

稻萍鱼立体高效栽养技术研究报告

陈志慧 杨银阁 关桂芹 谢林山

(吉林省通化市农科所,海龙 135007)

提 要 稻萍鱼栽养技术具有独特的能够更加充分的利用多边效应的优势,科学的将水稻稀植栽培与养萍、养鱼有机结合,拓宽了新的研究和利用领域,突破了传统农业水田专一种稻的格局,把先进的科学技术同我国北方稻区的传统农业有机的结合起来,闯出了一条具有适于北方稻区特色的农业实现立体经营,农民发家致富奔小康的新途径。实现省工、高产、低成本、高效益的新的综合栽养技术体系,获得较多的物质生产量,较高的经济、生态和社会效益。

关键词 稻萍鱼体系;栽养技术;田间结构;综合效益

自古以来,我国寒冷北方的稻作栽培,特别是东北的稻田,历来采用传统农业专一种稻。但近年来在国内相继出现有关稻田养鱼和稻萍套养的理论与实践研究成果的报道,这些研究报道也仅限于南方一些省份。本项目研究是在水稻三早栽培^[1]、大养稀栽培^[2]试验研究基础上,探索了将水稻稀植与养萍、养鱼结合,突破水田种稻传统观念的束缚,以期强化开拓新的研究和利用领域,有机地把农业现代化科学技术同东北传统农业结合起来,闯出一条符合东北稻作区特色的农业现代化的新途径。

经试验研究,本项目取得了种养结合,建立了物种共栖,多层次配置,多级质能循环利用的立体结构和配套——稻萍鱼体系的优化组合的新成果。从而更有效地提高和利用土地、空间和水等自然资源与人类的劳动技能,获取较多的物质生产量和较高的经济效益。这项新技术的基干措施是:合理的沟畦配套工程,宽窄双行的稀植方式,施用高产、高氮的稻萍和二鱼混养的栽养技术及相应的一整套田间管理措施,故而命名为“稻萍鱼”体系。兹将 1992~1994 年研究结果报告如下:

1 预备试验

从 1989 年开始,探讨了我省在水稻生产上,由于存在只施用化肥,结果导致土壤板结,地力逐年下降,这种掠夺式的种地不养地的耕种方式,严重的阻碍着水稻产量的提高。为了解决这个突出矛盾,根据刘中柱红萍在稻田的应用前景的研究^[3]结果报道、任祖淦等研究^[4]结果指出满江红对稻田土壤生产力的影响与施书莲等研究^[5]表明绿萍的改土和增产作用的理论与实践的借鉴,便从事萍种引进试验研究^[6],并经大面积示范红萍种间杂交新品种“榕萍 1~4 号”(下称杂交榕萍),收到了显著的经济、生态和社会效益。据不完全统计,累计推广面积已达 1 万多公顷,为北方稻区及我省稻田养萍、养鱼,改土肥田,挖掘水稻增产潜力摸索出了一条新途径。

1.1 稻田养萍改土肥田效果试验

1.1.1 改善了土壤物理性状 经实践养萍的稻田,可使土壤变疏松,土壤容重明显下降,总孔隙度增加。据 1989~1991 年连续 3 年试验结果,养萍比不养萍表现为抗压强度和容重降

低,而微团聚体和孔隙度增加,持水能力提高,表土层增厚,土色加深,变松变软,耕性大为改善,成为水稻生育所需适宜的土壤条件,尤其是低洼冷浆型稻田土奠定了有利基础(见表1)。

表1 稻田养萍对土壤物理性状的影响* (1989~1991年通化市农科所)

物理性状	年 份	养 萍	不养萍	增 减 量	增 减(%)
土壤容重 (g/cm ³)	1989	1.2735—1.2997	1.3152	-0.0420—-0.0160	-3.27—-1.19
	1990	1.2898	1.3475	-0.0577	-4.47
	1991	1.1927	1.3869	-0.1942	-16.28
土壤孔隙度 (%)	1989	51.94—50.96	50.37	1.57—0.59	3.12—1.17
	1990	55.85	52.92	2.93	5.54
	1991	56.12	52.97	3.15	5.95
<0.25mm 微团聚体 (%)	1989	—	—	—	—
	1990	19.60	16.40	3.20	19.51
	1991	19.87	16.38	3.49	21.31
抗压强度 (kg/cm ²)	1989	—	—	—	—
	1990	16.30	17.70	-1.40	-8.59
	1991	16.08	17.75	-1.67	-10.39
水 分 (%)	1989	—	—	—	—
	1990	31.80	27.30	4.50	16.48
	1991	32.19	26.74	5.45	20.38

* 水稻收获后测定。

1.1.2 提高了土壤含氮、磷量与有机质 据测定杂交榕萍鲜体含水量约占鲜重的92.5%左右,干物质约占7.5%。杂交榕萍在生长繁殖过程中,经常有枯叶老根脱落,二周内,其落根量可达鲜重的47.5%。死亡的萍体陆续腐烂,有机质逐渐进入土层,由试验结果表明,杂交榕萍的干物质在一年内约有 $35\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 转化为土壤有机质。即50公斤干萍可转化为19.5公斤土壤有机质,而50公斤稻草只能转化成12.5公斤有机质。我所3年测定结果,养萍稻田土壤有机质比不养萍的增长 $0.1300\sim 0.3977\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$;全氮量增长 $0.0091\sim 0.0926\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$;全磷增长 $0.0117\sim 0.0531\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (见表2)。显然稻田养萍可卓有成效地培肥地力。

