

水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养经济效益分析

张从宇, 詹秋文, 汪建飞, 肖新, 李文阳, 崔峰, 毕亚玲 (安徽科技学院, 安徽凤阳 233100)

摘要 以水稻、小龙虾、螃蟹为研究对象, 探讨水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养模式的经济效益。选择 11 个水稻品种进行生育期、产量比较试验并方差分析; 以水稻单作为对照, 研究水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养的经济效益。桃优香占、华润 2 号、粤农丝苗、狮山 3 号生育期较短; 丰两优香 1 号、玉珍香、福稻 88、香润 1 号、天优 1 号生育期中等; 稻虾 1 号、南梗 505 生育期较长; 桃优香占、丰两优香 1 号、华润 2 号、福稻 88 产量均比对照南梗 505 高, 且达极显著水平; 稻虾 1 号、天优 1 号与对照产量差异不显著。水稻-小龙虾-螃蟹模式经济效益 39 580 元/hm², 水稻单作经济效益 18 575 元/hm²。水稻-小龙虾-螃蟹模式经济效益是水稻单作的 2.13 倍。

关键词 水稻; 小龙虾; 螃蟹; 共生轮养

中图分类号 S-9 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)11-0064-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.11.020



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Economic Benefit Analysis of Rice-Crayfish-Crab Co-breeding

ZHANG Cong-yu, ZHAN Qiu-wen, WANG Jian-fei et al (Anhui University of Science and Technology, Fengyang, Anhui 233100)

Abstract Rice, crayfish and crab were studied to explore the economic benefits of rice-crayfish-crab co-breeding. 11 rice varieties were selected for comparison test of growth period and yield. The economic benefits of rice-crayfish-crab co-breeding were studied. The growth periods of Taoyouxiangzhan, Huarun 2, Yuannong silk miao and Shishan 3 were shorter. Fengliangyouxiang1, Yuzhenxiang, Fudao88, Xiangrun No. 1, Tianyou No. 1 medium growth period; the growth period of rice Shrimps No. 1 and Nanjing 505 was longer. The yields of Taoyouxiangzhan, Fengliangyouxiang 1, Huarun 2 and Fu 88 were all higher than that of control Nanjing 505, and reached extremely significant levels. There was no significant difference between Shrimp No. 1, Tianyou No. 1 and control. The economic benefit of rice-crayfish-crab model was 39,580 yuan/hm², and the economic benefit of rice mono-cropping was 18,575 yuan/hm². The economic benefit of rice-crayfish-crab model was 2.13 times than that of rice alone.

Key words Rice; Crayfish; Crab; Co-breeding

近年来,我国作物种植和畜禽或水产养殖结合发展特别快,从传统的稻鸭共生、稻田养鱼,发展到目前的稻-虾、稻-蟹、稻-鳅、稻-蛙、稻-鳖等新模式^[1-2],以及“稻-鸭-菜”“稻-虾-草-鹅”等周年高效循环种养模式,经济效益普遍提高^[3-8]。

水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养,是根据生物学、生态学和生物防治的原理,发挥稻田的最大“承载力”,围绕水稻种植周期的浅水环境,依次套养小龙虾、螃蟹。稻田温度与小龙虾、螃蟹生长存活温度相似,因此小龙虾、螃蟹能在稻田的浅水环境下完成生命周期,这是稻虾蟹共生轮养、一田三用的生态基础。水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养,集成了种植、养殖和生物防治技术,再配合规模化开发、集约化经营、标准化生产、品牌化运作,可大幅度提高稻田经济效益和农民收入,提升水稻品质和质量安全水平,改善稻田的生态环境,是一种具有稳粮、提质、增效、生态等多方面功能的生态循环农业发展新模式。笔者探讨了水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养模式的经济效益,为生产实践提供科学参考。

1 材料与与方法

1.1 试验材料

1.1.1 水稻品种: 桃优香占、丰两优香 1 号、玉珍香、华润 2 号、粤农丝苗、福稻 88、稻虾 1 号、狮山 3 号、香润 1 号、天优 1

号,以南梗 505 为对照。

1.1.2 小龙虾 (*Procambarus clarkii*): 也称克氏原螯虾、红螯虾和淡水小龙虾。

1.1.3 螃蟹 (*Eriocheir sinensis*): 又称河蟹、毛蟹、清水大闸蟹。

1.2 水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养的时间安排 水稻 2019 年 5 月上旬育秧,6 月上旬插秧,10 月上旬成熟收割。小龙虾 2018 年 11 月或 2019 年 3 月投苗,6 月上旬出售。螃蟹 2019 年 7 月上旬投苗,10 月中旬出售。

