

农业生态系统保育

——有机农业模式成效案例分析

郭智勇, 刘春红, 刘庆生, 韩文君, 谢利芬

安阳市农业科学院, 河南 安阳
Email: 13569038395@163.com

收稿日期: 2020年11月25日; 录用日期: 2020年12月18日; 发布日期: 2020年12月25日

摘要

现代农业大量使用农药、化肥、农膜、生长调节剂等农用化学品, 导致农业生态系统功能退化。国家多项文件指出要加大生态系统保护力度, 促进农业可持续发展。农业生态系统保育就是要采取措施使农业生态系统功能可持续地充分发挥出来。生物多样性对加强农业生态系统的稳定性和促进系统功能的发挥具有至关重要的作用。农业生态系统是受人类调控的生态系统, 采取生态化的农业管理措施对农业生态系统保育是必不可少的人工干预措施。有机农业的核心是建立和恢复农业生态系统的生物多样性和良性循环, 河南鑫贞德有机农业有限公司经过多年有机农业生产, 农业生态系统保育效果良好, 较好地实践了农业生态系统有关理论, 编者对此进行了分析总结, 以供参考。

关键词

农业, 生态系统, 保育, 有机农业, 分析

Agroecosystem Conservation

—A Case Study on the Practice of Organic Agriculture Model

Zhiyong Guo, Chunhong Liu, Qingsheng Liu, Wenjun Han, Lifan Xie

Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang Henan
Email: 13569038395@163.com

Received: Nov. 25th, 2020; accepted: Dec. 18th, 2020; published: Dec. 25th, 2020

Abstract

Agricultural chemicals such as pesticides, chemical fertilizers, agricultural films and growth regulators are widely used in modern agriculture, which lead to the degradation of agricultural ecosystem functions. A number of state documents point out that efforts should be made to streng-

then ecosystem protection and promote sustainable development of agriculture. The conservation of agricultural ecosystem is to take measures to make the function of agricultural ecosystem sustainable and give full play. Biodiversity plays a crucial role in enhancing the stability of agro-ecosystem and promoting the functioning of the system. Agro-ecosystem is an ecosystem regulated by human being. It is necessary to take ecological agricultural management measures for agro-ecosystem conservation. The core of organic agriculture is to establish and restore the biological diversity and virtuous circle of the agricultural ecosystem. After years of organic agricultural production, the effect of agricultural ecosystem conservation is good, the relevant theory of agro-ecosystem has been well put into practice, and the editor has made an analysis and summary for reference.

Keywords

Agriculture, Ecosystem, Conservation, Organic Agriculture, Analysis

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

民以食为天，粮食安全是人类生存发展的重要基石。现代农业的集约化规模化持续发展，在满足人们对食物的越来越多的需求、推动人类生活水平不断提高的同时，造成了农业生态系统失衡、面源污染严重、生物多样性丧失等严重问题，农业的可持续发展受到威胁。笔者根据近年来实践与相关研究对生态系统保育做以下论述，以供参考。

2. 农业生态系统保育的必要性。

农业生态系统是以农业生物为主要组分，受人类控制，以农业生产为主要目的的生态系统，是由生物组分和环境组分共同组成的一个相互制约、密不可分的整体，具有农产品生产功能、生态环境功能和生活服务功能[1]。农业生态系统保育就是要采取措施使农业生态系统功能可持续的充分发挥出来。

农业是人类生存发展的基础，推动了文明社会的持续发展。“刀耕火种”时代的原始农业，解决了人类发展之初的生存问题，但是以牺牲大片森林为代价。在原始农业已经不能适应环境保护和人类发展需要的情况下，较之先进的传统农业取代了原始农业的发展模式。传统农业的特点和优点就是通过施肥和精耕细作，使土地越种越肥，复种指数和单位面积产量不断提高，特别是通过施肥，使物质得到循环利用，从而达到持续发展的目的。物质循环式的传统农业，由于缺乏外部投入，加上费工费时劳动生产率低下，难于适应人民生活水平提高和国家建设发展的需要，所以近数十年来已逐步转向现代农业(石油农业) [2]。