表2 稻田养萍对土壤含氮、磷量与有机质影响(1989—1991年通化市农科所)

处 理	年 份	有机质 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$		全氮 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$		全磷 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	
		含 量	增 减 量	含 量	增 减 量	含 量	增 减 量
不养萍		2.9000		0.1691		0.1906	
养 萍	1989	3.1500—3.0300	0.2500—0.1300	0.1782—0.2268	0.0091—0.0577	0.2023—0.2043	0.0117—0.0137
不养萍		2.8601		0.1578		0.1895	
养 萍	1990	3.1715	0.3114	0.2365	0.0778	0.2144	0.0249
不养萍		2.8565		0.1491		0.1726	
养 萍	1991	3.2542	0.3977	0.2417	0.0926	0.2257	0.0531

1.1.3 增加了土壤中速效养分 在稻萍套养的生长期中于1989年7月12日至1991年7月12日分别采样测试,土壤中速效养分氮、磷、钾均有明显变化。经3年对比试验养萍比不养萍速效氮增加幅度为 $32.4\sim 63.1\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,增长 $19.2\%\sim 40.2\%$;速效磷增加幅度为 $5.9\sim 70.6\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,增长 $32.2\%\sim 381.0\%$;速效钾增加幅度为 $49.3\sim 79.5\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,增长 $53.5\%\sim 80.8\%$ (见表3)。

由此得知,稻田养萍土壤中各种养分均有所增加,土壤理化性状得以改善,土壤肥力得以提高,既能改土肥田,又可获得较理想的优质的饲料,深受农村养殖专业户欢迎。因此,发展稻田养萍不仅可获得低成本氮、钾肥和有机肥,而且为农村发展畜禽鱼等饲养业解决

了饲料来源,也是促进生态良性循环的有效途径。

表3 稻田养萍对土壤中速效养分的影响 (1989~1991年通化市农科所)

处 理	年 份	水解氮 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$			速效磷 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$			水解氮 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$		
		含 量	增 减 量	±%	含 量	增 减 量	±%	含 量	增 减 量	±%
不养萍		168.5			18.4			92.1		
养 萍	1989	200.9-219.2	32.4-50.7	19.2-30.1	85.5-24.3	67.1-5.9	364.7-32.1	153.9-141.4	61.8-49.3	67.1-53.5
不养萍		167.9			17.9			89.6		
养 萍	1990	225.3	57.4	34.2	86.2	68.2	381.0	152.3	62.7	70.0
不养萍		156.8			19.6			98.4		
养 萍	1991	219.9	63.1	40.2	90.2	70.6	360.2	177.9	79.5	80.8

1.2 利用杂交榕萍发展养殖业试验

试验证明杂交榕萍具有如下显著特点:

第一,杂交榕萍不仅繁殖速度快,而且产量远远超过细绿萍(见表4),公顷产量可达52500~67500公斤鲜萍,该萍增长率幅度22.4%~40.7%;在越夏期间气温超过30℃时细绿萍就会消亡,而杂交榕萍仍能正常生殖,并能耐-5℃低温,较长时间不衰亡,因而有广泛的适应性。

表4 二 萍 种 产 量 比 较 表 (通化所1991~1993年)

年 份	萍 种 名 称	月份累计产量(kg/hg)				总产量	增 减 (%)
		6	7	8	9		
1991	细 绿 萍	12 075	13 680	15 405	4575	45 735	—
	榕 萍	12 600	16 260	24 810	5490	59 160	29.35
1992	细 绿 萍	10 695	15 570	20 550	4860	51 675	—
	榕 萍	13 485	23 850	29 460	5970	72 765	40.80
1993	细 绿 萍	10 155	17 190	22 290	4440	54 075	—
	榕 萍	12 930	19 935	28 095	5205	66 165	22.40

第二,杂交榕萍的耐荫力很强,在平均光强3000勒克斯以下时仍可保持一定的增长量;在氯化钠浓度达0.4%~0.8%的条件下,耐盐力超过细绿萍,氯化钠浓度在0.2%~0.4%时杂交榕萍不但生长最好、产量高,而且萍体肥厚,质量也好。因此,它可以在我省中西部盐碱地和普通稻田中套养繁殖,尤其为低投入高产出的立体高效农业的发展——稻萍鱼体系搭桥配套开拓了广阔前景。

第三,杂交榕萍在相同环境下对铜、锌、铁、镁等有益元素以及叶绿素和类胡萝卜素的吸收和富集能力远远高于细绿萍。经测定其粗蛋白质含量最高可达30.4%(细绿萍仅达24.1%)。故作肥料可有效增加土壤中必需矿质元素,作饲料可成为很好的营养源。

