

文章编号 :1003- 8701(2011)06- 0001- 03

北方寒地不同稻作复合生态种养模式效益的初步研究

齐春艳,赵国臣*,侯立刚,马巍,刘亮,
孙洪娇,郭晞明,隋鹏举,付胜

(吉林省农业科学院水稻研究所,吉林 公主岭 136100)

摘要:通过对常规稻作(CK)、稻鸭共作(A)、稻鱼共作(B)和稻蟹共作模式(C)连续3年的定位研究,分析土壤理化性质、水稻产量和品质及其总体经济效益。结果表明,在改善土壤物理性状上, $C>A>B$;在增加土壤速效养分和品质方面, $A>C>B$;稻田养鸭水稻产量降幅最小,稻蟹次之;A、B、C各处理总经济效益分别比常规稻作增收11407.5元/hm²、4312.5元/hm²和7378.5元/hm²。说明,在北方寒冷稻作区,稻鸭共作在改善稻作环境、增加经济效益上优于常规稻作和其他两种稻作模式,可作为该地区稻作复合生态种养技术的主体模式推广和应用。

关键词:北方;稻鸭共作;稻鱼共作;稻蟹共作

中图分类号:S511

文献标识码:A

A Preliminary Study on the Ecological Benefit of Different Cropping-Breeding Coupled Mode in Rice Field of North Cold Region

QI Chun-yan, ZHAO Guo-chen*, HOU Li-gang, MA Wei, LIU Liang,
SUN Hong-jiao, GUO Xi-ming, SUI Peng-ju, FU Sheng

(Rice Research Institute, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Three-year experiment was carried out to study the soil chemical and physical properties, rice yield, and economic benefit among conventional farming (CK), rice-duck farming (A), rice-fish farming (B) and rice-crab farming (C) system. The results showed that rice farming systems on improving physical property of soil are listed: $C>A>B$. On increasing soil phosphorus nutrients and quality: $A>C>B$. Rice yields of rice-duck farming dropped the least among these systems, then was rice-crab farming. Compared with conventional farming, the economic benefit of these systems added 760.5 yuan/hectare, 287.5 yuan/hectare, 491.9 yuan/hectare, separately. The results indicated that rice-duck farming system was better than conventional farming system and the other two systems for improving rice growing environment and increasing economic benefit. Rice-duck farming system can be extended and applied as the mainstay model of rice compound ecological technology in this area.

Keywords: The North; Rice-duck farming; Rice-fish farming; Rice-crab farming

稻作复合生态种养技术是利用水稻和其他生物之间的共生关系构建起来的、目前我国推广的

一种稻田生态资源综合利用的稻作模式^[1],包含稻—鸭、稻—鱼、稻—蟹、稻—鸭—萍、稻—鱼—萍、稻—鸭—萍—鱼、稻—鸭—草—鹅、稻—蟹—泥鳅等多种共作模式^[2-6],北方寒地稻作区受地域、气候等环境条件的影响,稻作复合生态种养技术的应用有别于其他地区,在水稻品种和共生生物的

收稿日期:2011-08-12

作者简介:齐春艳(1978—),女,博士,助理研究员,主要从事水稻土壤改良与培肥研究。

通讯作者:赵国臣(1963—),男,硕士,研究员,E-mail:guochen-zhao@163.com

选择和技术措施上必须兼顾丰产性和抗病、耐寒性^[7],目前在北方以稻鸭、稻鱼、稻蟹共作模式的研究和推广较为广泛。

因稻田共生系统延长了稻田生态食物链、丰富了稻田物种结构^[8],改善了稻田生态环境并走向良性循环,实现了水稻与共生生物的共赢。为此前人对单项稻作模式在土壤养分^[9]、水体环境^[10]、病虫害防治^[2]、水稻产量和品质^[11]等方面进行了较为系统的研究,单项技术的发展和运用日趋成熟,但缺少对多种稻作模式下生态环境效益和经济效益的比较分析。本试验在前期研究的基础上,探讨3种稻作模式对稻田土壤理化性质及水稻产量、品质和效益的影响,比较3种模式的应用效果,为科学推动北方寒冷地区稻作复合生态种养主体技术与搭配技术的选择和发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

2007~2009年,在吉林省农业科学院水稻研究所公主岭试验示范基地进行试验,试验地处于吉林省中西部,温带大陆性季风气候,年平均气温5.6℃,年平均降水量594.8mm,无霜期144d,土壤肥力中等,地力均一,保水保肥性强。

1.2 试验材料

试验用水稻品种为吉林省优质水稻品种吉粳81,生育期145d,需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2950 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 左右;试验用鸭品种为本地麻鸭,形体较大,抗逆性强;试验用鱼为鲫鱼;试验用蟹为河蟹。