在现代农业生态系统中，大面积种植单一作物，会导致病虫害的爆发。农药、化肥、农膜、生长调节剂等农用化学品的大量使用，农业区域及其边缘自然植被、水体等生境的野生生物遭受破坏，生物多样性降低。导致农业生态系统的稳定性下降，生态平衡被打破[3]，农业生态系统自我调节能力减弱、防灾抗灾减灾能力低，功能退化，农业可持续发展受到严重影响。世界人口的快速增长给农业生产带来了巨大的压力，必须生产足够多的营养食品来满足日益增长的人口需求。同时，由于气候变化、极端天气以及城市化扩张给农业生产带来的巨大压力，粮食需求压力进一步加剧。集约化农业需转型为可同时保证全球粮食安全和环境健康的可持续性农业[4]。因此，改善农业生态系统功能，培育可持续发展的农业

生态系统是迫切需要解决的一个问题。

3. 农业生物多样性与农业生态系统保育

农业生物多样性是以自然多样性为基础,以人类生存和发展需求为目的,以生产生活为动力而形成的人与自然相互作用的生物多样性系统,是生物多样性的重要组成部分。农业生态系统生物多样性对加强系统的稳定性和促进农业生态系统功能的发挥具有至关重要的作用[1]。现代许多研究表明,在农业生态系统中,人们可以利用生物多样性来提高对病虫害的防控水平。在 Web of Science 上有超过 8600 篇的有关生物多样性研究报道,且发表文章的数量呈现逐渐上升的趋势,尤其是进入 21 世纪以来,发表文章的递增速度更快[5]。由此可见,生物多样性在农业生态系统中具有重要的保益控害功能,利用生物多样性防控作物病虫害是农业生态系统保育研究的热点。

3.1. 生物多样性控制病害原理

一般来说,组成农业生态系统的各类生物种群之间处于相对稳定状态时,系统的稳定性和生产力最强。但是,以获取最大利益为主的农事活动,如大面积种植单一品种、大量施用化肥和农药等,致使农业生态系统的物种多样性和自我调节能力大大降低,尤其是在病原物抗药性增强、天敌和拮抗微生物因药害而数量大大降低时,农作物将面临更加严重的病害爆发和流行的威胁。因此,通过增加和维持农业生态系统的生物多样性来有效控制植物病害才是农业可持续发展的根本保障。云南农业大学朱有勇院士及其课题组在利用生物遗传多样性控制水稻稻瘟病方面的研究处于世界领先地位。他们系统研究了利用水稻遗传多样性控制稻瘟病的基本规律和原理,建立了利用水稻遗传多样性控制稻瘟病的技术体系。在此基础上,该课题组还发明了玉米、马铃薯、小麦、大麦物种多样性控制主要病害的专利技术[6]。这些研究成果说明利用生物多样性控制植物病害有利于农业生态系统的可持续发展。

3.2. 生物多样性控制虫害原理

利用生物多样性可以提高对虫害的防控水平。通过合理的农事操作可以调控田间植被(包括作物种类布局、作物栽培模式、杂草防除等),使之朝着有利于天敌种群繁衍的方向发展,达到保持农田生态系统中生物群落稳定性和控制害虫种群数量的目的,从而起到发挥农田生态系统保益控害服务功能的作用[5]。作物生境天敌群落的重建和发展与其周围的非作物生境关系密切。当作物生境中的植被遭受破坏时,非作物生境可为从作物生境中迁出的天敌提供替代猎物或寄主,越冬和避难的场所;当作物生境中的植被恢复时,非作物生境可为作物生境天敌群落的重建提供种库[7]。杨龙等(2016)对华北地区不同麦田生境下瓢虫种群进行监测发现,农田景观系统中非作物生境有利于麦田早期瓢虫种群的发生[8]。农田边界作为农业生态系统的重要组成部分,具有广泛的生态系统服务功能[9]。植物篱是分布在农田边界,由乔木或灌木组成的人为管理的植被条带,是农田生态系统的有机组分,能有效降低风速、减小风害、防止土壤侵蚀和水土流失。植物篱作为栖息地和活动场所,是害虫天敌重要的资源库和迁移廊道,增加了农业景观的连通性,促进分散的斑块间的物质和能量流动,对于增加农业生态系统弹性和稳定性具有关键作用;植物篱能够改善农田小气候、对应气候变化背景下的生物多样性保护具有重要作用。植物篱还具有提升农业景观美学质量重要功能[10]。一项在英国的研究发现,灌木类树篱可支持更多种类的天敌。例如,伞形花科植物对食蚜蝇科、花蝽科、脉翅目和瓢甲科昆虫有正面的影响,增加树篱的面积也有助于寄生类昆虫的繁殖和生存。在树篱面积达到 9%至 16%时,瓢甲科天敌就可对蚜虫进行有效控制[5]。