杂交榕萍不但有广泛的适应性,并且有着更好的适用性。通过试验和实践表明,用杂交榕萍占日粮比例的30%喂猪,可使猪日增重200~400克,高者可达510克,据柳河县种猪场试验,喂商品猪出栏每头猪可节约精料100公斤,降低饲料成本50多元,喂母猪可促其发情快,所产仔猪抗病力强,一般可提高成活率5%。用占日粮20%的榕萍喂鸡或40%喂鸭,可使禽的产蛋率提高10%~15%,且喂鸡鸭易连日产蛋,蛋黄呈赤红色,提高商品蛋价值。用鲜萍喂鱼,每喂约25公斤可使鱼增重0.5公斤,而且仔鱼非常喜食,易消化、吸收,利用率高达60%,约有30%萍转化为鱼的蛋白,日增重最高达5克,且鱼成活率最高。榕萍作

为大面积养鱼的饵料与大群养猪的饲料既无须加工,又无污染,更有其特殊意义。如进行稻萍套养,既不占地又取喂方便,可低成本解决农户青饲料来源,很适合于农村各家各户利用各种水面养殖。在产萍旺季,一时用不完的鲜萍,还可晒制干萍,即将鲜萍捞出,滤去水分,在通风透光处晒3~4天即成。优质干萍营养价值很高,1公斤干粉的粗蛋白与1公斤豆饼相似,而且可长期贮存不变质。还可将其粉碎作为大群养猪、鸡和鱼的配合料。到秋后若不还田亦可将其捞出洗净,装入编织袋或青贮窖内青贮,或在阴暗处垛起来干贮,或冻贮(应注意预防霜雪加盖草帘),这样可延长饲喂时间2~3个月。

综上所述,经过几年的预备试验,初步肯定了杂交榕萍不仅具有广泛的适应性和适用性,而且是稻田改土培肥,提高地力,种地养地一项卓有成效的基本措施,也是促进农牧渔业大发展,降低饲料成本的有效途径。

2 稻—萍—鱼体系试验研究

稻田养鱼在我国虽有一千多年的历史,但在北方稻区,尤其是东北的稻田养鱼的发展至今也才刚刚兴起。本项目经过对稻田养萍发展的总结和对传统的稻田养鱼现状的调查研究以及对现行农业立体经营的分析,我们便把“稻田养萍”和“稻田养鱼”有机地结合起来,提出“稻—萍—鱼”立体模式的科学构思并付诸于实践。几年来,经过田间试验及示范推广,稻萍鱼体系以其显著的经济、生态和社会效益受到农民的欢迎。在不断的摸索、改进和完善的过程中,稻萍鱼的研究已初步形成一个较为完善的框架和一整套相应的技术体系。

2.1 稻萍鱼体系的田间结构研究

稻萍鱼体系是以水稻为主体的3层次结构。第一层是水面上长的水稻;第二层是水面养的萍;第三层是水里养的鱼。既是物种共生,又是栽养结合。这个体系中第一性物质生产的水稻和榕萍,它们依赖于光合作用进行物质生产,存在着光能的合理分配问题;第二性生产的是鱼,它依赖于萍提供一定的饵料,又需要有足够活动的水体,且与萍稻都有密切的依从关系。因此,要创造合理的田间结构,协调稻萍鱼之间的关系,使之各得其所。

稻萍鱼田间结构是一个比较完整的综合性技术体系。它包括畦沟工程,宽窄双垅稀植方式组成的田间结构和施用高产、高氮的稻萍与二鱼混养为主体的物种结构及其以水、肥、药等为中心的配套管理技术,从而构成稻萍鱼立体高效栽养技术的整体即稻萍鱼体系。

2.1.1 鱼沟畦田工程配套试验 经试验结果表明,畦作式的稻萍鱼田较为理想的配套工程,设置鱼沟鱼坑的目的是在不影响水稻基本苗穴数和产量的前提下,为鱼创造良好的生长环境。合理的沟坑设计对增加鱼的密度和鱼的活动空间,提高鱼的产量和商品率有明显效果。

本项目工程设计的畦田鱼沟面积为 1755m^2 (其中畦田面积为 1293m^2 ,鱼沟面积 462m^2),对照为 282m^2 ,鱼沟坑水面占稻田面积的35.7%,约占三分之一,每公顷约有 1317m^3 水体。具体作法:距稻田的田埂周围60~80厘米处(为防止鱼逃跑栽2~3行稻)挖围沟,上宽80厘米,深60厘米,下宽40厘米,然后每隔220~240厘米(前者畦田为大养稀栽培插6垅稻,后者畦田为三早栽培插7行稻)挖鱼沟,上宽70厘米,深40厘米,下宽30厘米作畦,畦向以东西方向为宜,利于萍的繁养,如以稻鱼双丰收为目的,可在进水口处挖长方形1~1.5米深的鱼坑,一般坑占稻田面积的2%~3%。另在进水口处设好栅栏,每公顷工程量约需120个工即可完成(见图1)

