陈松文,江洋,汪金平,等.湖北省稻虾模式发展现状与对策分析[J]. 华中农业大学学报,2020,39(2):1-7.
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2020.02.001

湖北省稻虾模式发展现状与对策分析

陈松文[1],江洋[1],汪金平[1],曹凑贵[1,2]

1.华中农业大学植物科学技术学院/双水双绿研究院,武汉 430070;
2.主要粮食作物产业化湖北省协同创新中心,荆州 434025

摘要　稻虾模式是一种生态种养模式,能充分利用稻田光、热、水及生物资源,具有很好的社会、经济和生态效益,应用前景广阔。本文基于湖北省区域资源特点,在湖北省稻虾模式发展现状的基础上,分析了稻虾连作、稻虾共作模式技术特点;阐明了稻虾模式资源利用、环境要求及适宜类型和区域;明确了稻虾模式的双水双绿发展思路和对策。

关键词　双水双绿;稻虾模式;生态农业;绿色种养;绿色生产技术;减氮种稻

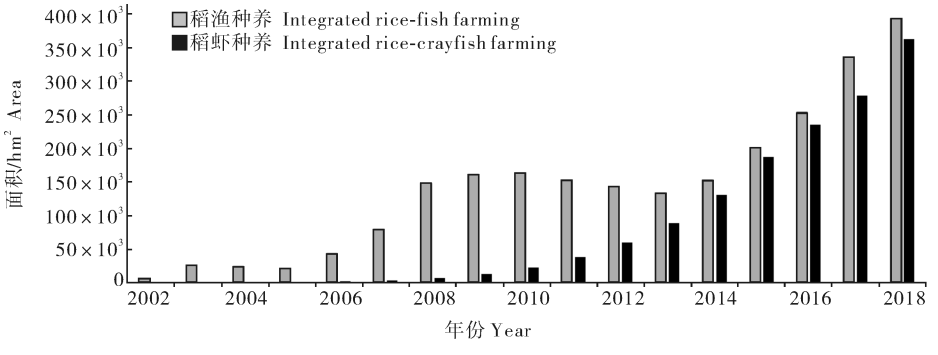
中图分类号　S 511:S 966.1　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　1000-2421(2020)02-0001-07

稻田种养生态农业模式被农业农村部誉为“现代农业发展的成功典范,现代农业的一次革命”,有效提升了农业综合效益,拓展了农业和渔业发展空间,促进了农业转型升级[1]。近年来,湖北省率先发展稻田种养,2018 年全省稻田综合种养面积 39.3 万 hm^2,推广应用面积仍迅速扩大,人们用“井喷”来形容其发展势头。然而,水稻种植和小龙虾养殖常有矛盾的地方,如重虾轻稻、争地争水,不合理的养殖也造成水资源浪费、生物多样性破坏、水环境恶化、土壤退化等问题[2]。大面积发展稻田种养模式关系到耕作制度改革,影响到土壤、水体、稻田生物多样性等环境要素,因此,正确协调水稻种植和水产养殖的关系,按生态农业模式规范及其技术体系因地制宜有序引导发展稻田种养,对于稳粮增效、农业转型升级具有重要意义。

1　湖北省稻虾模式现状及问题

1.1　面积迅速扩大

21 世纪以来,湖北省稻田综合种养分为 3 个阶段:2001－2007 年是缓慢递增阶段,2008－2013 年是稳定发展阶段,2014 年至今是“井喷式”发展阶段。2014 年之后稻田综合种养规模的快速上升是因为稻虾种养面积的快速扩增所致(图 1)。