土壤生物多样性是生物多样性的一个重要方面。土壤生物在元素的生物化学循环、污染物的降解转化以及土壤免疫抗病等方面均起举足轻重的作用。通过调控土壤功能微生物来提高土壤的抗逆性和恢复

力对农业可持续发展具有重要意义。还可以通过添加微生物菌剂来调节土壤生物群落结构,从而改善土壤养分状况和植物健康[11]。在较低的土壤生物多样性水平,土壤生物多样性与生态系统功能的关系更为密切,群落组成对土壤生态系统功能的影响高于物种丰富度[4]。在长期施肥管理条件下土壤生物多样性尤其是关键微生物菌群(如固氮菌、光合菌、解磷菌等)的多样性是驱动作物产量和土壤功能的关键因素[12]。

4. 农业管理措施与农业生态系统保育

尽管传统农业和早期的有机农业、自然农业等给人留下产量低和效率低的印象,但是农业生态系统是受人类调控的生态系统,随着各种新型农业技术的发展和世界范围内对农业可持续发展的重视与规划,当前农业正在可持续发展的前提下不断地提高生产率[13]。采取生态化的农业管理措施对农业生态系统进行系统保育,是保持农业生态系统平衡、稳定,促进农业可持续发展的必然选择。

4.1. 生态农业技术应用

保护性耕作模式(间作、轮作、免耕)、节水农业措施、生物有机肥菌肥的应用、农业病虫害绿色防控技术、循环农业、非作物生境管理(绿肥、植物篱、农林复合系统、生态缓冲带)、土壤调控技术等,有关生态农业技术的应用可促进农业生态系统的保育工作。

4.2. 农业生产经营模式与社会经济管理

小型分散的个体农民经营模式正在被越来越多的种植大户、合作社、家庭农场、农业企业经营模式所代替,在这个大背景以及市场经济环境的驱动下,农业经营者的经济趋利性越来越清晰[1],对农业生态系统保育并没有引起重视。

4.3. 社会经济管理

农业生态系统具有社会公共属性,需要通过社会管理手段促进农业经营者重视农业生态系统保育工作。国家已经发布《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》、《乡村振兴科技支撑行动实施方案》、《全国农业可持续发展规划(2015~2030年)》、《农业农村部关于深入推进生态环境保护工作的意见》多个文件以及习总书记十九大报告均指出要加大生态系统保护力度,促进农业可持续发展。

5. 有机农业生产与农业生态系统保育

在我国农业大量使用化学投入品以前,我国的农业生态系统是稳定的平衡的可持续运转,成为当时西方工业化农业生产模式所学习向往的良好状态。中国是世界范围公认的农业古国,80年前欧洲有机农业的创始人、英国农业科学家艾尔伯特·霍华德在编写的《农业圣经》中对东、西方农业实践做了对比(见表1)。评价“中国农民非常重视所有废弃物的回田利用,他们的做法接近于自然的理想状态;他们在有限土地上养活了众多人口,肥力并未丢失。而古罗马农业在肥沃的土地上却没能保持住土壤而失败了,西方的农民在重复着罗马帝国犯过的错误[14]。”可惜随着现代农业的长足发展,中国农业的生态系统已经被破坏的很脆弱,反而需要转过头向西方农业学习先进的绿色生态、可持续发展的技术理论。

农业生态系统中,生物多样性的保护只能通过合理的农业措施来实现。在不使用除草剂的有机农场中,植物、食草昆虫和无脊椎动物的种类和数量均明显高于常规农场[15]。有机农业是指遵循可持续发展原则,按照有机农业基本标准,在生产过程中完全不用人工合成的肥料、农药、生长调节剂和家畜饲料添加剂,不采用基因工程技术及其产物的农业生产体系,其核心是建立和恢复农业生态系统的生物多样

