

三江县稻渔综合种养模式的创新发展及关键技术探讨

潘意¹, 何金旺^{2*}, 杨浪群¹, 吴慧吉¹

¹广西三江侗族自治县林溪镇农业农村工作站, 广西 三江

²广西三江侗族自治县农业技术推广中心, 广西 三江

收稿日期: 2022年11月17日; 录用日期: 2022年12月19日; 发布日期: 2022年12月26日

摘要

桂北高寒山区三江侗族自治县的农业科技工作者自2004年以来, 以实施超级稻 + 再生稻示范推广和特色扶贫产业等项目为载体, 多次对传统的“种稻养鱼”模式进行了创新发展, 形成了坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式, 并在当地示范推广2833.3 hm², 取得了显著的经济、社会和生态效益, 不仅使该县的再生稻生产恢复发展到20世纪90年代中期的规模水平, 还为当地农民拓宽了致富渠道, 为山区脱贫和乡村振兴做出了重要贡献。笔者根据生产实践, 并参考借鉴各地经验, 对该县稻渔综合种养模式关键技术进行了探讨。

关键词

稻鱼共生, 再生稻, 综合种养模式, 创新发展, 技术探讨

Innovation and Development of Integrated Rice-Fish Farming Model in Sanjiang and Its Key Technologies

Yi Pan¹, Jinwang He^{2*}, Langqun Yang¹, Huiji Wu¹

¹Agricultural and Rural Work Station in Linxi Town, Sanjiang, Guangxi, Sanjiang Guangxi

²Agricultural Technology Extension Center of Sanjiang Dong Autonomous County, Guangxi, Sanjiang Guangxi

Received: Nov. 17th, 2022; accepted: Dec. 19th, 2022; published: Dec. 26th, 2022

*通讯作者。

文章引用: 潘意, 何金旺, 杨浪群, 吴慧吉. 三江县稻渔综合种养模式的创新发展及关键技术探讨[J]. 农业科学, 2022, 12(12): 1257-1264. DOI: 10.12677/hjas.2022.1212174

Abstract

Since 2004, agricultural science and technology workers in the Sanjiang areas of northern Guangxi have been carrying out projects such as demonstration and promotion of Super Rice + ratooning rice and characteristic poverty alleviation industries, the traditional rice and fish farming model has been innovated and developed many times, and a pit-ditch integrated rice and fish farming model of "High quality rice + ratooning rice + fish" has been formed, 2833.3 hm² was demonstrated and popularized in the local area, remarkable Economic, social and ecological benefits have been achieved, not only restoring the ratooning rice production in the county to the scale of the mid-1990s, but also widening the channels for local farmers to become rich, they have made important contributions to poverty alleviation in mountain areas and rural revitalization. Based on the production practice and the experience of other places, the key techniques of rice-fish integrated cultivation in this county were discussed.

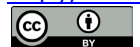
Keywords

Rice-Fish Symbiosis, Ratooning Rice, Integrated Farming Model, Innovation and Development, Technical Discussion

Copyright © 2022 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. 引言

1.1. 项目区存在的主要问题

1.1.1. 水稻生产

1) 当地发展水稻生产受气候条件的严重制约

三江侗族自治县地处桂北高寒山区, 境内多数地区热量欠缺, 光照不足, 春暖迟, 秋寒早, 年平均气温在 17℃~19℃, 年平均日照仅为 1334.8 h, 年总降雨量为 1548 mm。全县水田总面积为 8560 hm²。因山高水冷, 大多数水田种植水稻“一季有余, 两季不足”, 对双季水稻生产发展极为不利, 但适合发展再生稻生产。

2) 中稻蓄留再生稻面积严重下滑

早在 20 世纪 90 年代初期, 该县再生稻蓄留面积已达到 1333 hm², 至 20 世纪 90 年代末期更是达到了 1667 hm², 平均单产达 177.4 kg/667m², 最高单产达 444 kg/667m² [1]。然而, 至 2010 年以后, 由于农村青壮年劳力大量外出务工, 种植一季稻(中稻)就可解决留守老人、妇女和儿童的口粮需求, 从而导致再生稻在该县几近绝迹。