1.3 水稻的管理

1.3.1 稻田基本建设及水、草管理。水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养中稻田基本建设目标,是保持水稻生长的浅水环境和小龙虾取食的浅水环境和防范天敌。躲避高温的相对深水环境以及打洞繁殖的干旱环境,同时加装防逃设施。具体作法是头年 11 月份在田地内开挖“口”字型的环沟,一般沟上口宽 4 m、沟底宽 2 m,两边斜坡 45 度角,呈倒梯型,也可挖成“十”字型、“井”字型、“田”字型。沟宽可根据田块面积调整,单沟上口面积占田块面积 10% 为宜,这样水稻的边际效应可弥补面积不足的产量损失,不会导致水稻减产。田埂四周加装防逃网,高度 1.2 m。

稻田水草管理,2018 年 11 月份在沟、田灌水,以田块水深 40 cm 为宜。沟、田中栽植伊乐藻,每隔 2 m 栽植一穴,每穴 10 株。水草 2019 年 3—6 月份进入旺盛生长期,为小龙虾生长提供了栖息地、食物来源与躲避天敌场所。6 月份小龙虾售完后,田块中的水草用机械旋耕用作绿肥,沟中的水草保留,用作剩余虾种以及后续的螃蟹防范天敌。躲避高温及取食。10 月 1 日放水晒田,利于水稻收割,并诱导沟中的小

基金项目 农业部国家重点研发计划(2017YFD0301301);农业部国家重点研发计划(2018YFD0300902);滁州市重点研究开发项目(2018ZNO13)。

作者简介 张从宇(1965—),男,安徽霍邱人,研究员,硕士,从事种养结合技术研究。

收稿日期 2020-01-20

龙虾及螃蟹性成熟,挖洞繁殖。

1.3.2 稻田施肥。伊乐藻翻耕后作绿肥,在插秧整地前一次性施用有机肥 4 500 kg/hm²。

3.4 水稻病虫害防治 水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养中,水稻的草害主要是千金子、三棱草、水葫芦、稗草等,稻田小龙虾、螃蟹可以草为食,除去 80%左右的杂草,其余杂草可人工拔除。水稻虫害主要是稻螟虫、稻飞虱、稻蓟马等。每 1.333 hm² 放置一台紫外线诱虫灯,诱杀 60%的害虫,其余害虫可于水稻抽穗前 7 d、齐穗时各喷一次 0.6%的印楝素防治。水稻病害主要是纹枯病、稻瘟病、稻曲病,可结合虫害防治,于水稻抽穗前 7 d、齐穗时各喷一次申腺霉素防治。

1.4 小龙虾管理

1.4.1 小龙虾虾苗选择及运输。选择单体重 50~100 g,活动力强的小龙虾苗。小龙虾苗的运输方式和时间对小龙虾存活率影响很大,运输车辆以箱式货车为宜,内加装空调,保持温度 4℃,底部有水槽和水泵,管道从侧壁往上,加装水浴头,能循环喷水。存放小龙虾的篮子底部放 5 cm 厚的伊乐藻,虾苗放置厚度不超过 10 cm,上面再盖 5 cm 厚的伊乐藻,运输时间不超过 3 h。小龙虾运到地头后,先用田水冲淋 0.5 h。再倒入田埂,待其清醒后自主爬入水田中,提高成活率。

1.4.2 养殖密度。小龙虾投苗控制在 450 kg/hm²,在田中生长 3~4 倍后出售。

1.4.3 小龙虾的投食。小龙虾进田后的 15 d,是存活的关键期,投食主要用蛋白质含量 35%的商品专用饲料,投食量是小龙虾体量的 3%,生长中期的小龙虾,25%的食谱来自田间藻类、杂草、浮游生物,成虾可投食玉米、黄豆等,5~6 月可投食小杂鱼加速生长,6 月上中旬出售。