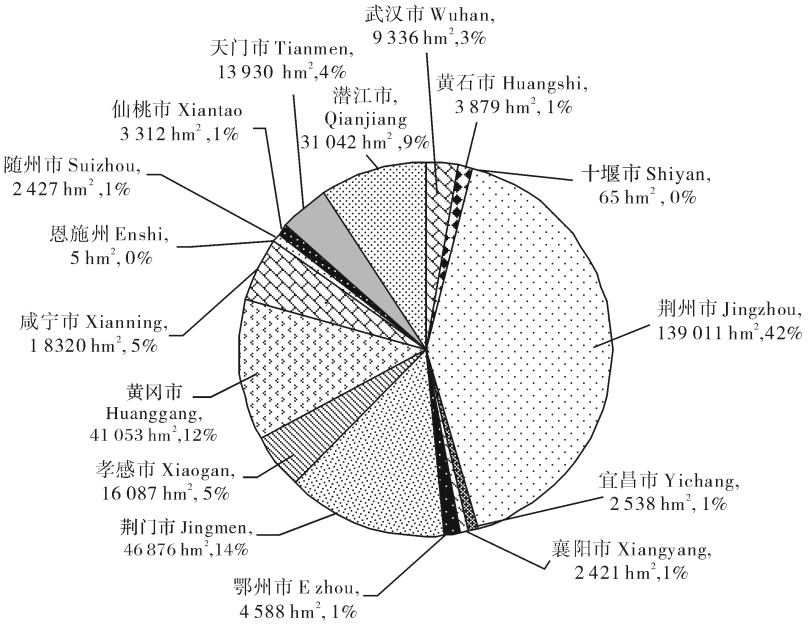
数据来源:《湖北省农村统计年鉴》。Data sources: *Hubei rural statistical year book*.

图 1　湖北省稻田综合种养及稻虾种养发展面积变化

Fig.1　Change in area of integrated rice-fish farming and integrated rice-crayfish farming in Hubei Province

收稿日期:2019-07-02
基金项目:国家重点研发计划专项(2017YFD0301401);中央高校基本科研业务费专项(2662019QD049)
陈松文,博士研究生. 研究方向:稻田综合种养. E-mail:782664584@qq.com
通信作者:曹凑贵,博士,教授. 研究方向:水稻生理生态、农业生态学和可持续耕作制度. E-mail:ccgui@mail.hzau.edu.cn

2017年，湖北省稻田综合种养面积达到33.49万 hm^2，位居全国首位，其中稻虾种养面积27.79万 hm^2[3]。其中荆州市、荆门市、黄冈市和潜江市等种养面积较大，占湖北省种养面积的77%，荆州市稻田种养面积最大，达13.90万 hm^2，占比42%（图2）；湖北稻田种养主要分布在江汉平原和鄂东沿江平原。2018年湖北省小龙虾总产达到81.24万t，占全国小龙虾总产的49.58%，相比于湖南、江西、安徽、江苏等主产区具有绝对优势；湖北省有15个县市入选2018年全国小龙虾养殖前30名县市，其中湖北监利、洪湖和潜江位居小龙虾产量大县前三甲[4]。



数据来源：《2018湖北省农村统计年鉴》。Data sources: 2018 *Hubei rural statistical year book*.

图2 2017年湖北省稻田种养面积区域分布图

Fig.2 Distribution in the area of rice fishing co-culture in Hubei Province in 2017

1.2 产业逐步完善

截至2017年，湖北省稻虾共作专业合作社有1 556家，种养大户有1万多家，200多个标准化连片示范基地，小龙虾加工企业50家，初步形成了小龙虾全产业链[3]。养殖、加工、流通、餐饮等综合产值达851.82亿元，产业链从业人员近60万人[3]。湖北省已经初步形成以“潜江龙虾”和“监利大虾”为代表的产地品牌；以“楚玉”和“良仁”为代表的龙虾加工品牌；以“中国虾谷”和“潜网电商”为代表的电商物流品牌；以“潜江油焖大虾”和“监利辣卤小龙虾”为代表的龙虾餐饮品牌；以“荆门香稻嘉鱼”和“潜江虾乡稻”为代表的稻米品牌[3]。

