物生长较独立,而不受其他生物因素的制约,但这种独立性的代价是浪费各种资源,如人工加温和施肥、饲料等,这使很多大型设施只能依靠政府投入维持其运行,而很多简易型设施又达不到作物生长必需的要求。

生态农业利用生态技术进行设施农业生产,研究生物在自然状态下的营养源循环条件,并将其用于小面积乃至大面积的设施生产中充分利用自然资源,且防止环境污染<sup>[2]</sup>。生态工程的实施要依据地区自然环境和社会经济条件,不同国家或地区生态工程实施的原则、技术途径亦有所区别。如我国珠江三角洲桑基鱼塘生态工程系生态环境效益和经济效益均佳的典范,但若在严重缺水的北方平原实施该生态工程则适得其反。目前国外所倡导的生态农业主要以恢复生态系统自组织能力为主,而我国根据自身国情要兼顾生态环境与社会经济,这就对我国生态农业提出了更大的要求。入世后国外大量绿色农产品进口将对我国农产品产生很大的冲击,国际绿色壁垒将限制我国许多农产品的生产方式<sup>[3]</sup>,如德国绿色食品标准要求农户企业从传统农业向生态农业转化必须有 3 年过渡转型计划,并具备 3 个条件,即必须整个企业一起转变;不允许使用化学合成的植物保护剂,不允许使用含矿物质的 N 肥;必须以农场自身生产的饲料饲养牲畜,且 3 年后经检验达到标准,才发给生态农户证书,其农产品才能作为生态农产品以统一生态食品标记进入销售市场。按照此国际标准,我国农业生态环境的恶化问题将成为新阶段农业和农村经济可持续发展的制约因

素,只有大力发展设施生态农业,以生态学思路与技术进行农业设施规划与建设,生产绿色食品,才能实现绿色战略。实施设施农业可持续发展战略目标的关键在于生态建设,要根据我国生态工程的原则规划和设计<sup>[4,5]</sup>,一是要遵循与国民经济发展紧密结合的原则,充分考虑我国经济发展现状和自然资源、社会资源条件,应用生态技术或生态工艺建设高效人工生态系统。二是使生态效益、经济效益和社会效益相结合,实现农业的可持续发展。三是应坚持中国特色的原则,不能全权照搬国外经验,通过实践与探索,根据我国资源、环境和经济条件,因地制宜建立与完善生态农业工程理论体系和工艺技术体系。四是努力突破绿色壁垒,全面推进农业生产标准的国际化;五是遵循继承和发展协调的原则,应用现代科学技术丰富、改造和完善生态工程,逐步形成具有中国特色、又符合国情的生态农业工程建设体系。

## 2 设施生态农业典型模式及关键技术

农业应用生态学原理主要是应用生物之间相互关系和相互作用的原理、生物与环境之间相互适应和协同进化的原理、物质循环再生的原理、有机质生产和转化的原理<sup>[6,7]</sup>,而巧妙地应用这 4 个基本原理进行农业生产设计,最大限度地利用时间和空间,可提高系统生产力,实现高功能及高效益。生态农业工程模式成功典范主要有珠江三角洲地区桑基鱼塘工程、广东省稻田养鸭工程、间作套作与林粮复合结构、南方区域“放蚁保柑”技术、水田养鱼技术和浙江省“桑羊互惠”结构等,随着设施生态农业建设的发展,如何将这些生态农业工程模式与技术应用于工厂化设施农业中是亟待研究的课题。目前设施农业已发展到使人们可以随意调节生物生长环境,调配生物的养料,控制生物病虫害,同时实现管理自动化与信息化。但越先进的设施其运行成本越高,一些低档次必需农产品的生产往往投入与产出效益严重失调,于是生产者只青睐一些高档农产品或依靠政府投入维持其生产。很多地方已逐渐开始利用生态农业模式进行设施生产规划,如甲鱼-福寿螺-水葫芦-樱桃番茄模式(见图 1),该设施生态农业模式主要生产对象为甲鱼与樱桃番茄,通过食物链加环技术,在甲鱼与樱桃番茄之间引入增益环——福寿螺和水葫芦,该系统可保证内部资源的循环利用,减少环境污染,提高其经济效益。该设施生态农业模式关键技术是首先将甲鱼设施与樱桃番茄温室通过管道相连,鉴于两边  $O_2$  和  $CO_2$  的不平衡,引起相互间气体渗透,按照一定比例组织生产完全可满足两边  $O_2$  和  $CO_2$  所需。甲鱼养殖很大问题是水环境,其养殖水中含有许多有机饲料残渣和排泄物等,通过处理一部分可供给番茄吸收,大部分通过所建的水塘由养殖水葫芦净化<sup>[8]</sup>,经水葫芦处理简单过滤的水可重新循环供给甲鱼与樱桃番茄使用,但单靠水葫芦维持,则水葫芦自身繁殖也引起环境污染,故引进福寿螺以水葫芦为食物即抑制了水葫芦的暴增,福寿螺长大后其肉口感不太好,不适宜供人们食用,经过处理可作为甲鱼高蛋白有机饲料,从而形成部分循环的食物链,大大提高了该设施生态农业模式的生态化,整个生态设施仅需投入少量资源即可形成简单的循环系统,大大简化了设施处理机制,降低了设施运行成本,具有一定推广价值。该设施生态农业模式的运行一是需注意福寿螺、水葫芦、樱桃番茄和甲鱼在实际养殖中的自身生长特性以及可能会出现的一些养殖技术问题;二是该模式尚为简单的小规模生态系统实验,而实际大规模生产中其生产规模设计、设施建设以及生产管理均应进一步缜密规划;三是该模式设施各个环节关联度较大,且比自然生态中的反馈更快,若某个环节一旦出现问题则很快连锁反应影响其他环节生产,这就要求对各个环节必须严格监测管理;四是该模式若要形成规模化生产,必须进行定量研究如各环节生物量、水排放量等,单纯依靠经验难以广泛推行。羊-作物-猪模式(见图 2),该设施生态农业模式方法简单易行,主要是将简易型大棚或温室与羊舍、猪舍有机结合起来进行小生态设施建设,1 个温室为 1 个小设施生态单位,保证各个单位独立性,又充分发挥整体工厂化管理优势,具有很大的发展潜力。该设施生态农业模式关键技术是以简易型温室大棚为基础,在温室大棚两端各建 2 个水泥家禽圈,一头养猪,另一头养羊,大棚中间种植农作物,猪羊和作物形成小型生态系统,猪和羊呼吸呼出  $CO_2$  供作物光