1.4.4 小龙虾的病害防治。小龙虾主要有烂壳病、烂尾病、软壳病和黑鳃病。在购种运输的时候要注意防止龙虾出现伤口,放苗的时候要对虾苗进行消毒,保证池水干净。在养殖过程中将饲料投足,定期对养殖田消毒,可使用生石灰,对于发病的龙虾可以喷洒强氯等消毒剂进行消毒。水草的面积不可超过养殖田面积一半,根据生长情况适当改变饵料,多增加含钙量高的饵料^[9-10]。

1.5 螃蟹的管理

1.5.1 螃蟹苗的选择与运输。蟹苗关系到螃蟹的质量好坏,所以必须选择健康、活泼、规格大小整齐的蟹苗,一般选用 160~200 头/kg 的蟹苗,放苗的时候要注意放养密度、温度,刚买回的不能直接放到水池中,应该先浸泡几次,充分适应后再放入池中,这样的存活率更高。

1.5.2 养殖密度。螃蟹投放控制在 112.5 kg/hm²,在田中生长 3~4 倍出售,每公顷产出成蟹 450 kg 左右。

1.5.3 螃蟹的投食。螃蟹进田后的 15 d,是成活的关键期,投食主要以蛋白质含量 35%的商品专用饲料,投食量是螃蟹体量的 3%~5%,生长中期的蟹 35%的食谱来自稻田的杂草、藻类、花粉、浮游动物,其中花粉占 12%,饲料中 3%和肥料中 3%的氮可被螃蟹利用。成蟹可投食玉米、马铃薯等,8—9 月

可投食小杂鱼加速生长,10 月上中旬出售。

1.5.4 螃蟹的病害防治。螃蟹病害主要是黑腮病、纤毛虫病、腐壳病、烂肢病等。黑腮病由细菌引起,水质恶化是诱因,要保持水质清洁,夏季要经常加注新水,发病季节每半月聚维酮碘全田泼洒一次。纤毛虫病是由纤毛虫寄生引起的病害,可用甲壳净全池泼洒。腐壳病、烂肢病是在运输、放养时受伤了或者遭到病菌感染,发病季节每半月聚维酮碘全田泼洒一次^[11-12]。

1.6 研究方法 以水稻品种为因素作产量、生育期比较试验并做方差分析;以水稻单作为对照,比较水稻-小龙虾-螃蟹经济效益。

2 结果与分析

2.1 水稻品种生育期和产量比较分析 试验结果列入表 1,可以看出,桃优香占、华润 2 号、粤农丝苗、狮山 3 号生育期较短,在 120 d 以内;丰两优香 1 号、玉珍香、福稻 88、香润 1 号、天优 1 号生育期中等,120—130 d;稻虾 1 号、南粳 505 生育期较长,140 d 以上。桃优香占、丰两优香 1 号、华润 2 号、福稻 88 产量均比对照南粳 505 高,且达极显著水平;稻虾 1 号、天优 1 号与对照产量差异不显著;香润 1 号比对照产量低,且差异显著;玉珍香、粤农丝苗、狮山 3 号比对照产量低,且差异极显著。

表 1 水稻品种生育期和产量比较分析

Table 1 Comparative analysis of growth period and yield of rice varieties

序号 No.	品种 Variety	生育期 Growth period/d	产量 Yield kg/hm ²
1	桃优香占	113	8 250 Aa
2	丰两优香 1 号	132	8 145 Aa
3	华润 2 号	120	7 965 Ab
4	福稻 88	130	7 890 Ab
5	稻虾 1 号	141	7 500 Bb
6	天优 1 号	125	7 485 Bb
7	香润 1 号	136	7 200 Bc
8	玉珍香	125	6 960 Cc
9	粤农丝苗	110	6 675 Cc
10	狮山 3 号	115	5 970 Dd
11	南粳 505(ck)	145	7 680 Bb

注:同列数据后的不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示处理间差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different lowercase letters after the data in the same column represent significant differences between treatments ($P < 0.05$), while different uppercase letters represent extremely significant differences between treatments ($P < 0.01$)