1.3 区域特色明显

长江中下游平原属于亚热带季风气候，年降水量1 000 mm以上，年平均气温16～18 ℃；河网稠密，湖泊众多，是我国地表水资源最丰富的地区，适合水稻和小龙虾生长。我国稻虾模式主要集中在湘、赣、皖、鄂、苏等长江中下游省区，5省的小龙虾养殖产量小计为109.48万t，占全国总产量的96.91%。小龙虾产量最多的为湖北省，63.16万t，占全国的55.91%（表1）[4]。

表1 2017年长江中下游各省稻虾种养模式情况

Table 1 The development situation of integrated rice-crayfish farming in the middle and lower reaches of the Yangtze River in 2017

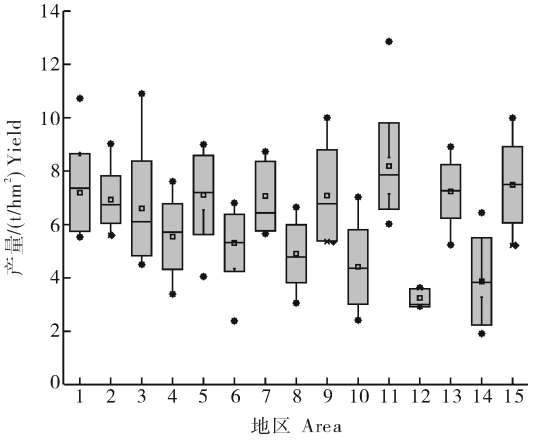
地区 Region	稻虾种养面积/hm^2 Integrated rice-crayfish farming	小龙虾产量/t Crayfish yield	模式 Model
湖北 Hubei	363 000	632 000	宽沟、稻虾共作模式
安徽 Anhui	99 000	138 000	宽沟、稻虾共作模式
江苏 Jiangsu	92 000	115 000	窄沟、稻虾连作模式
湖南 Hunan	80 000	136 000	宽沟、稻虾共作模式
江西 Jiangxi	39 000	74 000	宽沟、稻虾共作模式

注：数据来源：《2018中国小龙虾产业发展报告》。Note: Data sources: *China crayfish industry deve lopment report* 2018.

湖北省光温水土资源条件优越，水稻是湖北省第一大粮食作物，淡水产品产量连年位居全国第一，稻虾模式将水稻和小龙虾有机结合，成为湖北省农业转型的一大特色。目前，湖北省稻田种养面积大、水平高，稻虾模式的研究和应用走在全国前列。

1.4　可持续发展问题突出

1）重虾轻稻现象严重。受小龙虾和稻米的比较效益影响，出现重虾轻稻的现象。实际生产中，往往扩大虾沟比例，或只养虾、不种稻，即使种稻也不重视水稻栽培管理，导致稻虾田水稻单产偏低。2018 年同比水稻单作（5 个单作对照），湖北省 10 个稻田养虾调查点的水稻单产均低于水稻单作，90%低于 7 500 kg/hm^2，其中安陆、宜城等鄂中北地区重虾轻稻问题相对突出（图 3）。



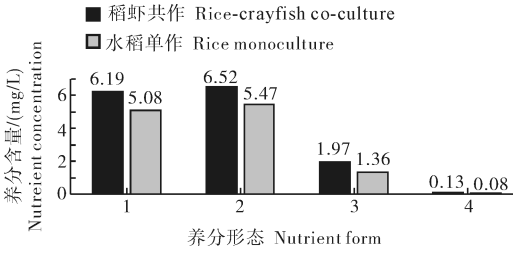
1：黄梅下新（Xiaxin，Huangmei）；2：武穴万丈湖（Wanzhanghu，Wuxue）；3：武穴余川（Yuchuan，Wuxue）；4：蕲春八里湖（Balihu，Qichun）；5：鄂东对照（Control group of Eastern part of Hubei Province）；6：潜江后湖（Houhu，Qianjiang）；7：潜江后湖对照（Control group of Houhu，Qianjiang）；8：潜江关山（Guanshan，Qiangjiang）；9：潜江关山对照（Control group of Guanshan，Qianjiang）；10：监利汴河（Bianhe，Jianli）；11：监利汴河对照（Control group of Bianhe，Jianli）；12：安陆（Anlu）；13：安陆对照（Control of Anlu）；14：宜城（Yicheng）；15：宜城对照（Control of Yicheng）.