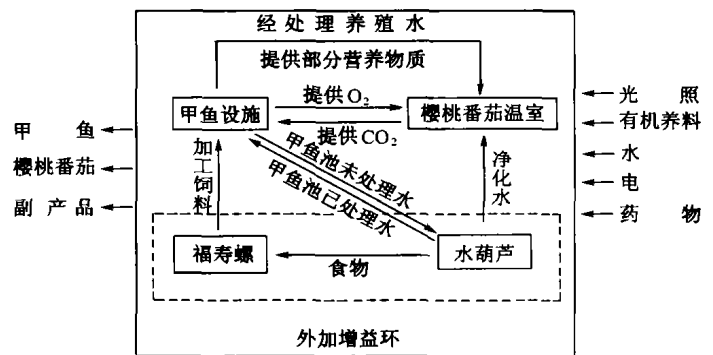


图 1 甲鱼-福寿螺-水葫芦-樱桃番茄设施生态农业模式

Fig. 1 Protected eco-agriculture system of turtle-snail-waterhyacinth-cherry tomato

合作用。该设施生态农业模式的运行一是需注意福寿螺、水葫芦、樱桃番茄和甲鱼在实际养殖中的自身生长特性以及可能会出现的一些养殖技术问题;二是该模式尚为简单的小规模生态系统实验,而实际大规模生产中其生产规模设计、设施建设以及生产管理均应进一步缜密规划;三是该模式设施各个环节关联度较大,且比自然生态中的反馈更快,若某个环节一旦出现问题则很快连锁反应影响其他环节生产,这就要求对各个环节必须严格监测管理;四是该模式若要形成规模化生产,必须进行定量研究如各环节生物量、水排放量等,单纯依靠经验难以广泛推行。羊-作物-猪模式(见图 2),该设施生态农业模式方法简单易行,主要是将简易型大棚或温室与羊舍、猪舍有机结合起来进行小生态设施建设,1 个温室为 1 个小设施生态单位,保证各个单位独立性,又充分发挥整体工厂化管理优势,具有很大的发展潜力。该设施生态农业模式关键技术是以简易型温室大棚为基础,在温室大棚两端各建 2 个水泥家禽圈,一头养猪,另一头养羊,大棚中间种植农作物,猪羊和作物形成小型生态系统,猪和羊呼吸呼出  $CO_2$  供作物光