1.1.2. 稻田养鱼

三江侗族自治县现有保水田面积 6667 hm², 且自古就有“无鱼不成宴”的乡俗民情, 逢年过节、婚丧嫁娶等均以鱼待客, 故鱼产品在当地民间的消费量较大, 而稻田鱼恰好能够满足居民的这一生活习俗。因此, 稻田养鱼在当地已有 1000 多年的历史。同时, 由于当地具有独特的气候、水质等自然条件, 产出的“高山稻鱼”(本地土著鲤鱼)肉质鲜美、鱼汤清甜而受到消费者的青睐。然而, 长期以来当地的稻田养

鱼一直沿袭传统的“一季稻 + 鱼”模式，种植的水稻品种以粳糯稻为主，产量低、效益差。据调查，项目实施前的传统稻田养鱼为面积 2960 hm²，水稻平均单产 350 kg/667m²，鲜鱼平均单产 20 kg/667m²，稻谷总产 1.716 万 t，鲜鱼总产 0.0858 万 t，总产值 7936.5 万元。据实地调查分析，当地传统的稻田养鱼模式主要存在问题：

1) 种养品种单一，产量低、效益不高

传统稻田养鱼模式，水稻的主要品种为农户自留的粳糯稻品种(如“三江大糯”“大顺香糯”“大年糯”等)，少量为杂水交稻品种(组合)，鱼则为本地土著鲤鱼。由于种养品种比较单一，导致产量低、效益不明显。

2) 科技含量低，管理粗放，品质不高

传统稻田养鱼模式是平作式，由于不开挖鱼坑、鱼沟，水稻全生育期不晒田，再加上缺乏与之相配套的高产高效种养技术以及管理粗放等原因，稻、鱼产量低、品质不高。

3) 缺乏精深加工，产品附加值不高

由于农民不掌握种养新技术，加上没有企业对稻、鱼产品进行精深加工，无法延长产业链，只得出售初级产品，品牌打不响、产品附加值低。

4) 投入产出比低

传统稻田养鱼投入 580 元/667m²，产出 1850 元/667m²，投入产出比比为 1:3.18。

5) 无法实现农旅产业融合发展

尽管传统的稻田养鱼在当地有着悠久的历史，是侗、苗等少数民族农耕文化的重要组成部分，极具旅游开发价值。然而，由于没有进行田间硬化和开挖鱼坑、鱼沟等基础设施建设，因而无法实现“稻渔综合种养 + 民族风情旅游”的农旅产业融合发展。

1.1.3. 再生稻生产与稻田养鱼呈区域性分布

再生稻生产主要分布在以汕稻米饭为主食的汉、壮族群众居住的杂交稻(超级稻)种植区，且再生稻生产均采用纯稻作模式，稻田只种植水稻(杂交汕稻)却不放养鲤鱼，约占全县保水田总面积的 80%；稻田养鱼主要集中于日常喜食糯米饭的侗、苗、瑶等少数民族同胞聚居的糯稻种植区，稻田既种植水稻(糯稻)也放养鲤鱼，占全县保水田总面积的 20%左右。但这两大区域都有一个共同点，即用的稻田均为保水田。

为了改变这一不利局面，促进山区农民脱贫增收，当地农技部门对传统的平作式“一季稻 + 鱼”稻渔综合种养模式进行了多次创新升级，最终形成了坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式，经在全县范围推广应用后，从而为山区脱贫和乡村振兴做出了重要贡献。