2.1.2 插秧方式试验 传统的稻田养鱼工程简单、管理粗放,插秧等行密植,这种空间结构不利于鱼体活动,更不利于萍的养繁。本项目通过几年的实践摸索又借鉴于“大养稀”超稀植栽培充分利用边际效应优势达到省工、低成本、高产、高效益的栽培效果,为畦田栽稻施用宽窄双行插秧方式奠定了有利基础。宽窄双垅超稀植(每平方米12.5穴)的优点是:(1)既保证了每公顷水稻的基本苗数,又能充分利用水稻的边行效应;(2)增加稻体通风透光条件,减少了病虫害利于水稻产量增高;(3)为萍体养繁提供了良好的光照条件,增加萍的光能利用率,有利增加萍的产量;(4)扩大了鱼的活动水体,利于鱼商品率提高。因此它是协调稻萍鱼三者共生互惠的技术关键。

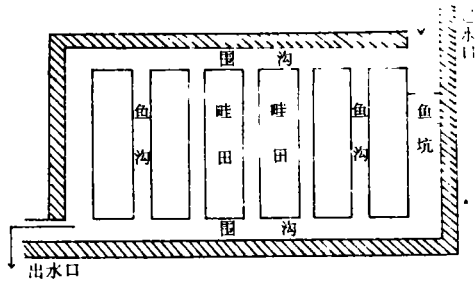


图1 畦田式鱼沟田间示意图

2.1.3 二鱼混养试验 鱼种是稻萍鱼体系结构的重要组成。鱼种选择既要考虑与稻萍的关系,也要考虑混养时鱼种之间的关系,来合理安排结构。稻萍鱼田即以萍作为主要饵料,在鱼种选择上要以摄食草食性的草鱼为主,辅以鲤鱼较为合适。因草鱼最大特点是食草量大,据测定0.5公斤重的草鱼能吃0.25~0.5公斤重的草料,所以排泄粪便也多。草鱼肠道中由于缺乏纤维素酶,只能吸收细胞内的原生质,而不能被消化的植物细胞壁,随粪便排入水中,经腐烂后有肥水作用,因而单养草鱼短期会使水质变肥,反而会不适合草鱼继续生活。要混养鲤鱼,肉质鲜美不仅商品价格高,还可利用草鱼粪便培养的浮游生物,使水质不致变得过分污浊。鲤鱼是杂食性鱼,是我国最古老稻田养殖的鱼类,其优点是,适应性强,耐低氧力强,病害少,易饲养管理。至于花、白鲢鱼属上层鱼类,加之稻田养鱼水体较小,水温高,又因售价较低,所以一般投养较少。鱼放养密度应据稻田水源、水质条件,萍的种源、场地及其投放养殖方式与畦沟比例和补充料源情况等因素应适当增减,这样做有利于提高鱼的产量。

2.1.4 萍种养繁试验 萍在稻萍鱼模式中起着营养源的作用,如何利用萍、养繁管理好,来提高稻萍鱼模式的功能,在一定程度上是实现稻萍鱼高产的关键。因此,除了在萍种选择上以及营养成分上(见表5),还要考虑放萍量和时期。

表5 榕萍、细绿萍基本营养成分分析*

(通化所1993年)				
萍种	纤维素 (%)	全氮 (%)	粗蛋白 (%)	木质素 (%)
榕萍	15.298	4.966	26.786	48.989
细绿萍	17.450	3.837	23.981	47.049

*7月份稻萍鱼田取样测定。

总之稻萍鱼田以萍作为饵料,精饲料为辅的,在鱼种选择上应以草食性为主的草鱼,适当搭配些杂食性的鲤鱼,草鲤鱼的比例1:1为宜,反之根据条件,要以精养为主,以萍为辅的应多放养些鲤鱼,草鱼可作为搭配鱼种,其比例为2:1或3:1。

2.2 稻萍鱼体系栽养技术研究

2.2.1 稻移栽形式及密度 本项目研究,经3年(1991~1993年)实践摸索得知:如以产稻为主,让鱼萍白拣,地力又较薄,宜用三早栽培体系,30cm×26.6cm的密度;如以萍为主,使之稻鱼双丰收,畦田肥力较高,为了充分利用边际效应优势,可用大养稀栽培,密度50cm+30cm×20cm,穴插基本苗3~4棵。垅向以东西向为佳,利于萍的养繁。此外稻萍鱼田的鱼沟

2 垅稻子都分别加在相邻两边行上,所以密度基本上不减少。畦田采取免耕,畦田面四周稻茬为防滩塌应保留,中间部分为提高插秧质量应刨除。畦田有条件的宜施上有机肥做底肥,然后再清理鱼沟粪土,整平田畦。

2.2.2 水肥管理 对稻萍鱼来说,水浆管理是协调稻、鱼生长的主要技术。在水稻生育前期为了促进分蘖,宜浅水灌溉,尽量控制水层不上畦面,避免草鱼伤害稻子;生育中后期为了壮秆、促熟,提高成熟度应采取干湿间歇灌溉。

对鱼的饲养管理,因其季节较短,温差较大(本项目研究是用深井水养的鱼,清淡凉、偏酸性强),为了使鱼增重快,产量高,我们和养鱼专业户几经实践摸索,探讨出较为科学的低成本颗粒饵料配方,实践验证较为理想。即鱼粉 25%、豆饼 40%、玉米面 20%、细稻糠(或麦麸子)15%,再加点添加剂多维和盐,经验测粗蛋白达 39.3%。