图 3　湖北省不同地区农户稻田养虾水稻产量分布

Fig.3　Distribution of rice yield in integrated rice-crayfish farming of farmers in different areas of Hubei Province

2）水资源消耗及污染现象普遍。开挖沟凼，大大增加了稻田蓄水能力，有利于防洪、抗旱[5]。地下水位高的低湖田、落河田水分利用效率提高，贮水功能增强，沟渠联通、排蓄结合，排水、防渍已不是主要矛盾，但稻虾模式周年耗水量是水稻单作耗水量的 2～3倍[6]，水分生产效率降低。一些丘陵地区地下水位低的灌溉稻田，实施稻虾模式，每 667 m^{2}稻田虽可增加蓄水 200 m^3，但却增加耗水量 50%～80%，水分利用效率降低。

实际生产中，由于秸秆还田和饲料的投入，稻虾共作相对于水稻单作田面水的氮、磷含量，硝态氮、氨氮含量偏高（图 4），经营者比较重视小龙虾的产量，时常投放较多的饲料，显著提高了稻田水体养分含量，虽然有利于水稻生产，但同时也增加了水体富营养化的风险。



1.全氮 Total nitrogen；2.全磷 Total phosphorus；3.硝态氮 Nitrate nitrogen；4.氨态氮 Ammonium nitrogen.

图 4　稻虾共作与水稻单作田面水中养分含量

Fig.4　The content of nutrients in rice-crayfish co-culture and rice mono-culture

3）种养模式技术不够规范。2018 年发布的《中华人民共和国水产行业标准 SC/T 1135.1—2017：稻渔综合种养技术规范第一部分：通则》中的技术指标明确要求沟坑占比不超过总种养面积的 10%，实施绿色生产[7]。实际生产中，经营者往往只关注 4～5 m宽的沟而忽略了稻田面积比，甚至为了提高养虾产量，沟宽达到 6～7 m，致使一些稻虾模式养殖沟占稻田面积的 20%～30%；生产中还增加养殖强度，实施“一稻两虾”“一稻三虾”“一稻四虾”等，大量投放不合标准要求的物料（饲料、肥料，改土、改水制剂等），失去了稻虾互利共生、良性循环、绿色生态的本色。

4）产品质量及安全重视不足。在稻虾模式发展中，水稻品种多、乱、杂，品质不优，优质稻生产技术跟不上，高档优质稻品牌开发力度不够；水稻和水产品收获时，争抢上市，稻米品质参差不齐，水产品良莠不齐，缺乏产品的营养、外观、卫生、食品安全等检验标准等问题。目前小龙虾养殖中的一个普遍问题是小龙虾种质衰退（头大尾小、肉质松散），品质档次不高。主要原因是小龙虾种质资源缺乏，国内外关于小龙虾遗传育种的研究基础十分薄弱，亟待围绕

全产业链建立研发创新体系；另一方面，小龙虾养殖过程中病害频发，缺乏病害防控预警体系及有效的防控措施及绿色健康养殖技术。

2 区域资源特点及稻虾模式适应性

2.1 模式特点及适应性

依据田间工程及稻虾种养方法，湖北省稻虾模式主要有沟凼模式、宽沟模式、生态池模式3种类型。

1)沟凼模式。在传统稻田养鱼的基础上发展而来的“稻虾连作”模式，即在稻田的四周开挖宽约1 m、深约0.8 m的环沟，根据情况可配置一定的水凼，不设内埂，沟田相通，新挖虾池在8月中旬于沟凼内投放亲虾(或次年3月初直接投放虾苗)，8－9月交配繁殖，水稻收割后稻田覆水育苗，10月至次年2月抱卵孵化，次年3－6月养殖小龙虾，次年4－6月收获成虾，每年可收获“一稻一虾”。该模式小龙虾养殖技术难度低，种苗自繁自养，工程简单管理粗放，龙虾产量不高，可能面临一定程度的茬口矛盾，适合于陵岗地区水资源相对不足、土壤条件良好、地下水位低的中小型田块。