1.3 试验设计

试验共设4个处理,即常规稻作(CK)、稻鸭共作(A)、稻鱼共作(B)和稻蟹共作(C)。A、B、C处理于春季土壤化冻15cm后,均匀撒施鸡粪+稻草+人粪尿+EM腐熟有机肥7500kg/hm²,5月20日泡田,5月23日用搅浆旋耕多用机进行埋茬、搅浆、平整田面,5月25日移栽。移栽5d后施用课题组开发的稻糠颗粒肥6000kg/hm²,不施用化学除草剂、其他农药和化学肥料。A区鸭投放量180只/hm²,鸭龄20d,6月上旬放养,放养后幼鸭少量投喂饲料,驯化适应稻田,长大后舍饲,8月中旬水稻抽穗末期收获;B区鲫鱼投放量3000尾/hm²,移栽后一周放养鱼苗,水稻收获前收获成鱼,每天投放1次饲料,1.0kg/次;C区蟹投放量150kg/hm²,每天投放1次饲料,1.25kg/次,6月上旬投放蟹苗,9月末水稻收获前收成蟹。CK区施用化学肥料,N、P、K施入量与处理区相同,采

用化学除草剂除草,与处理区同期移栽,移栽3d后用5%锐劲特乳油600mL/hm²喷雾,移栽5d后用马歇特2250mL+农得时450g/hm²毒土法进行二次补防。每处理小区面积1000m²,移栽密度30cm×20cm,2~3株/穴,小区间用池埂隔离,单独排灌水。

1.4 测定项目及方法

2009年,水稻收获后,用“S”形取样法取耕层0~20cm土样检测土壤理化性质,土壤碱解氮、速效磷、速效钾、土壤容重、土壤孔隙度、<0.25mm微团聚体、抗压强度采用常规方法测定;收割时测实产,依据GB/T17891-1999《优质稻谷》和NY147-88《米质测定方法》测定稻米品质,回收鸭、鱼、蟹,分析产值和经济效益。

2 结果与分析

2.1 不同稻作模式对稻田土壤理化性质的影响

2.1.1 不同稻作模式对稻田土壤物理性质的影响

表1 不同稻作模式对稻田物理性状的影响

处理	土壤容重 (g/cm ³)	土壤孔隙度 (%)	<0.25mm 微团聚体(%)	抗压强度 (kg/cm ²)
CK	1.39	52.97	16.38	17.75
A	1.22	55.39	18.44	16.73
B	1.31	54.16	17.13	17.24
C	1.19	56.12	19.87	16.08

从表1可以看出,与常规稻作(CK)相比,稻田复合种养模式A、B、C分别使土壤容重和抗压强度降低5.8%~14.4%和2.9%~9.4%,使土壤孔隙度和<0.25mm微团聚体增加2.2%~5.9%和4.6%~21.3%。处理间土壤容重和抗压强度表现为CK>B>A>C,土壤孔隙度和<0.25mm微团聚体表现为C>A>B>CK,说明稻田养蟹(C)改善土壤物理性状的作用最强,稻田养鸭次之,稻田养鱼效果较差,但仍高于常规稻作模式。

2.1.2 不同稻作模式对稻田土壤速效养分含量的影响

在春季移栽前追施有机底肥的基础上,实施稻作复合生态种养模式3年后,稻田土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量增加。A、B、C处理土壤碱解氮含量分别比CK增加13.0%、5.4%和8.6%,速效磷含量分别比CK增加11.1%、6.1%和8.4%,速效钾含量分别比CK增加10.9%、3.8%和7.6%,可以看出稻鸭共作模式对增加土壤速效养分含量的作用大于稻蟹共作模式,稻鱼共作模式增加的速效养分含量最少。

2.2 不同稻作模式下水稻产量及品质特征

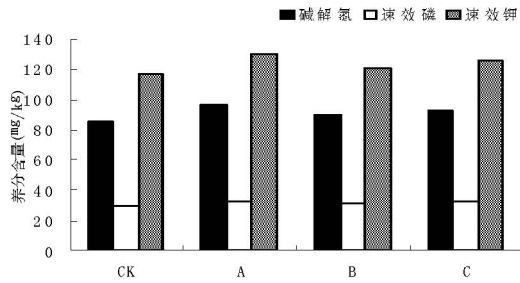


图1 不同稻作模式对土壤速效养分含量的影响

实测产量结果表明, 稻作复合生态种养模式

下水稻产量有所降低, 与常规稻作模式(CK)相比, A、B、C 各处理水稻产量分别降低 16.7%、23.2% 和 21.1%; 在对品质的作用上, 稻作复合生态种养模式均有改善稻米品质的功效, 其中糙米率、精米率、整精米率、胶稠度均有不同程度的增加, 且 A>C>B, 垩白米率、垩白度和直链淀粉含量则有所下降, 以稻鸭共作模式降低幅度最大(表 2), 说明在 3 种稻作复合生态种养模式中, 稻鸭共作模式比其他两种模式具有较高的产量表现和优异的品质特征。