2. 三江县稻渔综合种养模式的创新发展

2.1. 稻渔综合种养模式的创新升级

2.1.1. 将免耕抛秧技术、超级稻品种(组合)和再生稻栽培技术应用到“种稻养鱼”当中

三江侗族自治县的“禾花鲤鱼”(土著鲤鱼)可以在稻田里长年放养，一年四季均不间断。当地农技推广部门借助当地民间每年举办“禾花鲤鱼节”的这一平台，积极开发利用当地自然资源，大力推广免耕抛秧稻田养鱼技术，使传统“稻田养鱼”得到创新和发展。自 2004 年以来，免耕抛秧稻田养鱼技术得到了迅速推广，2005 年达 190 hm²，2006 年达 1000 hm²。使稻田放养“禾花鲤鱼”成为当时该县的一项特色产业，并向“立体综合种养、优质高产高效”的方向发展，水稻单产不断提高，稻田综合效益日益凸显。据该县农业、水产部门的测产验收结果显示，垄稻沟鱼式免耕抛秧超级稻 + 再生稻 + 鱼模式稻谷单产 500~550 kg/667m²、鲜鱼单产 25~30 kg/667m²，平作式免耕抛秧超级稻 + 再生稻 + 鱼模式稻谷单

产 485~510 kg/667m²、鲜鱼单产 20~25 kg/667m²。采用免耕抛秧超级稻 + 再生稻 + 鱼模式, 头季稻 + 再生稻两季合计稻谷单产 800~1000 kg/667m²、鲜鱼单产 50~60 kg/667m², 与免耕抛秧早(中)稻 + 鱼模式相比, 效益翻了一番。2006 年当地农技推广部门又将中稻再生技术与超级稻“中浙 1 号”和“早育保姆”(高吸水种子包衣剂)无盘育秧免耕抛栽技术进行集成创新推广应用[1], 从而使“免耕抛秧超级稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式向更优质、高产、轻型化的方向发展。实践证明, 实行稻渔综合种养, 不仅实现稻香鱼肥、稻鱼双收、钱粮双增, 而且还改善了稻田生态环境, 保护生态平衡, 是非常适合在边远贫困山区推广应用的一个生态农业立体高效种养模式, 具有良好的经济、社会和生态效益, 深受山区农民的欢迎。随着种植业结构的调整优化和稻田耕作制度的改革推进, 该县原种植双季稻的地区也逐渐改种了单季稻, 免耕抛秧“超级稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式的应用规模还有进一步扩大的趋势。

2.1.2. 将垄稻沟鱼立体种养和稻田冬种牧草技术应用到“种稻养鱼”当中

2006 年当地农技推广部门在本县林溪、良口、斗江等乡镇开展“免耕抛秧超级稻 + 再生稻 + 垄沟养鱼 + 牧草”立体高效种养集成技术应用示范, 建立示范基地 17.3 hm²。经组织专家进行测产验收, 头季稻平均单产 600.0 kg/667m²、再生稻平均单产 235.0 kg/667m²、鲜鱼平均单产 32.5 kg/667m², 综合产值 2000.0 元/667m²; 鲜牧草(黑麦草)平均单产 6000.0 kg/667m², 可供饲养 2 头耕牛或 3 头牛犊 3 个月, 从而破解了山区养殖户冬季青饲料的难题, 使牲畜安全过冬, 获得了良好的经济、社会和生态效益。

2.1.3. 创新平作式“一季稻 + 鱼”稻渔综合种养模式

2013 年该县农技推广部门在本县中稻地区素有中稻蓄留再生稻和稻田养鱼习惯且产量较高的富禄苗族乡八百街至高岩村建立示范基地 66.7 hm², 其中在高岩村九景屯建立核心示范片 6.7 hm², 对传统的平作式“一季稻 + 鱼”稻渔综合种养模式进行了创新升级, 形成了平作式“超级稻 + 再生稻 + 鱼”立体高效种养模式。采用超级稻组合中浙优 8 号, 于 3 月 21~30 日播种、4 月 22 日~5 月 1 日插秧。经组织专家进行现场测产验收, 示范基地头季稻平均单产 573.9 kg/667m²、再生稻平均单产 212.1 kg/667m²、鲜鱼平均单产 36.3 kg/667m², 综合产值 4022.1 元/667m², 比种植单季水稻增收 2300.4 元/667m²; 示范片头季稻平均单产 644.5 kg/667m²、再生稻平均单产 263.4 kg/667m²、鲜鱼平均单产 46.6 kg/667m², 综合产值 4851.1 元/667m², 比种植单季水稻增收 2917.6 元/667m²。采用该种养模式的稻田收益均比种植单季水稻翻了一番多, 从而拓宽了当地农民的致富渠道。