2)宽沟模式。在“稻虾连作”的养殖模式技术基础上，为保证稻虾共作、扩大养虾面积和时间，改善养虾条件，在稻田周边开挖宽4 m、深1.5 m的环形沟，水稻生长期间田沟相通，虾稻共生，3.33 hm^2以上田块，沟宽4 m，可保证养殖沟占总面积10%以内。在4－6月收获第一季商品虾后，未达到商品规格的幼虾稚虾随稻田退水回到环形宽沟中继续生长(若幼虾数量少可酌情补投种苗)，待整田、插秧、水稻定植后，再提升稻田水位促使幼虾稚虾重新进入稻田生长，8－9月再收获一季商品虾，可实现“一稻两虾”、“一稻多虾”。该模式小龙虾养殖强度大、产量高，适合于冲积平原、水网地带的冷浸田、落河田、烂泥田，地下水位高、水资源充足、3.33 hm^2以上的大田块。

3)生态池模式。面积不大的田块，若采用宽沟模式，往往会造成养殖面积超过稻田的10%，为了发展稻虾共作，可采用生态池模式。即沿稻田四周开挖深30～40 cm、宽50 cm的环形沟，以利于稻田水分循环管理；并按每6 666.66 m^2开挖1个长方形水池(即生态池)，每个生态池面积300 m^2，深1.5 m，坡度2.5∶1，沿生态池筑围埂，将水稻种植区和生态池分隔，“围池不围田”，以方便田面耕整和水稻种植。该模式有利于稻虾共作，可“一稻多虾”，适应性广。

2.2 区域资源特点及适宜模式

湖北省地处长江中游，水网纵横、湖泊密布、亚热带气候，适合水稻种植和小龙虾养殖，稻虾模式广泛分布于江汉平原、鄂东沿江平原，以及鄂中北丘陵岗地。考虑不同区域的资源特点、立地条件差异，保证粮食安全、稳粮增效，不同区域稻虾模式应各具特色。

江汉平原地处长江和汉江之间，河湖密布，水源极其丰富，年均降雨1 000～1 400 mm，地势平坦，地下水位高，具有大面积的低湖冷浸田和涝渍排水型中低产田[8]。该地区稻虾种养适宜宽沟模式，部分水源不足、田块面积不大的田块可采用生态池模式。

鄂东南年均降雨1 300～1 500 mm，降水水资源丰富，沿江平原涝渍排水型中低产田稻虾种养适宜宽沟模式和生态池模式；沿江平原外围，稻田季节性地下水位变化大，田块不大，适宜采用生态池模式或沟凼模式。

鄂中北丘岗区年均降水850～1 000 mm，丘陵地形，地下水位低，沿汉江中游冲垅冷浸田稻虾种养可采用生态池模式；灌溉方便、水资源相对充足的低磅田可采用沟凼模式。

3 稻虾模式绿色发展对策

3.1 以生态农业方式发展稻虾模式

稻田种养是以稻田作为基础，在水田放养虾、鱼、鸭等水禽动物，充分利用稻田光、热、水及生物资源，通过水稻与水禽动物互惠互利而形成的复合循环种养生态模式[1]。引入小龙虾等动物后，稻田生态系统组成得到充实，环境得到改善，结构得到优化，湿地生态功能得到强化[9]。水稻和小龙虾两者间存在互利共生关系，有“利稻行为”和“庇护作用”，如：增肥、改土、改水、控草、控病、控虫[10](图5)。因此，发展稻虾模式应充分发挥种养模式生物间的互惠作用，不能违背生态种养、绿色发展的初衷。