表2 不同稻作模式下水稻产量及品质特征

处理	实测产量(kg/hm ²)	糙米率(%)	精米率(%)	整精米率(%)	垩白米率(%)	垩白度(%)	胶稠度(mm)	直链淀粉含量(%)
CK	9 193.5	82.2	75.3	67.8	4	1.3	85	16.7
A	7 657.5	83.5	76.9	75.6	2	0.3	86	15.5
B	7 057.5	82.7	75.9	70.8	3	0.7	85	16.4
C	7 255.5	83.1	76.2	72.4	3	0.9	86	15.9

2.3 不同稻作模式经济效益

普通稻谷市场价按 1.20 元/kg 计算, 有机大米按 2.0 元/kg 计算, 可见稻作复合生态种养模式虽然产量较低, 但因稻米价格较高, 能够有效增加水稻产值, A、B、C 各处理水稻产值分别比 CK 增加 4 282.5

元/hm²、3 082.5 元/hm² 和 3 478.5 元/hm², 稻鸭共作模式水稻产值最高。加上共生生物收益、去掉放养成本后, A、B、C 各处理总经济效益分别是 22 440.0 元/hm²、15 345.0 元/hm² 和 19 161.0 元/hm², 分别比常规稻作增收 11 407.5 元/hm²、4 312.5 元/hm²

表3 不同稻作模式的经济效益分析

	增加效益(元/hm ²)			增加的成本(元/hm ²)				
	稻产量(kg/hm ²)	商品价	共生生物产量(kg/hm ²)	商品价	共生生物种苗费	肥药	饲料费	其他
CK	9 193.5	11 032.5						
A	7 657.5	15 300	360	10 800	450	150	3 000	375
B	7 057.5	14 115	750	9 000	3 000	150	4 320	600
C	7 255.5	14 511	300	9 750	1 500	150	3 000	750

和 7 378.5 元/hm²(表 3)。

3 结论与讨论

稻田复合生态种养模式可使土壤容重和抗压强度降低、土壤孔隙度和 <0.25 mm 微团聚体增加, 这些性状的变化对改善稻田土壤水、气、热、压力等生态环境、促进水稻健康生长具有积极作用。在 3 种模式中, 尤以稻田养蟹模式改善土壤物理性状的作用最强, 稻田养鸭次之, 稻田养鱼效果较差, 这可能与河蟹在稻田觅食、爬行、喜欢打洞穴居的生活习性有关, 河蟹在稻田底部活动, 增加了水体溶解氧和土壤含氧量, 改善了土壤通气状况^[8]。鸭子在稻田虽然也具有中耕浑水、降低土壤容重的作用^[2], 但因鸭子仅在表层土壤活动, 疏松土壤的能力有限。

稻田复合生态种养模式可有效增加耕层土壤速效养分含量, 这一方面与共生生物排泄物给稻田带来大量的 N、P、K 营养元素有关, 一方面与

作复合模式水稻产量降低, 对系统内养分的需求量有所减少有关^[13]。研究结果表明, 稻鸭共作模式对增加土壤速效养分含量的作用大于稻蟹共作模式, 稻鱼共作模式最少。在等量施入有机底肥的前提下, 稻鸭共作稻田速效养分含量的增加, 可能与鸭子排泄量大有关。据研究, 1 只鸭子日产鲜粪 0.14 kg, 每公顷放养 144 只鸭、约 60 d, 可排鲜粪 1 512 kg^[4], 养分投入量较大, 同时鸭粪当中含有大量微生物, 利于养分循环和土壤原有养分活化, 增加土壤速效养分的含量。但要明确各种模式养分收支状况, 还需要对整个稻田生态系统的能流、物流及其转化进行系统的研究和分析才能确定。

稻作复合生态种养模式下水稻产量降低, 但因无化肥、农药等的投入, 稻谷品质较高, 产值均高于常规稻作模式, 加之副产品鸭、鱼、蟹的产值, 稻鸭共作、稻蟹共作、稻鱼共作分别比常规稻作增收 11 407.5 元/hm²、4 312.5 元/hm² 和 7 372.5 元/hm²。可见, 在北方寒冷稻区, (下转第 12 页)