2.2. 稻渔综合种养模式的改良升级

2.2.1. 将传统种稻养鱼田由“平作式”改良为“坑沟式”

为了改变传统稻田养鱼方式低产、低效的现状, 三江自 2014 年开始实施种稻养鱼“3721 工程”, 即利用 3a 时间, 在全县推广标准化种稻养鱼 4667 hm²(即 70,000×667 m²), 打造三江“高山稻鱼”和“高山鱼稻”两个绿色生态品牌, 使农户年人均增收 1000 元。为了实现种稻养鱼“3721 工程”目标, 三江渔业技术人员对稻田进行了如下改造: 硬化并加高田埂, 在田间开挖鱼凼、鱼沟。通过改造, 扩大了稻田的养殖水体, 然后仍采用“一季稻 + 鱼”模式进行“种稻养鱼”: 一年只种一季稻谷并结合放养田鱼。这是三江对传统“平板式”“一季稻 + 鱼”种稻养鱼模式进行的第一次改良升级。经对核心示范基地进行测产验收, 稻谷平均单产 460.0 kg/667m²、鲜鱼平均单产 52.0 kg/667m², 同时农田生态环境得到明显改善, 土地资源利用率达 95% 以上, 取得了良好的经济、社会、生态效益。2016 年该模式被自治区水产畜牧兽医局定义为稻田综合种养“广西三江模式”。

2.2.2. 将种稻养鱼模式由“一季稻 + 鱼”升级为“一季稻 + 再生稻 + 鱼”

2016 年, 当地农技部门在总结“一季稻 + 鱼”稻渔综合种养模式的基础上, 对稻渔综合种养“广

西三江模式”进行创新发展、改良升级：通过改革稻作制度，提高水稻复种指数，将稻渔综合种养“一季稻+鱼”模式变成“一季稻 + 再生稻 + 鱼”模式：在一季稻收获后再蓄留一季再生稻，并在稻田中继续养鱼。这是对传统稻渔综合种养“一季稻 + 鱼”模式的二次升级和“广西三江模式”的第一次升级。经组织专家组对示范点进行测产验收，稻谷平均单产 845.0 kg/667m² (其中头季稻 545.0 kg/667m²、再生稻 300.0 kg/667m²)、鲜鱼平均单产 78.8 kg/667m²，比“一季稻 + 鱼”模式平均增产 385.0 kg/667m²、鲜鱼平均增产 26.8 kg/667m²，分别增产了 83.7%和 51.9%；平均亩产值 4806.0 元/667m²，增加了 2816.0 元/667m²，提高了 141.5%；扣除亩生产成本 580.0 元/667m² (其中稻种 50.0 元/667m²、鱼苗 130.0 元/667m²、农药 100.0 元/667m²、有机肥 + 化肥 200.0 元/667m²、鱼饵料 100.0 元/667m²)，平均亩净产值 4361.0 元/667m²，提高了 112.3%，经济效益显著提高。

2.2.3. 将种稻养鱼模式由“一季稻 + 再生稻 + 鱼”升级为“优质稻 + 再生稻 + 鱼”