本项目的研究是在水稻产量不减的前提下,为了提高鱼的单产水平,克服了深井水养鱼许多不利因素,改进了一些设施条件,经过三年养鱼实践的经验,摸索出稻萍鱼田养鱼突破公顷产 1500 公斤模式。为了达到预期目标,便较为科学的事先安排好对于鱼种放养与产量结构(见表 6)及其对鱼公顷投饵量的概算表(见表 7)。

表 6 鱼种放养及产量结构表 (通化农科所)

鱼品种	放 养		收 获				
	时间	规格 (g/尾)	尾数	重量 (kg)	毛重量 (kg)	净重量 (kg)	比例 (%)
草 鱼	5 月末	250—350	100	30	80	50	50
鲤 鱼	5 月末	200—300	200	50	100	50	50
合 计			300	80	180	100	100

表 7 0.67 公顷投饵施肥量概算表(通化市农科所)

种 类	年投量 (kg)	饵料系数	可增鱼产量 (kg)
水生饲料	1500	60	25
青饲料	520	65	8
有机肥	420	60	7
尿 素	26	1.2 (0.4)	30
磷 肥	16	(0.8)	
精饲料	120	4.0	30
合 计	2596		100

注:水生饲料指榕萍,青饲料早萍草或苦麻菜。

稻萍鱼田通过 3 年(1992~1994 年)养鱼实践结果表明,1992 年鱼的公顷产已达 1 393.2 公斤,还有鲤鱼孵化出小仔鱼 360 公斤;1993 年鱼的公顷产达 1 615.5 公斤(鲤仔鱼 472.5 公斤)。其中草鱼最大达到 1400 克/尾(投放时 220 克/尾),鲤鱼最大的达 1000 克/尾(投放时 230 克/尾)。经百天左右的精心饲喂,已实现并超出计划公顷产 1500 公斤鱼的模式。

稻萍鱼田放养鱼的密度较大、数量较多(每立方米水约有 3.3 尾鱼),到 7、8 月份草、鲤鱼食量猛增,此时正值高温,亦是长鱼旺季,为防止伏里鱼浮头泛田,要早晚巡视,注意经常冲水增氧或倒水;每日喂的青饲料在早晨将未吃完残饵捞出,防止水污染;要加强鱼病预防工作,做到定期施药(鱼康是防治鱼病理想药),施药宜在早晚进行,尤其夏季高温季节或水稻扬花期施药要在上午 9 时前或下午 4 时后进行。此外在伏里高温时节萍体生长缓慢,往往供不应求,需要人工投喂以补充饵料。补充饵料一般有两种方法:一是施腐熟农肥,或肉食鸡粪,每次投 50 公斤左右,以促进畦田中浮游、底栖生物的生长和繁殖,增加鱼的天然饵料;另一种是直接投喂稗草、蒲草或苦苣菜(Ixeris denticu Iata)等饲喂。有条件的要进行消毒。

追肥时要特别注意肥料对鱼和萍的毒害,要严格控制用量,要选择水温较低天气追肥,如用尿素每公顷一次用 30~45 公斤为宜。

鱼开口吃食,可先用精料引食,尔后逐步加喂青料;进入 9 月份以后,随温度下降,青饲料减少,应以投喂精料及有机肥为主。

2.3 稻萍鱼体系的综合效益

2.3.1 提高水稻产量 稻萍鱼体系对水稻有一定的明显增产效果,其因在于它利用物种的

相生相克作用,改善了光、气、热及营养条件,提高了土壤肥力,减少了病虫害(水稻纹枯病有减少趋势)。经大面积生产实际调查稻萍鱼田的水稻产量比单一种稻高5%~12%。从本项目试验研究,对不同处理的水稻产量构成因素考核结果来看(见表8),宽窄双垅稀植栽培公顷平均产量为8750公斤,其增产率8.95%。尤其是试验结果的平均穗数、结实粒数、结实率和千粒重明显高于其它2个处理,其产量顺序,稻萍鱼>稻萍>稻。分析其增产原因,穴穗数增多是由于放萍时期是在有效分蘖终止期前10天左右(即6月20日),而不是插秧缓苗后放萍,这样不影响分蘖。其次水稻经济性状和产量构成因素的改善,可能是在水稻体生育后期是随着鱼的增大和耗萍量、排粪量的增加以及萍体残渣脱落等缘故。此外通过在梅河口市湾龙乡小榆树村2个示范户试验结果也表明,畦田式稻萍鱼田稀植栽培经现场验收,平均公顷产达到11759.3公斤,比单种稻增产583.5公斤,增产5%。稻萍鱼田由于减少了化肥(减少补肥30%)和免耕的机耕费及人工的秒耨等用工。因而,经实践验证,稻萍鱼体系在保证水稻(增产或不减产)的前提下,多产了商品鱼和鱼苗,明显提高了稻田产值,又能做到种地养地,提高土壤肥力,深受农民欢迎。

表8

不同处理水稻产量构成因素分析

(通化市农科所)