性和良性循环。中国有机农业和有机产业的发展起源于 20 世纪 90 年代初, 经过 30 年的发展已经取得了显著的成绩。中国有机农地面积多年来保持持续增长态势, 尤其近几年增长迅速。按照《中国有机产品认证与产业发展报告》(2019)提供的数据, 2018 年全国有机植物生产面积 410.8 万 hm^2 [16]。

Table 1. Comparison of agricultural practices between the East and the West

表 1. 东方、西方农业实践对比

东方农业实践	西方农业实践
1 农业系统为小农系统。	1 农场规模趋于扩大。
2 混合种植是一大法则。	2 单一种植十分普遍。
3 劳力是充足的。	3 劳力缺乏, 牲畜被机器快速替代。
4 种植和养殖维持平衡, 动物粪便和人粪尿循环利用。 普遍种植豆科作物培肥土壤。	4 人工肥料的广泛使用
5 植物明显不会得病。	5 病害呈上升趋势。
结果: 数个世纪乃至经过 4000 年管理仍保持着稳定的产出, 如同原始森林、草原和海洋一样近乎永久。	结果: 土壤肥力快速退化, 农业“高速发展”的想法濒临失败。

6. 有机农业模式保育农业生态系统成功案例

河南鑫贞德有机农业有限公司经过多年有机生产, 农业生态系统保育取得了良好效果。公司位于汤阴县宜沟镇尚家庵村, 成立于 2010 年, 流转土地七千亩, 按照 GB/T19630.1-4 有机规范进行管理, 从事有机农业产供销一体化经营业务。进行有机农业生产 11 年来, 农业生态系统生物多样性得到良好恢复与保持, 生态系统良性循环保证了在未使用化学农药情况下没有发生严重病虫害灾害。在 2018 年华北地区冬小麦主产区受早春气候影响减产 30%~40%、个别品种造成绝收的生产大环境中, 公司当年小麦产量创有机生产以来的最高产量, 显示出了有机农田生态系统保育的良好效果。

在鑫贞德有机农业有限公司有机农业生产中, 安阳市农业科学院生态农业技术团队人员全程技术服务, 跟踪指导农田生态系统保育计划与实施维护。主要技术措施有以下几方面:

6.1. 农田生物多样性维护

农田中作物与边界树篱面积比例为 6:1~23:1, 地块面积 3000~22,700 m^2 , 多为长条形地块, 宽 50~200 m, 栽培作物有小麦、谷子、大豆、玉米等, 非作物生境植物主要有构树、锦鸡儿、苦苣菜、泥胡菜、泡桐花、苋菜、狗尾草、榆树、酸枣、杨树、楝等。经过多年农田边界植物多样性维护, 有益生物种类和数量也丰富起来, 主要有瓢虫、蜘蛛、食蚜蝇、蜻类、步甲、青蛙等, 其中瓢虫、蜘蛛数量显著增加。

6.2. 病虫害生态防控

对病虫害控制以物理的、生物的、机械的方式进行综合防控。杜绝使用转基因材料、化学农药、除草剂、激素、抗生素等。2011~2016 年每年五月上旬使用沼液防控小麦蚜虫 2 次, 2017 年至今已经连续四年没有对小麦蚜虫进行人工干预, 依靠农田生态系统自我调控, 效果良好。利用“生物导弹”杀虫卡防治害虫。“生物导弹”是由中国科学院武汉病毒研究所研制, 其技术原理是利用卵寄生蜂(赤眼蜂)将经过高新技术处理过的强毒力剂(病毒)传递到玉米螟卵块表面, 使初孵幼虫感病死亡, 达到控制目标害虫为害的目的。因其寄生蜂寄生的靶标性极强, 又携带病毒传播, 故称为“生物导弹” [17]。2012 年利用“生物导弹”杀虫卡防治害虫, 结果表明“生物导弹”对二代玉米螟防治效果达到了 85.71%, 并且 2 个月后的示范区内三代玉米螟仍有 42.53% 的虫口减退率, 这充分体现了“生物导弹”绿色防控的优势 [18]。