稻渔综合种养“一季稻 + 再生稻 + 鱼”模式虽然取得了很大的成功，但也带来了问题：由于选用的是高产、抗性好的水稻品种，不够注重稻米品质，产量上来了，产品却滞销，农民增产不增收。为此，当地农技部门于 2017 年对稻渔综合种养“一季稻 + 再生稻 + 鱼”模式进行了再次改良升级，形成了稻渔综合种养“优质稻 + 再生稻 + 鱼”模式。优质稻品种、再生稻、土壤培肥、水稻病虫害绿色防控技术和“坑沟式”养鱼法进行集成、组装配套，再与稻鱼共生模式无缝对接，收到了“1 + 1 ≥ 2”的互作共利效应：硬化并加高田埂、开挖鱼凼、鱼沟，扩展了稻田养殖的水体空间；推广种植优质稻品种、养殖优质鱼种、施用农家肥、投喂农家饵料，不仅减少了化肥、农药用量和用工数量，降低了种稻成本，还减轻了对农田水、土的污染，而且大大地提高了稻米和水产品的品质和食用安全性，从而实现了农业增效和农民增收，促进了农业产业的绿色、可持续、高质量发展和一二三产业的融合发展，取得了显著的经济、社会和生态效益。这一模式被当地政府和扶贫开发部门列入了“5 + 2”（即“两茶(茶叶、油茶)一木(杉木)”“种稻养鱼”+中草药和小黄牛）扶贫特色产业项目进行重点推广。同时，采用“企业 + 合作社 + 基地 + 农户(贫困户)”的产业化经营方式建设稻田立体生态综合种养示范基地，让贫困户分享到发展“种稻养鱼”产业带来的成果，使得该模式在特色产业扶贫脱贫中发挥着主导作用。稻田综合种养“优质稻 + 再生稻 + 鱼”模式还被三江县农业农村主管部门遴选确定为 2020 年农业主推技术。

2.2.4. 适应新形势发展，赋予“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式新内涵

2021 年，当地农技部门在独峒镇具盘村具河屯建立香软型优质稻新组合壮香优 1205 坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 螺”稻渔综合种养模式示范片 17.73 hm²。经专家组进行现场测产验收，头季稻平均单产 586.4 kg/667m²、再生稻平均单产 181.9 kg/667m²、螺平均单产 803.7 kg/667m²，稻谷产值 2565.35 元/667m²、螺产值 8037 元 k/667m²，合计产值 10602.35 元/667m²，除去生产成本(稻种、螺种、肥料、农药、机耕费等) 1200 元/667m²，该模式纯收入 9402.35 元/667m²，比种植一季稻增收 8843.18 元/667m²。

2.3. 推广应用稻渔综合种养新模式，助力山区脱贫和乡村振兴

经过该县农业科技工作者多次创新，最终形成的坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式于 2018~2020 年在全县 15 个乡镇累计示范推广应用 2833.3 hm²，建立示范片(基地)13 个、示范面积 1140 hm²。经当地农业农村主管部门组织专家组进行现场测产验收，稻谷平均单产由项目实施前 2017 年的 461.0 kg/667m² 提高到 775.1 kg/667m² (头季稻 514.7 kg/667m²、再生稻 260.4 kg/667m²)，鱼由 23.4 kg 提高到 43.0 kg/667m²；稻谷比种植一季稻增产 68.12%，增收 1837.78 元/667m²，增收了 99.33%，从而将桂北高寒山区三江侗乡的“绿水青山”变成了“金山银山”。坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式在全县的推广应用，不仅使该县的再生稻生产恢复发展到 20 世纪 90 年代中期的规模水平，还

为山区农民拓宽了致富渠道，在当地的脱贫攻坚和实现乡村振兴中发挥了主导作用和做出了重大贡献。该模式于 2020 年被当地农业农村主管部门遴选确定为主推稻作技术。

为了进一步改善三江“高山鱼稻”(再生稻)的品质，不断提高农民的种田收益，当地农技推广部门于 2020 年在该县八江镇平善村建立香软型优质稻新组合壮香优 1205 坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式示范片 7 hm²。经专家组进行现场测产验收，头季稻平均单产 411.6 kg/667m²、再生稻平均单产 137.4 kg/667m²、鲜鱼单产 28.8 kg/667m²，比种植一季稻平均增收 1489.8 元/667m²，受益农户 74 户、283 人，其中贫困户 31 户 112 人，并带动周边 700 多户农户种植壮香优系列新品种 67 多 hm²。