年份	处理	穴平均穗数	主穗均粒数	千粒重(g)	空秕率(%)	谷草比	产量(kg/ha)	增产率(%)	备注
1992	稻	33.6	125.0	26.5	25.4	1.90	8500.0	—	通梗
	稻萍	33.9	129.1	26.9	23.6	1.90	8665.0	1.90	456
	稻萍鱼	35.4	133.0	27.4	20.3	1.89	9250.0	8.80	穗重型
1993	稻	24.8	83.1	25.3	38.8	1.20	7563.0	—	通梗
	稻萍	25.9	83.9	26.0	26.3	0.96	7800.0	3.10	369
	稻萍鱼	29.3	84.6	26.8	11.5	0.87	8250.0	9.10	穗数型
2年	稻	29.2	104.0	25.9	32.1	1.55	8031.5	—	
平均	稻萍	29.9	107.0	26.5	25.0	1.43	8232.5	2.50	
	稻萍鱼	32.4	109.0	27.1	15.9	1.38	8750.5	8.95	

2.3.2 增加鲜鱼产量 为了提高鱼的产量水平,在实践中克服了井水养鱼许多困难,如提高水温设置晒水池,并将井水用石灰由偏酸调到偏碱,增设增氧设备,夜间鱼沟加设诱饵照明灯等项改进措施,因而对增加鱼的产量起到了一定促进作用。该项稻萍鱼体系的鱼经2年(1992~1993年)试验结果,平均公顷产1504.4公斤,产量超过1500公斤(见表9)。1993年对二个示

表9 稻萍鱼田中鱼的产量表

(通化市农科所)

年份	面积(ha)	鲜鱼总产(kg)	平均折合公顷产量(kg)	备注
1992	0.117	163	1393.2	尚有375公斤仔鱼未计产
1993	0.117	189	1615.5	有472.5公斤仔鱼计产
2年平均	0.117	176	1504.4	

范户稻萍鱼田养的鱼进行现场验收,共收鲜鱼91.1公斤,平均折合公顷产682.5公斤。比一般稻田养鱼增加375公斤左右。从养鱼实践得知:稻萍鱼田不仅增加了鱼的产量,还提高了鱼的规格,不管单养的还是混养的鱼大小规格都比较整齐,草鱼达到35~45厘米,鲤鱼达25~30厘米。

稻萍鱼体系经2年的研究,其经济效益进行初步匡算:稻的平均公顷产13125公斤,比对照公顷产增加1080公斤(对照公顷产12045公斤),约增值1080元(稻谷每公斤按1元计价),化肥每公顷用量减少30%,加免机耕翻耙费和5个用工成本费共增值约50元,鲜鱼2年平均公顷产1452.6公斤(扣除鱼本548.85公斤)折公顷产值7230元(每公斤鱼按8元

计),扣除喂精饲料 1800 公斤(折成本约 3750 元),畦田挖沟 120 个工(约 900 元),这样合计平均每公顷比对照净增加产值 4500 元。此外本项目所产的萍种最低销售 750 公斤以上的产值未计算在内(每公斤萍种售价 20 元)。

2.3.3 对畦田培肥效应 稻萍鱼田土壤肥力的提高经大量事实证明是无可质疑的,其培肥效益主要来自三个方面:其一鱼在畦田中游泳、觅食、翻钻等可增加水中溶氧量和土壤中含氧量,进而利于改善土壤通透性,加速有机质的分解以及潜在的养分的转化和渗透,协调土壤中肥、水、气、热之间关系,有利于稻体根系的吸收;其二鱼类的排泄物和萍体脱落与残根的腐解,增加了畦田有机质及其它养分的输入,从而

改善了土壤肥力结构,做到了既用地又养地并从表 1~3 中土壤培肥效应足以得到证实。其三畦田杂草消灭或减少,导致减少肥料及土壤养分的消耗。再从稻纹枯病的发病率由田间调查情况得知,稻萍鱼田对纹枯病也有明显的抑制作用(见表 10)。纹枯病的发病率 2 年平均减少 57.7%。

另从本项研究还依据福建农科院国家红萍研究中心研究⁽⁷⁾鱼食萍后粪排出的氮素以及对畦田土壤培肥作用与鲜鱼增重均有明显效果,也同样得到证实。该研究中心经田间测定结果表明,鱼摄食红萍后,约有 30%的以鱼粪排出,若以公顷产 750 公斤鱼计算,约要摄食红萍 37 500~45 000 公斤。如红萍含氮为 0.3%,则由鱼粪排的氮素相当 112.5 公斤硫酸铵。又据红萍中心从不同处理的土壤肥力差异测定的结果⁽⁸⁾也得到证实(见表 11)。即不论畦田中或鱼沟中土壤肥力都不如稻萍鱼田肥力高,尤其是鱼沟土壤肥力提高幅度最大,这与鱼在沟中活动较多有关,可见这都进一步证实了鱼和红萍对水稻田有很好的增肥作用。

