

文章编号: 1003-8701(2007)02-0011-03

水田立体开发的生物学和生态学机制

孙 刚^{1,2}, 房 岩², 邹德涛³

(1.东北师范大学生命科学学院, 长春 130024; 2.长春师范学院生命科学学院, 长春 130032;
3.东北师范大学城市与环境科学学院, 长春 130024)

摘 要: 水田立体开发符合生物学和生态学机制, 是一种复合、高效、可持续的农业生态系统, 是当前农业产业结构调整的方向。

关键词: 水田; 立体开发; 生物学; 生态学; 机制

中图分类号: S181

文献标识码: A

改革农作制度是发展农业生产的一项战略性措施, 其目的是发展多功能、高产量、高效益的农业。而水田立体开发则是高效生态农业的重要组成部分, 使农业由平面向立体发展。联合国粮农组织(FAO)强烈建议水田立体开发, 在水稻种植的同时养殖水生动物和家禽。水田立体开发不仅具有显著的经济效益、环境效益和社会效益, 而且符合生物学和生态学机制。

1 物种互利共生、相生相克

共生是不同物种的有机体或子系统合作共存、互惠互利的现象。共生的结果, 使所有共生者都大大节约了原材料、能量和运输, 系统获得多重效益。水田养鱼, 能够改变水田群落中生物间的相互关系。在水稻单植生态系统中, 杂草丛生, 耕作者必须定期除草, 花费了劳力, 增加了投入, 结果损失了土壤养分并浪费了固定的日光能, 使种稻的成本增大。同时, 水田中大量的细菌、浮游生物及水生动物, 由于无法被水稻利用而随水流失。水田养鸭充分发挥了鸭好动、勤觅食的生活习性, 起到中耕除草、吃虫增肥的作用; 能有效控制杂草的发生, 协调水稻与杂草争肥、争光等矛盾; 能改善水稻群体通风透光条件; 能少量均匀地增施水稻穗粒肥, 提高结穗率、结实率和千粒重, 确保水稻实现高产低耗。立体开发水田克服了水生动物和稻之间矛盾的一面, 发挥了水生动物对稻有利的一面, 改善了水稻生长发育的环境条件, 其结果是在生存竞争中水生动物和稻均成为获利者。

2 食物链延长, 实现多级利用

鱼类是水生蚊虫的天敌, 在水田里养殖鱼类, 鱼便成了生态系统内最大的消费者, 它们能够吃掉水田的杂草、浮游生物和水生昆虫等。水田养鱼对消灭落水昆虫是最好的生物控制。据观察, 鱼能取食水下及落在水面的稻飞虱、稻叶蝉和稻螟蛉等害虫。水田养鱼对危害稻株中下部的稻虱具有较好的抑制作用。由于鱼类对叶蝉、稻纵卷叶螟的吞食作用, 对照水田比养鱼水田的卷叶率高109%^[1]。此外, 养鱼和养鸭水田昆虫天敌(蜘蛛、寄生蜂等)明显增加, 对虫害的防治效果也很显著。鱼类还食用水田中的纹枯病菌核、菌丝等。在减少水田病虫害的同时, 延长了食物链, 实现了物质和能量的多级利用。

3 循环往复

收稿日期: 2006-10-15

基金项目: 东北师范大学自然科学基金项目(20050406)、吉林省科技发展计划项目、教育部留学回国基金项目

作者简介: 孙 刚(1969-), 男, 博士后, 副教授, 硕士生导师, 主要从事环境生态学和应用生态学研究。

生态系统中的物质是有限的,原料、产品和废物的多重利用和循环再生是生态系统长期生存并不断发展的基本对策。水田养鱼后,水田里的肥分可充分供给水稻生长,并且鱼类的粪便等排泄物被分解后便成了土壤和水体的肥料,使其肥力得到了补充。生态系统中最大初级生产者的水稻与最大消费者的鱼类有机结合起来成为生态系统中的关键因素,使它比一般传统的水田生态系统更有利于人类的需要,从而形成一种稻鱼共生生态系统。这个生态系统具备了较和谐的结构,高效而经济地利用物质,合理地进行能量的传输和转换,充分利用了湿生植物水稻和水生动物鱼类的互利共生的特性,为人类提供优质稳定的生物产品。

4 增加多样性,提高稳定性

水田养鱼、养鸭能把两个不尽相同的生态场所有机地结合起来,形成一个新的农田生态类型,它与单一水田生态系统相比,由生产者水稻、杂草和消费者鱼或鸭构成了一个更为复杂的食物网络结构,因而系统具有更大稳定性,抗御外界冲击的能力增强。此外,水田养鱼能减轻由于重施化肥、农药而带来的农田环境污染,增加了水田有益生物种,有利于农田生物多样性保护,提高了这一共生系统的可持续性。立体开发水田生态系统既能更好地适应当地自然条件变化波动,又具有更强地净化环境污染的能力。

5 优化环境条件

鱼吃掉杂草的30%左右能被消化吸收,其余70%左右作为粪便回田,增加了土壤有机质的含量,起到了肥田作用。由于鱼的松土、增温、增氧,使土壤通气性增强,打破了土壤的胶泥层的覆盖封固,增大了土壤孔隙度,有利于肥料和氧气渗入土壤深层,起到了生物保肥、增肥和提高肥效的作用^[2]。由于鱼的拱土觅食活动,使田水变混且有波纹。透入水中的太阳辐射,被混水中的悬浮微粒吸收,光能则转化为热能,并且传给周围水体,使水温增高,促进水稻根系吸收无机养分。养鱼水田与对照田在水中溶氧量上也存在明显差别。试验测得两个养鱼田的表层溶解氧分别为7.11和7.03 mg/L,高于对照田表层的5.86 mg/L^[3]。溶解氧的增加既利于鱼的生长,又改善了田间土壤的通气状况,利于水稻根系的生长发育。