- 光谱的定量关系[J]. 植物生态学报, 2006, 30(6): 983-990.
- [16] 李立平, 张佳宝, 邢维芹, 等. 手持式植物冠层光谱测定仪在黄淮海平原地区冬小麦氮肥精准管理中应用的初步研究[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(4): 85-92.
- [17] 鲍艳松, 王纪华, 刘良云, 等. 不同尺度冬小麦氮素遥感监测方法及其应用研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(2): 138-144.
- [18] 张俊华, 张佳宝, 钦绳武. 不同施肥长期定位试验地夏玉米冠层光谱特征研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(4): 874-879.
- [19] 潘文超, 李少昆, 王克如, 等. 基于棉花冠层光谱的土壤氮素监测研究[J]. 棉花学报, 2010, 22(1): 70-76.
- [20] 朱 艳, 吴华兵, 田永超, 等. 基于冠层反射光谱的棉花干物质积累量估测[J]. 应用生态学报, 2008, 19(1): 105-109.
- [21] 杨庆峰, 王纪华, 莫良玉, 等. 基于冠层反射光谱的冬小麦干物质积累量的估测研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(24): 10436-10438.
- [22] 孙金英, 黄 云, 曹洪鑫, 等. 油菜地上生物量与冠层光谱植被指数之间的相关分析[J]. 广西农业科学, 2009, 40(6): 717-723.
- [23] 吴曙雯, 王人潮, 陈晓斌, 等. 稻叶瘟对水稻光谱特性的影响研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2002, 20(1): 73-84.
- [24] 张永江, 黄文江, 王纪华, 等. 基于 Fraunhofer 线的小麦条锈病荧光遥感探测[J]. 中国农业科学, 2007, 40(1): 78-83.
- [25] 蒋金豹, 陈云浩, 黄文江. 病害胁迫下冬小麦冠层叶片色素含量高光谱遥感估测研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(7): 1363-1367.
- [26] 罗菊花, 黄文江, 韦朝领, 等. 冬小麦条锈病与常规胁迫的定量化识别研究 - 高光谱应用[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(6): 115-118.
- [27] 刘良云, 宋晓宇, 李存军, 等. 冬小麦病害与产量损失的多时相遥感监测[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 137-143.
- [28] 杨长明, 杨林章, 韦朝领, 等. 不同品种水稻群体冠层光谱特征比较研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 689-692.

(上接第3页)稻田养鸭模式能够获取更多的经济效益, 稻田养蟹次之, 稻田养鱼最少, 稻鸭共作模式可作为该地区稻作复合生态种养技术的主体模式推广和应用。

参考文献:

- [1] 展 茗. 不同稻作模式稻田碳固定、碳排放和土壤有机碳变化机制研究[D]. 华中农业大学博士毕业论文, 2009.
- [2] 侯立刚, 赵国臣, 刘 亮, 等. 有机水稻生产稻鸭共作防治杂草、害虫的研究[J]. 吉林农业科学, 2009, 34(3): 36-38.
- [3] 杨星星, 谢 坚, 陈 欣, 等. 稻鱼共生系统不同水深对水稻和鱼的效应[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(2): 73-74.
- [4] 刘鸣达, 安 辉, 王厚鑫, 等. 不同稻蟹生产模式效益比较的初步研究[J]. 中国土壤与肥料, 2009(1): 53-56.
- [5] 马在元, 倪 飞. 稻-蟹-泥鳅田生态系统效益分析[J]. 北方水稻, 2008, 38(3): 85-87, 90.
- [6] 沈晓昆, 王志强. 日本稻鸭共作技术及生态农牧业考察报告[J]. 中国家禽, 2002, 24(18): 34-37.
- [7] 赵连胜. 北方寒地养鱼稻田的水稻旱育稀植研究[J]. 渔业经济研究, 1996(4): 6-11, 19.
- [8] 朱清海, 李毓鹏, 徐春河, 等. 稻-萍-蟹立体农业的效益[J]. 生态学杂志, 1994, 13(5): 1-4.
- [9] 张苗苗, 宗良纲, 谢桐洲. 有机稻鸭共作对土壤养分动态变化和经济效益的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(2): 256-260.
- [10] 谢俊龙, 熊国远. 稻鸭共生技术对水体生态环境的影响研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(3): 141-142.
- [11] 侯立刚, 赵国臣, 刘 亮, 等. 有机水稻生产环境下稻鸭共作对产量构成因素的影响[J]. 吉林农业科学, 2009, 34(6): 10-12.
- [12] 甄若宏, 王盛强, 周建涛, 等. 稻鸭共作复合系统的生态环境效应研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(21): 9008-9011, 9021.
- [13] 陈飞星, 张增杰. 稻田养蟹模式的生态经济分析[J]. 应用生态学报, 2002, 13(3): 323-326.
- [14] 杨志辉, 黄 璜. 稻鸭复合生态系统稻田土壤质量研究[J]. 土壤通报, 2004, 35(2): 118.