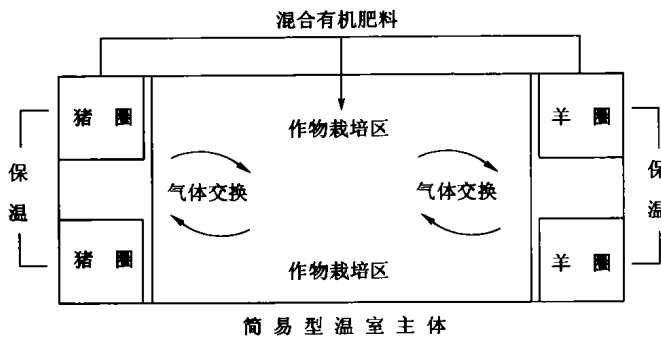


图 2 简易型温室羊-作物-猪设施生态农业模式

Fig. 2 Protected eco-agriculture system of sheep-crop-ping in the simple green-house

合作用,而作物光合作用释放的  $O_2$  供猪和羊所需,按一定比例设置猪羊和植物数量,则完全可满足各生物的气体需求量。猪羊身体发出的热量使大棚内外有 1 道天然保温墙,大大降低了温室的热量损失,特别是在冬天其效果更加明显。猪羊粪尿按一定比例配成有机肥料直接供设施内作物施用,不仅改善了简易型温室大棚的环境要求,又大幅度降低温室运行成本。若按这种设施生态思路建成一定规模数量的温室大棚,则猪和羊产量十分可观,是目前农村值得大力推广的设施生态农业模式。笔者考察浙江省余杭县蔬菜设施示范基地实施该模式过程中发现,该模式管理方便,易开展工厂化生态农业生产,

且各设施间关联性较小,保证其生产的安全性,若 1 个温室出现病害,其他温室可及时处理。其设施内施用有机肥料实现农产品无公害生产,且其经济效益非常可观。根据基地实际运行进行简单计算,若每个设施大棚占地  $0.667\text{hm}^2$ ,每年运行费用包括原料成本、土地租金、工人工资、设施维护费用以及其他运行费用,按实际生产每个大棚一般总利润  $0.8\sim 1$  万元,扣除成本其纯利润可达  $30\%$ ;而有些设施好的大棚 1 季总利润即超过万元。上述计算均不包括养殖畜禽利润。且该模式猪生长得快,比普通养殖周期短,有很大发展优势。但该模式运行的重要问题是将畜禽和植物混养,较难测定一些循环因子的流动特征如  $O_2$ 、 $CO_2$  等,这不利于理论研究,也不利于定量研究,从而可能导致该模式发展的无方向性;其次是该模式单位规模较小,浪费土地资源,能否利用连栋设施进行生产尚需进一步探讨。

### 3 建议

生态工程技术将为设施生态农业建设带来新的发展空间,为农业生产提供全方位的生态思路,但其应用过程中有很多实际问题尚需探索与解决,一是设施生态农业中生态工程的研究很大程度还处于定性研究阶段,随着农业工厂化的迅速发展将不能满足大生产的要求,必须组织定量的设施生态建设,使其生产全过程以精确手段进行控制与管理。二是设施生态农业目的之一是要实现农业生产的规模化,如何对大规模生态设施进行建设与管理,保证其运行的安全性与稳定性亟待深入研究,只有科学地组织大规模农业生产,才能产生规模经济效应,推动农业市场的良性发展。三是生态工程地域性较强,不同区域应因地制宜发展当地特色设施生态模式,这就要求必须掌握设施生态建设的基本规律,对不同区域进行不同研究设计,优化配置各种资源。四是现代信息技术发展迅速,应充分利用网络信息技术更好地组织设施生态农业生产,如国外有的研究部门建立了生态设施内营养源循环系统,通过计算机和生物传感器定量的、动态的捕捉温室内能量流动,并使用相应控制机构进行能流调整,从而对生产进行自动化管理,可以预见随着生产力发展水平的提高,其生态控制的精确性与可靠性将越来越高,以生物链原理建立起来的设施生态农业是高效生态农业,也是实现农业可持续发展的有效途径之一。

### 参 考 文 献

- 1 冯耀宗. 生物多样性与生态农业. 中国生态农业学报, 2002, 10(3): 5~7
- 2 王兆寿. 中国生态农业与农业可持续发展. 北京: 北京出版社, 2001
- 3 肖 洁. 我国农业生态环境应对 WTO 挑战对策. 农业环境与发展, 2002 (5): 43~44
- 4 张宝华. 在全国农业生态环境与可再生能源建设工作会议上的讲话. 农业环境与发展, 2002 (6): 1~5
- 5 路 明. 建设生态农业是实现我国农业现代化的必由之路. 生态农业研究, 2000, 8(2): 1~4
- 6 张壬午等. 论生态农业模式设计. 生态农业研究, 1997, 5(3): 1~5
- 7 李新平等. 生态农业模式研究及模式建设建议. 中国生态农业学报, 2001, 9(3): 83~85
- 8 沈明卫, 陈志银等. 利用水葫芦净化养鳖废水的问题研究. 农业环境保护, 2002, 21(4): 337~339