2.2 水稻-小龙虾-螃蟹经济效益分析 水稻-小龙虾-螃蟹与单作水稻经济效益分析结果见表 2。可以看出,水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养,由于 10%的土地面积挖沟了,水稻种子量少了,但小龙虾、螃蟹粪便及部分饲料的营养进入水体,增加了水稻有机肥量,产量略有增加。水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养增加了小龙虾苗费、螃蟹苗费、饲料费、人工费,但也增加了小龙虾、螃蟹收入,小龙虾、螃蟹在田间吃草吃虫,减少了除草剂、杀虫剂费用,水稻-小龙虾-螃蟹模式经济效益 39 580 元/hm²,水稻单作经济效益 18 575 元/hm²,水稻-小龙虾-螃蟹模式经济效益是水稻单作的 2.13 倍。

表2 水稻-小龙虾-螃蟹经济效益分析

Table 2 Economic benefit analysis of rice-crayfish-crab 元/hm²

序号 No.	项目 Item	水稻-小龙虾- 螃蟹共生轮养 Rice-crayfish- crab co-breeding	水稻单作 Rice planting
1	水稻种子	500	600
2	小龙虾苗	15 000	0
3	螃蟹苗	2 250	0
4	饲料费	4 000	0
5	有机肥	2 250	2 250
6	除草剂	0	300
7	杀虫剂	0	300
8	杀菌剂	300	300
9	机耕费	1 000	1 000
10	人工费	450	100
11	水稻收入	24 160	23 425
12	小龙虾收入	35 310	0
13	螃蟹收入	5 860	0
14	经济效益	39 580	18 575

3 讨论

水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养的目标是增加食物供给、促进农业经济、保护资源、减少对环境的负面影响,其效应是稳粮、增收、环境友好。我国可用于种养结合的稻田面积很大,随着机械化、专业化、规模化和信息化的发展,水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养还有很大潜力可挖。

水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养系统构建的重要环节,是技术规范、田间设施、种养比例、时间衔接、水稻种植、水产养殖。技术指标是水稻不减产、经济指标是单位面积纯收入增加50%以上、环保指标是减少化学肥料施用量70%~100%、减少化学农药施用量70%~100%。技术关键是水稻品种的选择、水层的保持、小龙虾及螃蟹饵料的保证,活动空间的保证及病虫害的生物防治^[13-15]。

水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养的产品是稻米、小龙虾、螃蟹,均为无公害产品,可结合品牌创建,增加附加值。水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养也容易引起部分田块富营养化、病原滞留等问题^[15]。另外,有些地方过度宣传,引发盲目快速扩

大养殖规模,市场饱和引发价格偏低,种虾种蟹供应紧张,种虾种蟹运输损失,肥料、农药开发滞后等。要遵守技术规范养规格品质虾,调节虾蟹出货时间,大批上市结合一早一晚错峰上市,并广扩国内外销路,保证农民收入^[16-17]。

水稻-小龙虾-螃蟹共生轮养,要通过水田里不同时间序列的安排,水稻与小龙虾、螃蟹共同生产。水稻的残枝落叶、杂草、花粉为小龙虾、螃蟹提供营养和栖息环境,小龙虾、螃蟹为水稻疏通土壤、去除杂草、改变稻田根部理化小环境、粪便入田提供养分,是一种互惠互利的立体生态种养模式。