中耕除草机械化。利用自己改进的中耕除草机进行除草,提高效率近百倍,中耕费用由 75 元/667m² 降到 10 元/667m² 以内。

6.3. 循环农业

以三沼综合利用为纽带,确立循环模式:粮食-秸秆-畜禽养殖-粪便废弃物-沼化-沼渣、沼液还田-粮食。平均消化沼液 5~8 m³/667m²,沼渣 5 m³/667m²。此模式形成一个密闭的良性循环圈。率先在一个特定区域实现牛(猪)-沼-粮循环模式[19]。在全部消纳农业生产废弃物的基础上,每年还需外购沼渣 1.2 万 m³。

6.4. 土壤培肥

通过采取轮作、轮耕、秸秆还田、种植绿肥、施用微生物肥料等方式,增强土壤肥力,促使农作物更好地生长。经过多年培肥地力,土壤有机质由平均 14.2%提高到 18.1%~29.6%,土壤全氮 1.22 × 10³ mg/kg。

6.5. 技术依托保障

与中国农业大学、中国农科院、华北水利水电大学、河南农业大学等单位相关研究科研机构建立技术联系,邀请专家到公司进行技术指导。

6.6. 鑫贞德模式分析

1) 注重生态环境保护,增强农田生物多样性。农田边界草灌乔交替生长,形成半自然生态廊道,为天敌提供良好栖息地,促进了农田天敌多样性的维持。边界较高的草本层盖度和较低的乔木层盖度有利于增加农田中某些步甲优势种的多样性;而较高的草本层盖度有利于增加皿蛛科蜘蛛的多样性。半自然生境的存在可以通过天敌在农田和边界之间的迁移运动促进农田天敌多样性的维持[20],纵横交错的农田边界网络成为鑫贞德有机农田的典型特征,具有维系生态系统弹性的重要生态功能。鑫贞德有机农田中作物与边界树篱面积比例为 6:1~23:1,这与上述有关研究结果基本相符,即在树篱面积达到 9%至 16%时,瓢甲科天敌就可对蚜虫进行有效控制[5]。

2) 生态化管理措施。长期施用有机肥,提高土壤肥力,改善土壤微生态系统,形成健康土壤。病虫害草害生态防控,11 年未使用化学农药,未发生病虫害爆发,有利于增强农业生态系统的稳定产出功能。

3) 循环农业模式,增强了农业生态系统的自我调节功能。粮-畜-沼-粮模式实现产业化,完全有机肥替代。2011~2016 年每年 5 月上旬需要 2 次沼液防控小麦蚜虫,虫害控制在可以忍受范围。自 2017 年以来,由于长期不使用杀虫剂,园区自然植物篱恢复良好,对荒坡、沟壑植被进行保护,生物多样性丰富,天敌与害虫形成平衡,蚜虫出现一周瓢虫就大量繁衍,已经连续四年没有对小麦蚜虫进行人工干预,农业生态系统内部生态制衡可以有效控制害虫得到了生产实践检验。2012、13、14 年连续投放赤眼蜂携苜蓿银纹夜蛾多角体病毒,防控玉米螟和棉铃虫,目前生产上玉米螟和棉铃虫对秋粮危害也控制在可以接受范围,几乎不造成经济损失。

4) 相关科研院校专家的技术指导与支持,是该公司农业生态系统保育效果良好的有力保障。

7. 思考与展望

国外就有机和常规种植对生物多样性的影响展开了大量研究,大多数研究显示有机种植较常规种植能够维持更高的生物多样性。国内韩印、戴漂漂、李想等对有机农业的生态环境效应进行了初步评估。但是由于时间和样本有限,三个取样点评估结果存在差异。分析取样点不同导致研究结果存在差异,可

能是由于农田生物多样性还受到其他多种因素的影响, 主要包括生物类群的差异和取样地周围景观的复杂性。除受各地种植作物、具体有机或常规生产管理方式差异等影响外, 从事有机生产的时间长短可能是导致这种差异的主要原因。尚需在更大时空范围内针对更多生物类群开展观测, 并需要长期定位实验的验证[21]。