该县通过实施“龙头企业 + 合作社 + 基地 + 农户”的产业化经营模式，带动贫困户参与发展稻渔综合种养产业，实现脱贫致富。目前全县推广应用坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式 1200 hm²，覆盖贫困户 1.8 万户。共有 15 家农民专业合作社经销三江“高山稻鱼”和“高山鱼稻”，年加工鲜鱼产品 1500 多 t，同时，龙头企业和农民专业合作社按高于市场价 10% 的价格统一收购和加工头季稻生谷 5000 多 t 和再生稻生谷 2000 多 t。自该模式在全县示范推广以来，当地的“高山稻鱼”(三江稻田鲤鱼)田头交易价格一直保持 40~50 元/kg，比外来同类品种价格高出 1 倍以上；生产出的稻谷市场售价头季稻达 3 元/kg、再生稻(即“高山鱼稻”)达 4 元/kg，分别比常规种植的同一产品的市场价格高于 0.4 元/kg 和 1 元/kg。鱼、稻产品除了在本县市场畅销以外，还远销到桂林、柳州、广州等区内外，打造、形成了三江“高山稻鱼”和“高山鱼稻”两个绿色生态品牌[2]，稻鱼产业在当地的脱贫攻坚和实现乡村振兴中发挥了主导作用和做出了重大贡献。2019 年 7 月 28 日，全国稻渔综合种养产业扶贫现场观摩活动在该县举行，当地的坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式获得了代表们的称赞，并认为该模式在全国稻作区均具有重要的推广应用价值。

3. 三江县稻渔综合种养模式关键技术探讨

3.1. 稻渔综合种养模式关键技术的适用条件及实施步骤

3.1.1. 适用条件

- 1) 稻田。适用于排灌方便、保水力强的稻田。
- 2) 品种。种植的水稻品种应为再生能力强、抗性好、高产优质且生育期为 140 d 左右的优质稻品种(组合)，如中浙优系列、野香优系列等；养殖的水产品种应为经过选育的当地土著鲤鱼新品种(品系)。
- 3) 实施主体。应是当地的种养专业合作社或种养大户，合作社社员应具有初中以上文化，且经过种养新技术培训考核合格的新型农民。

3.1.2. 实施步骤

- 1) 在再生稻区引入稻田养鱼技术，推广稻渔综合种养模式。
- 2) 在糯稻区引入再生稻生产技术，创新稻渔综合种养模式。
- 3) 开展品种筛选及相关技术试验研究，选定稻渔综合种养模式的种养品种及形成配套技术体系。
- 4) 引入涉农企业、合作社和大户为实施主体，通过建立示范基地，辐射带动农户广泛参与。

3.2. 稻渔综合种养模式的关键技术

3.2.1. 培育适龄多穗壮秧

1) 适时播种，适龄移栽。

2020 年头季稻在 3 月末播种，由于受倒春寒及干旱天气的影响，移栽期较往年推迟 7~10 d，使头季稻分蘖受到了影响。因此，采用“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式，播种期应控制在 3 月中旬末至下旬初，一般用种量为 0.75 kg/667m²，需秧床 16~20 m²。秧龄以 25 d 为宜，最迟不超过 30 d。

2) 培育多蘖壮秧。

采用半水育秧为主，集中温室育秧为辅的模式。半水育秧秧田施复合肥 20~25 kg/667m² 做耙面肥，播种时保持秧畦面湿润，沟满水，7 d 后在保持薄水层，并注意防治叶蝉、飞虱、稻蓟马等害虫，水稻移栽前 3~4 d 每亩用“植物龙”生物诱导剂 40 ml 加适量杀虫剂兑水 50 kg 喷施，具有强力生根促长，返青立苗快，明显提高水稻的抗旱能力与产量。