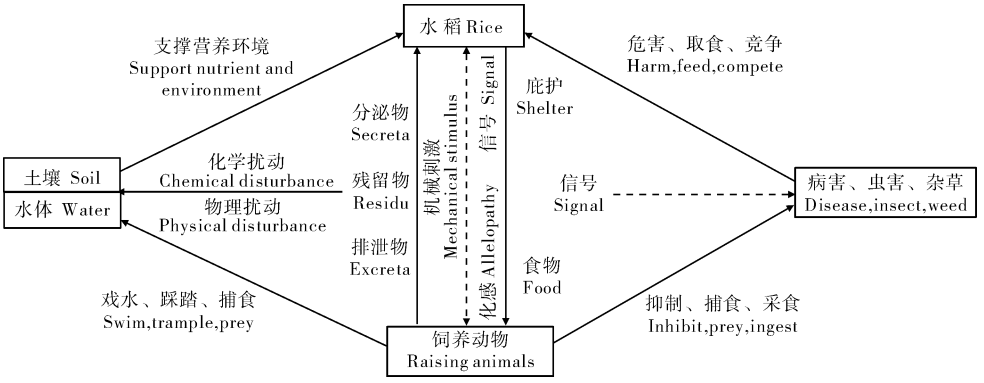


图 5　稻田种养主要组成及组成要素之间的相互关系

Fig.5　The relationship between the main components and components of integrated rice-fish farming

3.2　以提高水稻效益保障国家粮食安全

稻田种养一方面在稻田增加水产产出,提高了经济效益;另一方面改善稻田环境,发挥生物互惠关系,提高产品质量,提高了生态和社会效益,实现了“稳粮增效”,因而成为农业转型的成功模式。但在实际生产中经营者为了获得更大的经济效益,往往重养轻稻、喧宾夺主,忽视了水稻的潜在价值,过度重视水产养殖,导致水产投入成本越来越高、环境变差、效益下降,水稻价值难以体现,致使稻田种养整体效益不高。为了保证国家粮食安全,实现稳粮增效,必须提高稻虾模式的整体效益,关键是要保证水稻的生产效益。

人民生活水平的提升带来消费需求的变化,促进了水稻由“增产”向“提质”转变,优质稻米生产必将带来更大效益,稻田种养的稻米优质、美味、营养、安全,为稻米带来巨大的潜在价值。因此,我们提出“简单养虾、减氮种稻”的稻虾模式发展理念,“简单养虾”是立足于维护稻田生态,控制过度养虾,减少投入,发挥稻虾互惠互利关系;“减氮种稻”是减少水稻种植的氮肥量,相关研究显示稻米食味值与稻米氮含量呈负相关[11],而稻米氮含量与氮肥用量呈正相关[12-13],改善稻米食味品质关键在于少施氮肥。

3.3　以双水双绿模式推动乡村振兴

为了推动水稻和水产实现绿色转型发展,做大做强湖北省水稻和水产产业,中国科学院院士张启发教授于 2017 年在湖北监利、潜江、阳新等地调研后,提出“双水双绿”新理念。“双水双绿”就是利用稻田资源,采用绿色新技术和新品种,通过稻田种养,实现水稻、水产协同发展(双水),生产绿色稻米、绿色水产品(双绿)的产业发展模式[14]。

“双水双绿”意存高远,是稻虾模式可持续发展的保障,是江汉平原重塑鱼米之乡的绿色发展思路。实施这一理念应从四个方面着手:(1)研究建立良好的稻虾互作生态基础体系,研发绿色调控技术和优质品种,提供科技支撑;(2)研究建立良好的生产技术规范和标准,提供绿色生产保障;(3)组织经营主体-产业联盟,完善产业链,创新产业体系、促进产业升级;(4)改变生产方式,实现资源节约、环境友好、三产融合,加强文化建设,推动乡村振兴(图 6)。

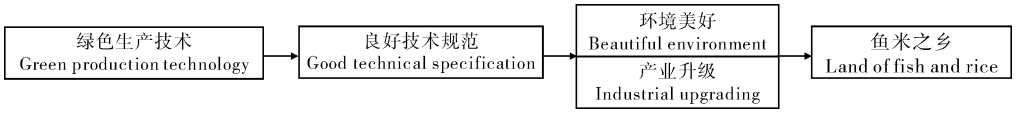


图 6　双水双绿与产业发展及乡村振兴的关系

Fig.6　Relationship between Shuangshui Shuanglü,industrial development and rural revitalization