6 提高资源(水、土、空间)和能量利用率

把种植水稻与动物养殖人为地组合在同一生态系统中,利用水田的立体空间,开拓未被占用的生态位,充分利用水、土、空间、光、热及生物资源。能量投入产出分析表明,水田养鱼能量总投入 12.60×10^{10} J/hm²,其中有机能占54.8%,无机能占45.2%,产投比达2.58;而对照水田能量总投入 12.14×10^{10} J/hm²,其中有机能占34.8%,无机能占65.2%,产投比2.26^[4]。可见,水田养鱼的能量产投比增加了14.2%,明显地提高了能量利用率和生态效率。

7 化害为利

水田养殖动物,能够改变生态系统能量流转的方向。水稻是水田生态系统的主体或中心,是绝对优势的种群。它大量吸收日光能、CO₂、水和各种养分,通过光合作用制造有机物,产生能量转化、运转和贮存,形成子粒和稻草,给人类提供大量有益的产品^[5]。水田中大量的杂草、浮游生物以及某些细菌,它们和稻一样进行着能量转化、运转和贮存的过程,但它们不能给人类提供有益的产品,而是水稻的竞争者。当水生动物进入水田以后,便可把大量分散的停滞下来的能量(杂草)和随田水排灌而流失的能量(浮游生物、水生昆虫等)回收到生态系统的能量流转中来,并使能量流转向人们所期望的方向发展,生产出有益于人类的大量的稻谷和鲜鱼,并可促进水稻增产,取得显著的生物增产和经济效益。

利用天然食物链的良性循环机制,建立高效低耗的复合生态农业体系,是当前农业产业结构调整 and 可持续发展的方向,为保证粮食安全提供了有力的理论和技术支撑,对于优化农业种养结构、提高农产品质量、促进农民增收、降低肥药污染、保持粮田良性生态环境、生态农业建设等均具有十分重

要的意义。我国在这个领域的研究大多在南方开展,而东北地区明显薄弱。水稻是吉林省主要粮食作物之一,常年种植面积在 46.7 万 hm² 左右,20 世纪 90 年代末达 66.7 万 hm² 以上。吉林省水资源缺乏,积极推广优质、高产、高效的种植养殖立体开发技术是解决水稻生产中存在问题的必由之路。由于吉林省在地理位置、气候、土壤等条件上与其他省份的差异,因此在立体开发技术的研发上既要参考其他省份已有的成果,又要因地制宜,探索适合本省特点的水田立体开发技术。随着水田立体开发面积的扩大和研究的深入,此领域必将成为新的关注和研究热点。

参考文献:

[1] 李学军,乔志刚. 稻-鱼-蛙立体农业生态效益的研究[J]. 生态学杂志, 2001, 20(2): 37- 40 .
 [2] 王强盛,黄丕生. 稻鸭共作对水田营养生态及稻米品质的影响[J]. 应用生态学报, 2004, 15(4): 639- 645 .
 [3] 禹盛苗,金千瑜,欧阳由男. 无公害稻鸭共育的应用效果和技术要点[J]. 中国农村科技, 2005, (3): 21- 22 .
 [4] Little D C. Fish culture in rain-fed rice fields of northeast Thailand[J]. Aquaculture, 1996, 140: 295- 321 .
 [5] Halwart M. Activity pattern of fish in rice fields[J]. Aquaculture, 1996, 145: 159- 170 .



(上接第 10 页)

宽窄行种植培肥土壤,改善土壤生态环境,促进玉米生长发育,根系数量增多,叶面积大,光合势强,保绿期长。

宽窄行种植与现行耕法相比,公顷生产费用降低 330 ~ 360 元,增产 10%。

玉米宽窄行种植秋收时需留高茬 35 ~ 45 cm。深松的深度一般 30 ~ 40 cm。不同自然条件下的深松时期、深度与宽度需进一步研究探讨。

参考文献:

[1] 张海林,高旺盛,陈 阜,朱文珊. 保护性耕作研究现状、发展趋势及对策[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(1):16- 20 .
 [2] 信乃谄. 中国北方旱区农业研究[M]. 北京:中国农业出版社, 2002 .
 [3] 李新举,张志国,赵美兰,等. 免耕对土壤养分的影响[J]. 土壤通报, 2000, 31(6):267- 269 .
 [4] 朱 波,马志勤,张先婉. 旱地自然免耕技术对土壤肥力的影响[J]. 西南农业学报, 1996, 9(3):94- 99 .
 [5] 杨学明,张晓平,方华军,等. 北美保护性耕作及对中国的意义应用[J]. 生态学报, 2004, 15(2):335- 340 .
 [6] 刘武仁,边少锋,郑金玉,等. 玉米秸秆还田方法试验研究初报[J]. 吉林农业科学, 2002, (6): 38- 40 .
 [7] 刘武仁,冯艳春,等. 玉米宽窄行种植产量与效益分析[J]. 玉米科学. 2003, (3):63- 65 .

Research on Planting Technique with Wide/Narrow Row Alternation for Maize

LIU Wu- ren, ZHENG Jin- yu, LUO Yang, LI Wei- tang, FENG Yan- chun
(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Results of research of planting technique with wide/narrow row alternation for maize showed that ecological environment condition was improved and the growth and development of maize was promoted if it was planted with wide/narrow row alternation. The number of maize root and the leaf area was increased, so dry matter increased. The yield of maize was enhanced. The fertility of soil was raised. On the contrary, the production cost was cut off, so the economic benefit of planting maize was lifted.

Key words: Maize; Wide/narrow row alternation; Planting technique; Research