表 11 不同处理土壤肥力的差异

处 理	项 目	有机质 (%)	全 氮 (%)	全 磷 (P_2O_5 %)	碱解氮 ($\mu g \cdot g^{-1}$)	速效钾 ($\mu g \cdot g^{-1}$)	速效磷 (P_2O_5 ($\mu g \cdot g^{-1}$))
早稻田间	稻	3.748	0.219	1.20	200	91.0	6.9
	稻萍区	3.917	0.223	1.20	205	244.0	6.9
	稻鱼区	3.896	0.226	1.19	218	86.0	8.5
	稻萍鱼区	3.972	0.239	1.35	216	172.0	8.8
早稻沟中	稻	3.928	0.228	1.29	202	171.5	5.2
	稻萍区	3.997	0.239	1.36	219	253.0	6.0
	稻鱼区	4.272	0.272	1.53	198	334.0	5.6
晚稻田间	稻萍鱼区	4.548	0.283	1.59	219	494.0	5.3
	稻	3.677	0.205	0.120	158	87.5	7.3
	稻萍区	3.784	0.203	0.125	157	120.0	7.5
	稻鱼区	3.849	0.198	0.135	172	127.0	8.2
晚稻沟中	稻萍鱼区	3.948	0.247	0.138	182	165.0	10.3
	稻	4.107	0.239	0.132	200	159.0	6.9
	稻萍区	4.108	0.206	0.135	209	197.0	7.4
	稻鱼区	4.825	0.289	0.148	298	192.0	8.4
	稻萍鱼区	4.954	0.296	0.161	264	259.0	9.1

注:湖南农科院土肥所的研究也说明了同样规律,垅栽稻萍鱼田的土壤养分比稻田碱解氮高 10.5—14.1 $\mu g \cdot g^{-1}$,速效磷高 59 $\mu g \cdot g^{-1}$,速效钾高 12.2—13 $\mu g \cdot g^{-1}$,有机质高 0.15%—0.24%。可见稻萍鱼模式在协调土壤水、肥、气、热关系及促进土壤潜在养分转化,保持土壤肥力等方面,都有特殊功效。

表 10 纹枯病田间调查 (通化市农科所)

年 份	处 理	调查穴数	发病率 (%)	增 减 (%)
1992	单种稻	200	18.3	
	稻萍鱼	200	8.9	-51.4
1993	单种稻	200	16.7	
	稻萍鱼	200	5.9	-64.7
平均	单种稻	200	17.5	
	稻萍鱼	200	7.4	-57.7

本项目还从较深理性研究找到充分依据,福建农科院采用 ^{15}N 标记研究^[9]结果表明,从红萍不同养用方式看鱼食萍后氮的利用情况看出有明显效应。红萍经鱼吸收转化后,萍体中氮的总利用率达到 67.76%,而红萍直接作基肥,氮素利用率仅为 46.06%,直接作追肥,氮素利用率只有 51.6%,远不如经鱼转化后的利用率高(见表 12)。显然,这是由于稻萍鱼体系中,萍体氮素可以多次转

化利用的结果,用 ^{15}N 标记红萍作为罗非鱼饵料后,鱼体含氮量达 2.41%,其 ^{15}N 丰度从 0.366%提高到 0.3431%,可见红萍氮通过鱼体消化后有利于植物性蛋白的转化,对鲜鱼增重和提高土壤肥力均有好处。

3 稻萍鱼体系技术要点

3.1 稻田建设

经试验、生产实践证明,畦作式的稻萍鱼田为较理想的配套工程。如以产稻为目的,则水面占稻田面积不宜超过四分之一;如若多产鱼,稻产量基本不减,只宜适当增加鲤鱼密度,并要增加精饲料投喂、精养,则安全系数较大。

3.2 选准配套品种

水稻选用当地安全成熟抗病、抗倒、高产品种,如通梗 456;或选矮秆抗逆性强的大粒大穗型品种,如通梗 288。鱼种要选用大规格 0.5 公斤以上的抗病力强、商品价值高的,如鲤、草鱼种。萍种应以高产、高氮的榕萍为主。

3.3 栽养密度

当年的稻田因工程破坏耕层,地力较薄,应增施有机肥,宜用三早栽培法,适当增加密度和基本苗数;如肥力较高,土质较好,为了发挥边际效应,可采用大养稀宽窄双垅栽植方式,穴插基本苗 3 株。鱼放养密度,要据水资源优越,水质好(尤其用自然水养鱼),畦田肥沃,投喂精饲料和有机肥有条件的可按公顷产 1500 公斤鱼的模拟方案实施;否则稻萍鱼田应以草、鲤比例 1:1 为适。萍的放养也应按具体条件而定,因萍售价较贵,用一次性投放,量大,有困难,可事先用少量萍种集中养繁,而后再酌情投喂。

3.4 肥水管理

对稻萍鱼来说,施肥既要满足水稻需要,又要兼顾和改善稻田水体的营养水平,促进浮游生物和底栖生物繁殖,为鱼提供更多的天然饵料,与此同时,还要注意施肥不伤萍或促进萍的生长。施肥总的原则应按三早或大养稀施肥体系实施。至于水稻在生育中期是否施补肥还要据田间长势长相来确定。