4　湖北省稻虾模式发展建议

4.1　因地制宜,避免盲目发展

湖北省稻田资源丰富,稻虾模式潜力大,但不是所有区域、所有田块都适合,也不是一个标准模式适合所有区域和田块条件;应根据不同区域自然资源特点,如降水资源、水利条件、地下水位、土壤类型、地形地貌及田块大小等选择不同的稻虾模式;区域

可根据自身资源特点，做好顶层设计，建立适度规模标准化基地，引导区域建立相应的“双水双绿”种养体系。

4.2 严格标准，保证规范化发展

研究发布地方标准，根据模式类型，规范田间工程，养殖沟面积不超过10%；控制生产投入，保障投入品符合生产标准生产要求，倡导和践行优质栽培、生态养殖理念，保障食品安全，维护生态安全。

4.3 绿色高效，促进高水平发展

以绿色生产技术为支撑，研究产品质量标准，保证稻米品质和龙虾质量；建立一批地理标志的绿色稻米、绿色小龙虾，注重开发高档品牌，避免产品品牌多、乱、杂、劣，提高市场竞争力。

4.4 三产融合，推动乡村振兴

创新合作机制，构建双水双绿产业联盟，搭建双水双绿产业平台，着力解决制约产业融合发展难题，推动研产销一体化；采取“龙头企业＋合作社＋农户”经营方式，完善利益联结机制，延长产业链，保障供应链，提升价值链，完善生态链；重视营造节庆文化，开拓农业生产、生活、生态、科教、观光、康养等功能，打造“稻虾田园综合体”“稻虾文化城”“稻田公园”等，促进三产融合，推动乡村振兴。

参考文献 References

[1] 曹凑贵，蔡明历.稻田种养生态农业模式与技术[M].北京：科学出版社，2017：1-10. CAO C G，CAI M L. Ecological agriculture models and techniques for integrated rice-fish farming[M].Beijing：Science Press，2017：1-10 (in Chinese).

[2] 曹凑贵，江洋，汪金平，等.稻虾共作模式的“双刃性”及可持续发展策略[J].中国生态农业学报，2017，25(9)：1245-1253. CAO C G，JIANG Y，WANG J P，et al. “Dual character”of rice-crayfish culture and strategy for its sustainable development[J].Chinese journal of eco-agriculture，2017，25(9)：1245-1253(in Chinese with English abstract).

[3] 马达文，汤亚斌.2018年湖北省小龙虾产业发展报告[R].武汉：湖北省水产技术推广总站，2019. MA D W，TANG Y B. 2018 Hubei Province crayfish industry development report[R]. Wuhan：Hubei Provincial Aquatic Technology Extension Station，2019(in chinese).

[4] 农业农村部渔业渔政管理局，全国水产技术推广总站，中国水产学会.中国小龙虾产业发展报告(2018)[J].中国水产，2018(7)：20-27. Fisheries and Fisheries Administration of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs，National Aquatic Technology Extension Station，China Fisheries Society. China crayfish industry development report (2018) [J].China fisheries，2018(7)：20-27(in Chinese).

[5] 武深树，谭美英，龙岳林，等.稻田养鱼的生态防灾机制与效益分析——以湖南为例[J].防灾科技学院学报，2009，11(3)：5-8. WU S S，TAN M Y，LONG Y L，et al. Ecological disaster prevention mechanism and benefic analysis of rice paddy pisciculture：a case study in Hunan Province[J].Journal of Institute of Disaster-Prevention Science and Technology，2009，11(3)：5-8 (in Chinese with English abstract).