本文所分析有机管理模式对农业生态系统保育的影响, 也仅是一个特定地域例子, 其中保育机理也分析不够深入全面, 只是从表面结果进行了举例, 意在为有关研究提供佐证。农业生态系统保育涉及生物组分、环境因素、管理措施等, 环节层次多而杂, 是一个系统工程, 持续开展相关深入研究是十分必要的。

参考文献

- [1] 骆世明. 农业生态学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 29, 54, 185.
- [2] 彭世奖. 从中国农业发展史看未来的农业与环境[J]. 中国农史, 2000, 19(3): 86-89.
- [3] 李晓强, 孙跃先, 叶光祚, 等. 使用化学农药对农业生物多样性的影响[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2008, 30(S2): 365-367.
- [4] Zhang, J.L., Van Der Heijden, M.G.A., Zhang, F.S., *et al.* (2020) Soil Biodiversity and Crop Diversification Are Vital Components of Healthy Soils and Agricultural Sustainability. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 7, 236. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2020336>
- [5] 尤士骏, 张杰, 李金玉, 等. 利用生物多样性控制作物害虫的理论与实践[J]. 应用昆虫学报, 2019, 56(6): 1126-1136.
- [6] 赵玉华, 李俊州, 文才艺. 农业生物多样性与植物病害控制[C]//河南省植保学会第十次、河南省昆虫学会第九次、河南省植病学会第四次会员代表大会暨学术讨论会论文集. 河南: 河南省昆虫学会, 2013: : 54-56.
- [7] 黄顶成, 尤民生, 侯有明, 等. 化学除草剂对农田生物群落的影响[J]. 生态学报, 2005, 25(6): 1545.
- [8] 杨龙, 徐磊, 刘冰农, 等. 田景观格局对华北地区麦田早期瓢虫种群发生的影响[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(3): 612.
- [9] 李良涛, 王浩源, 宇振荣. 农田边界植物多样性与生态服务功能研究进展[J]. 中国农学通报, 2018, 34(19): 26-32.
- [10] 李良涛, 刘文平, 肖禾. 农业景观中植物篱的建设与管理[J]. 中国水土保持, 2012(6): 26-27.
- [11] 褚海燕, 马玉颖, 杨腾, 等. “十四五”土壤生物学分支学科发展战略专题[J]. 土壤学报, 2020, 57(5): 1108-1110.
- [12] 范坤坤, Manuel Delgado-Baquerizo. 关键菌群的生物多样性决定了 40 年施肥管理下的作物产量[Z]. 宏基因组, 2020-10-11.
- [13] 郑伦. 内卷、二元到内生——农业视角下中国经济发展的逻辑和机遇[Z]. 田野观察, 2020-11-21.
- [14] 艾尔伯特·霍华德. 农业圣经[Z]. 李季, 译.
- [15] 陈欣, 王兆骞, 唐建军. 农业生态系统杂草多样性保持的生态学功能[J]. 生态学杂志, 2000, 19(4): 51.
- [16] 李显军. 中国有机农业发展的背景、现状和展望[J]. 世界农业, 2004(7): 7.
- [17] 杨朝敏, 李萍萍, 王秀. 利用“生物导弹”防治玉米螟[J]. 植物医生, 2015, 28(2): 47.
- [18] 王刚. 安阳市应用“生物导弹”防治玉米螟初探[C]//农作物病虫害绿色防控研究进展——河南省农作物病虫害绿色防控学术讨论会论文集. 河南: 河南省植物病理学会, 2019: 151.
- [19] 谢利芬, 靳前龙, 刘庆生, 等. 豫北地区农业现状及生态管护模式探索[J]. 农业科技通讯, 2019(6): 12.
- [20] 张旭珠, 韩印, 宇振荣, 等. 半自然农田边界与相邻农田步甲和蜘蛛的时空分布[J]. 应用生态学报, 2017, 28(6): 1879.
- [21] 韩印, 戴漂漂, 李想, 等. 华北平原有机农业对夏季农田节肢动物多样性影响[J]. 生态与农村环境学报, 2015, 31(5): 697-703.