3.2.2. 改造稻田

加宽加高加固田基，在田间开挖鱼坑、鱼沟。田基顶部宽 10 cm、底部宽 12 cm，硬化高度以田基硬底基脚为起点至高出田土表面 40 cm 以上。稻田面积 > 200 m²，每块田在进水口处开挖一个面积占稻田总面积 3%~5% 的鱼坑，鱼坑深度 0.5 m~1 m；鱼坑坑基用混凝土硬化，坑基高出田土表面 10 cm~20 cm。稻田面积 ≤ 200 m²，每块田在进水口处开挖一个 5 m² 的鱼坑，鱼坑上搭建遮阴棚。在田间开挖“田”字型或“十”字型或“目”字型等鱼沟，鱼沟深度、宽度为 30 cm~50 cm，鱼沟面积占稻田总面积的 3%~5%。鱼沟与鱼坑相通[3]。

3.2.3. 适当密植，插足基本苗

秧苗有 4.5~5 片真叶时即可进行移栽。按株行距为 20 cm × 30 cm、双粒谷秧进行插植，插 1.0~1.4 万穴/667m²，保证大田基本苗数达 3~5 万苗/667m²。高肥力稻田可适当插稀些，低肥力稻田适当插密些。

3.2.4. 适时适量投放鱼苗

秧苗移栽 15 d 后即可投放鱼苗，以本地土著鲤鱼为主，配合放养草鱼、罗非鱼等杂食性鱼类。根据稻田条件、水源、养殖技术，投放体长 8~10 cm 的鲤鱼苗 300~350 尾/667m²、10~13 cm 的草鱼苗 20~30 尾/667m²。选择在晴天上午 9~10 时或下午 3~4 时投放鱼苗，此时水温和池水溶氧量均较高。放鱼前要对鱼苗进行消毒，可用 3%~4% 食盐水消毒 3~5 min。投放鱼苗时要注意保持装运鱼苗的工具内水温与稻田中水温相近，温差 < 3℃。可先将装鱼苗的工具放在水田中浸泡，并向工具中缓慢加入一些稻田清水，待其水温基本一致时，再把鱼苗缓慢倒入鱼坑或鱼沟中。

鱼苗前期不需要投放饵料，30 d 后可投放沼气渣水和腐熟的农家肥，培育微生物作为鱼的天然饵料。此外，可根据水质、气候以及鱼的摄食、生长状况，灵活掌握投放菜叶、米糠等有机饵料。有条件的地方可安装太阳能频振式诱虫灯，诱杀害虫补充饵料[4]。

3.2.5. 测土平衡施肥

中等以上肥力田块，按 500~550 kg/667m² 的目标产量，一般施 N 8~10 kg、P₂O₅ 3~3.5 kg、K₂O 8~10 kg 较适宜。施农家肥 500 kg/667m² 以上或商品有机肥 100 kg/667m² 作基肥。一般化肥中的磷肥全部做基肥；氮肥 45% 作基肥，45% 作蘖肥(返青后)，10% 作穗肥(幼穗分化第 4、5 期)；钾肥 40% 作基肥，30% 作蘖肥(返青后)，30% 作穗肥。

3.2.6. 及时防治病虫害

“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式由于水稻生长旺盛，群体较大，要做好秧田期和大田初期稻飞虱的防治，避免引发水稻矮缩病，同时注意在稻瘟病，纹枯病，稻纵卷叶螟、三化螟等病虫害初发期进行防治，确保水稻丰收。进行病虫害防治时，可利用已安装的诱虫灯来减少虫害防治次数和施药量。应大力推广应用绿色防控技术，除安装太阳能诱虫灯外，还可施用植物源农药、核型多角体病毒、苦皮藤素、狼毒素等生物农药，以确保大米的质量安全。据陈爱秋等人[5]的研究结果表明：采用 1.6% 狼毒素和 1% 苦皮藤素防治稻纵卷叶螟，防治效果好，且对稻、鱼安全。化学防治推荐采用“统防统治”方式和使用低毒、高效农药，并严格遵守农药安全使用间隔期。