[6] 郭灿. 稻虾共作系统的水文特征及水分利用效率分析[D].武汉：华中农业大学，2019. GUO C. Analysis of hydrological characteristics and water use efficiency of rice-crayfish co-culture system [D]. Wuhan：Huazhong Agricultural University，2019(in Chinese with English abstract).

[7] 中华人民共和国农业农村部.SC/T 1135.1—2017，稻渔综合种养技术规范第一部分：通则[S].北京：中国农业出版社，2018. Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. C/T 1135.1-2017，Technical specification for integrated farming of rice and aquaculture animal——Part 1：General principle[S].Beijing：China Agriculture Press，2018(in Chinese).

[8] 湖北省耕地质量与肥料工作总站.中低产田土壤障碍及改良技术[M].北京：中国农业出版社，2017：36-37，131-132. Hubei Cultivated Land Quality and Fertilizer Station. Soil obstacles and improvement techniques in low and medium yield fields [M].Beijing：China Agriculture Press，2017：36-37，131-132(in Chinese).

[9] 徐元. 稻田生态系统服务功能的强化研究——稻田养鱼[D].长沙：湖南农业大学，2005.XU Y. Intensify the paddy field ecosystem service function——fish cultivation in the paddy field [D].Changsha：Hunan Agricultural University，2005(in Chinese with English abstract).

[10] 郑华斌，贺慧，姚林，等.稻田饲养动物的生态经济效应及其应用前景[J].湿地科学，2015，13(4)：510-517.ZHEN H B，HE H，YAO L，et al. Ecological economic effects and its prospects of raising animals in paddy field[J].Wetland science，2015，13(4)：510-517(in Chinese with English abstract).

[11] 张启莉，谢黎虹，李仁贵，等.稻米蛋白质与蒸煮食味品质的关系研究进展[J].中国稻米，2012，18(4)：1-6.ZHANG Q L，XIE L H，LI R G，et al. Research progress on the relationship between rice protein and cooking and eating quality[J].China rice，2012，18(4)：1-6(in Chinese).

[12] 李雪侨.不同品种类型稻米蒸煮食味品质及其对施氮量响应的研究[D].扬州：扬州大学，2007.LI X Q. Studying on cooking and eating quality of different rice genotype and its response to nitrogen treatment [D]. Yangzhou ：Yangzhou University，2007(in Chinese with English abstract).

[13] 宁慧峰.氮素对稻米品质的影响及其理化基础研究[D].南京：南京农业大学，2011.NING H F. The Effect of nitrogen on rice quality and its physicochemical foundation[D].Nanjing：Nanjing Agricultural University，2011 (in Chinese with English abstract).

[14] 张启发.以“双水双绿”重塑“鱼米之乡”[N].湖北日报,2018-06-13(15).ZHANG Q F.Reshape “Hometown of fish and rice” with “Shuangshui Shuanglü” [N]. Hubei Daily, 2018-06-13 (15) (in Chinese).

Situation and countermeasures of integrated rice-crayfish farming in Hubei Province

CHEN Songwen[1], JIANG Yang[1], WANG Jinping[1], CAO Cougui[1,2]

1.*Shuangshui Shuanglü Institute/College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan* 430070, *China*;

2.*Hubei Collaborative Innovation Center for Grain Industry, Jingzhou* 434025, *China*

Abstract Integrated rice-crayfish farming is an ecological breeding model which can make full use of the light, heat, water and biological resources of the rice field. It has good social, economic and ecological benefits, and a broad application prospect. Based on the characteristics of regional resources, situation and problems of developing integrated rice-crayfish farming in Hubei Province, this paper analyzes the technical characteristics of rice-crayfish co-cultivation model and rice-crayfish rotation model. It clarifies the resource utilization, environmental requirements and appropriate types and regions of integrated rice-crayfish farming in Hubei Province. The Shuangshui Shuanglü concept based development ideas and countermeasures of integrated rice-crayfish farming are put forwared.

Keywords Shuangshui Shuanglü; integrated rice-crayfish farming; ecological agriculture; green planting and green breeding; green production techniques; rice cultivation with nitrogen reduction

(责任编辑:张志钰)