参考文献

- [1] 王同翠. 农牧结合立体种养模式[J]. 科学种养, 2017(10): 58.
- [2] 罗璇, 安晨, 路璐, 等. 不同鸭品种在“稻鸭共作”系统中的行为学差异及对水稻产量的影响[J]. 中国农学通报, 2019, 35(15): 159-164.
- [3] 彭广霞. 稻田高密度养殖泥鳅技术要点[J]. 水产养殖, 2009(12): 32-33.
- [4] 汪文忠. 蟹稻复合种养技术与效益分析[J]. 渔业致富指南, 2017(6): 23-24.
- [5] 王瑞. 新疆温宿县标准化稻田养殖技术[J]. 农业工程技术, 2016, 36(11): 64.
- [6] 张玉兰. 稻田养鱼模式下的水稻栽培新技术探究[J]. 南方农业, 2017, 11(6): 36, 38.
- [7] 袁庆云, 高光明, 徐维烈, 等. 酵素菌生物肥在鱼虾稻生态种养中的应用技术[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(14): 3271-3273.
- [8] 张晓平, 沈银凤, 李杏美, 等. 虾-稻-虾套种蔬菜生态高效种养技术[J]. 现代农业科技, 2014(3): 280, 282.
- [9] 赵楠, 武秀丽, 赵桂华. 小龙虾细菌病害研究进展[J]. 水产养殖, 2018(11): 44-46.
- [10] 顾后祥. 淡水小龙虾发病原因及病害防治[J]. 农村经济与科技, 2019(2): 55-56.
- [11] 郭琼. 生物技术在螃蟹养殖病害防治上的应用[J]. 畜禽业, 2018(4): 90-91.
- [12] 仇江宏. 螃蟹养殖方法及水质管理研究[J]. 农业开发与装备, 2019(3): 223.
- [13] 关故章, 孙继成, 何家海, 等. 稻虾共作种养模式的特点及技术[J]. 现代农业科技, 2013(21): 265-266.
- [14] 唐建清. 稻虾综合种养模式与趋势[C]//彭泽: 稻渔综合种养培训班暨首届鄱阳湖虾蟹产业技术论坛. [出版地不详]: [出版者不详], 2017.
- [15] 陈欣. 我国稻虾蟹综合种养的历史与前途[C]//长江经济带稻虾蟹综合种养绿色发展研讨会. [出版地不详]: [出版者不详], 2019.
- [16] 杨天娇, 易芙蓉, 傅志强. 稻虾种养模式的经济效益评价及降本增效途径分析: 基于南县的实证研究[J]. 作物研究, 2019, 33(5): 432-436.
- [17] 王强盛, 王晓莹, 杭玉浩, 等. 稻田综合种养结合模式及生态效应[J]. 中国农学通报, 2019, 35(8): 46-51.
- [18] 杨雪萌. 菊花扦插生根技术和机理研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- [19] 柏劲松, 谢红梅, 钟建国. 菊花扦插繁殖试验[C]//中国科学技术协会、贵州省人民政府. 第十五届中国科协年会第19分会场: 中国西部生态林业和民生林业与科技创新学术研讨会论文集. 北京: 中国科学技术协会学会学术部, 2013: 284-289.
- [20] 李惠群. 绣球属3个园艺品种的扦插繁殖试验[J]. 江苏林业科技, 2018, 45(5): 17-20.
- [21] 韩勇, 张艳双, 胡波, 等. 扦插时间对绣球花嫩枝扦插生根的影响[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(12): 115-117.
- [22] 满丽婷, 张文莲. 观赏苗木木目琼花扦插繁育技术研究[J]. 林业科技通讯, 2017(12): 33-34.
- [23] 王书胜, 张雅慧, 邹芹, 等. IBA浓度、扦插时间对江西杜鹃和百合花杜鹃扦插生根的影响[J]. 广西植物, 2016, 36(12): 1468-1475.
- [24] 王鹏伟. 不同扦插时间对菊花品质的影响[J]. 河南林业科技, 2010, 30(3): 34-36.
- [25] 宋占菊, 周丹. 不同扦插时间对菊花花期的影响[J]. 黑龙江科技信息, 2012(30): 255.
- [26] 章晓琴, 欧克芳, 刘超, 等. 不同生长调节剂对盆栽美人蕉矮化效应研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(28): 98-100.

(上接第58页)

为了保证地被菊品系的生产品质,应将其株高控制在30 cm左右,结合该试验分析, XJ-4、02-12和18-03这3个品系,最适扦插时间为3月下旬,再结合适当修剪更好地控制其株型,保持其覆盖能力; XJ-2、12-05和20-14这3个品系,最适扦插时间为5月中旬,5月中旬扦插有利于地被菊早开花。这与王鹏伟^[8]以大菊为试验材料和宋占菊等^[9]以切花菊为试验材料的研究结果不一致,原因可能是扦插时间对菊花品质的影响存在较大的品系间差异。因此,在地被菊大规模生产时,掌握其最适扦插时间是十分必要的,该研究的试验设计中,前2个批次的时间间隔较长,今后在探索地被菊新品系乃至新品种的最佳扦插时间时,应将扦插批次设计得更合理,以便为生产推广提供更为科学的理论指导。

参考文献

- [1] 陈俊峰, 崔娇鹏. 地被菊培育与造景[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.