水浆管理,要从插秧缓苗后一直施用湿润浅灌方式,尽量避免灌深水,使稻株遭到损害。萍的放养,为使分蘖受影响,可在水稻有效分蘖终止期前(约 6 月 15~20 日)投放,若萍体数量多,可采用一次性放萍,让鱼自由取食,每平方米 0.25 公斤;若数量少,可用繁萍场地圈养,后逐步扩大,并应注意经常倒萍,而后采用投喂方式进行。

鱼的饵料投喂方式应掌握,开食以精料引食,后逐步增施青饲料;伏里应以青饲料为主,做好鱼病的预防工作;秋后气温下降,应以投喂精料和有机肥为主。对农药使用一是选择对

表 12 红萍不同养用方式的氮利用率

处 理	^{15}N 利用率(%)		总利用率 (%)
	鱼 体	水 稻	
稻 萍 鱼	38.24	29.52	67.76
稻 萍 (^{15}N 标记萍做基肥)	—	46.06	46.06
稻 萍 (^{15}N 标记萍做追肥)	—	51.60	51.60

稻萍鱼具有高效、低毒残留的对口农药,二是掌握农药的安全用量,三是明确施药方法,四是注意农药施用时间。

4 小 结

4.1 从1992年开始,在预备试验的基础上,为了进一步提高稻萍鱼田的增产与高效的潜力,并经三早栽培和大养稀栽培科研成果有利的借鉴,探讨了利用稀植栽培的边际效应的田面与养鱼水面及萍的联应效果,从实践中摸索出一套适合于我东北稻区及省内水稻田高效益低成本的模式(即稻产不减,萍鱼白拣)。并通过1992~1994年3年实践经验的摸索,稻萍鱼体系已配套,并获得了水稻公顷产11 250公斤、萍67 500公斤、鱼1500公斤高产经验与技术措施。超额完成了预订的经济指标和技术指标。

4.2 在本项试验研究条件下的稻田工程建设,是在水稻密度基本不减,并充分利用边际效应的优势,又要尽量增加水体数量的前提下实施的,稻田的田面与水面适宜比例为4:1。畦田宽220~240厘米,距田埂四周(60~80厘米,栽2~3行稻,防止鱼逃)控围沟,宽70~80厘米,深60厘米,鱼沟宽60~70厘米,深40厘米。

4.3 边际效应与品种类型密切相关。水稻在稀植条件下,矮秆大穗多穗型品种优于高秆穗重型品种,通风透光好,抗倒优势强,并有利于萍体繁殖,提高产量。如土壤肥力较高,水质又好,若使鱼自由取食,可用(50cm+30cm)×20cm宽窄双垅密度;若地力薄,水质较差,可用30cm×26.6cm三早栽培密度,适当缩小穴距。对鱼的饲喂应采取精料投喂与自由食萍并举的方式。若以萍作饵料为主,精养为辅,应养以草食性为主的草鱼,适当搭配杂食性为辅的鲤鱼,草、鲤鱼的比例为1:1。反之以精养为主,以萍为辅,应多养些鲤鱼,草鱼可作为搭配鱼种,其比例为2:1或3:1,并采用科学饲饵料配方投喂。为提高商品鱼价值与产量及抗病能力,应放养较大规格的鱼种。

4.4 稻萍鱼田水资源条件优越,而且有萍种养繁条件的,在插秧返青后,于6月15~20日,可一次性投放萍种(也可进行化学除草剂使用不药鱼的杜邦农得时农药效果好,须7天后放萍)。萍数量少,可先圈养,常倒萍,使之萍体逐步扩大。每养1500尾草鱼须有0.75公顷稻田繁萍即够鱼的摄食量。

4.5 经本项试验研究得出,通过合理的沟畦配套工程,宽窄双垅稀植插秧方式,并施用高产高氮的稻萍种和2鱼混养的栽养技术以及一整套相应的田间管理措施,便构成了稻萍鱼体系。从而保证了稻萍鱼在有限的土地上,有充分而协调的生长空间,使得水稻在基本苗数不变和肥水一般管理条件下,水稻公顷产达到11 250公斤以上,可增产5%~10%,榕萍有充足生长的水面和光能利用率,公顷产可达45 000~67 500公斤,鱼有丰富的饵料和活动水体,公顷产可达750~1500公斤,并为三者同时生长创造了良好环境,同时也缓和了山区吃鱼难的问题,每公顷增加产值3000~4500元,甚至更多。为水稻生产在实际中能够有效地达到省工、低成本,高产、高效的栽养效果,从而构成了稻萍鱼体系,为东北及我省寒冷稻作区实现并发展成为立体高效农业开辟新途径。

参 考 文 献

- 1 许哲鹤等.水稻三早栽培研究报告.吉林农业科学.1988,(1),20-25
- 2 金熙镛.水稻“大养稀”栽培技术要点.延边农学院学报.1991,(2),16-18
- 3 刘中柱.红萍在稻田的应用前景.土壤肥料.1984,(6)
- 4 任祖瑜等.漓江红对稻田土壤生产力的影响.红萍研究论文集及资料汇编.下册.1985~1988,29-36
- 5 施书莲等.绿萍的改土和增产作用.土壤肥料.1984,(6),15-20
- 6 陈志慧等.吉林省东部山区稻萍套养肥田效果及有关问题的探讨.吉林农业科学.1993,(2),66-68