3.2.7. 管好再生季水稻

1) 适时施用催(促)芽肥和促苗(蘖)肥。

在头季稻收割前 10 d 左右施一次催(促)芽肥, 施尿素 7.5 kg/667m²、氯化钾 4 kg/667m²; 头季稻收割后 2~3 d, 再施尿素 5 kg/667m² 作促苗(蘖)肥。

2) 适时收割头季稻, 适高留茬。

头季稻 85%~90% 成熟收割。头季稻收割过迟时, 由于稻谷成熟度高, 再生芽萌发受影响, 且落粒多, 对其产量亦有所影响。

头季稻留茬高度为 0 cm 时, 由于稻茬均淹没在水层之下, 无再生芽萌发; 留茬高度为 5 cm 时, 由于持续保持 5 cm 水层, 稻茬上长出的再生苗亦很少, 且为低位腋芽, 谷粒未能正常灌浆; 留茬高度为 10~15 cm 时, 由于再生稻出苗迟, 齐穗前就遇上了寒露风, 导致谷粒未能灌浆结实。因此, 留茬高度一般掌握在倒 2~3 叶(节), 约 25~30 cm。但留茬高度也可根据头季稻的成熟收割时间来决定, 8 月 5~8 日成熟, 留茬高度可适当降低, 为 15~20 cm; 8 月 9~13 日成熟, 留茬高度中等, 为 20~25 cm; 8 月 15~20 日成熟, 留茬高度可适当提高, 为 25~35 cm。

3) 适时收割再生稻。

再生稻成熟不一致, 应在 80% 以上的谷粒成熟时再收割。

4. 小结

三江侗族自治县农技部门自 2004 年以来, 针对当地再生稻生产下滑、稻田养鱼低效、再生稻生产与稻田养鱼相分离等现状, 组织实施“超级稻 + 再生稻”示范推广和特色扶贫产业项目, 开展稻、鱼品种筛选及相关技术试验研究, 并经过多次创新、改良、优选、升级, 最终形成了坑沟式“优质稻 + 再生稻 + 鱼”稻渔综合种养模式。通过建立示范基地对这一新的稻渔综合种养模式进行示范推广应用, 取得了显著的经济、社会和生态效益, 从而为当地农民拓宽了致富渠道, 助力山区脱贫和乡村振兴。

基金项目

柳州市财政农业专项资金项目超级稻新品种示范及高产栽培综合技术集成示范推广(柳农业政发[2013] 21 号)三江县 2018~2020 年稻田综合种养模式推广项目(三政办发[2018] 2 号)、广西 2020 年粮油作物绿色轻简高效技术协同推广试点项目(桂农技发[2020] 11 号)。

参考文献

- [1] 何金旺, 覃瑞设. 三江县中稻再生技术的应用和发展及关键技术探讨[J]. 耕作与栽培, 2006(6): 44-45.
- [2] 唐兆顺, 何金旺, 陈爱秋, 等. 稻鱼共生“广西三江模式”及其再生稻栽培技术探讨[J]. 农业科学, 2020, 10(7): 480-486.
- [3] 广西壮族自治区市场监督管理局. DB45/T 2016-2019 [S]. 南宁: 广西壮族自治区市场监督管理局, 2019.
- [4] 杨玉仙, 侯松德, 潘多集, 等. 高寒山区稻-再生稻-鱼稻田综合种养技术模式[J]. 现代农业科技, 2018(5): 213-214+216.
- [5] 陈爱秋, 吴广勋, 郑浩, 等. 不同药剂对“稻渔综合种养”稻田稻纵卷叶螟的防效及评价[J]. 广西植保, 2021, 34(3): 5-9.