

湖北省农业资源区划研究文集 (2016年度)

主编 晏群



江西美术出版社



目 录

第一部分 农业区划研究与示范

环保型稻鳅共生模式示范研究报告	3
土地按户连片耕种“沙洋模式”研究	28

第二部分 农业自然资源监测评价报告

黄石市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	45
襄阳市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	55
荆州市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	65
宜昌市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	87
十堰市 2015 年度农业资源监测评价报告	103
孝感市 2015 年度农业资源监测评价报告	111
荆门市 2015 年度农业资源监测评价报告	152
鄂州市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	161
黄冈市 2015 年度农业资源监测评价报告	164
咸宁市 2015 年度农业资源监测评价报告	186
随州市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	201
恩施土家族苗族自治州 2015 年度农业自然资源监测评价报告	207
仙桃市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	215
潜江市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	223
天门市 2015 年度农业自然资源监测评价报告	238

神农架林区 2015 年度农业资源监测评价报告	243
丹江口市 2015 年度农业资源监测评价报告	251

第三部分 | 农业遥感及地面样方监测

湖北省 2015 年度农业遥感监测报告	265
2015 年湖北省国家级地面样方网点监测农情资讯	280
湖北省 2016 年度农业遥感监测报告	293
2016 年湖北省国家级地面样方网点监测农情资讯	305
后记	323

第一部分

农业区划研究与示范



环保型稻鳅共生模式示范研究报告

一、项目研究背景及意义

我国是世界上最大的水稻生产国，水稻土的面积达 4.5 亿亩，占世界水稻土面积的 23%，占我国粮食耕地面积的 29%。同时，我国人口众多，土地资源有限，随着人口不断增加，人均土地面积不断减少，提高土地利用率和单位面积粮食产量是解决这一矛盾的唯一方法。

20 世纪以来，由于农业生产中化学肥料和农药新技术被广为应用，稻谷单产得以大幅度提高，满足了人们的生存和生活需要。但所引起的土壤污染、水体污染、农产品品质污染等一系列问题，影响到农业的稳定和可持续发展，威胁到人们的身体健康。因此，如何充分、合理利用自然资源，持续、稳定地发展农业生产，保护和改善农村生态环境，维护农业生态平衡，生产绿色食品，已成为当前世界农业可持续发展面临的重要问题。生态农业是解决这些问题的良好途径之一。稻田养殖是我国一种传统的生态农业模式，距今已有 1700 多年的历史。稻田养殖是一种将种植业和水产养殖业有机结合起来的立体生态农业的生产方式，它符合资源节约、环境友好、循环高效的农业经济发展要求。稻田为鱼类的生长提供天然适宜的场所，而鱼类的活动促进了水稻的生长，水稻和鱼类发挥共生互利的作用，因而获得稻鱼双丰收。由于稻田养殖构成了比单稻田生态系统更为复杂的食物链网络结构，能量、水、肥利用率较高，因而系统具有较大稳定性，抗御外界冲击的能力增强；此外，稻田养殖能减轻由于重施化肥、农药而带来的农田环境的污染，增加了稻田有益生物种，有利于农田生物多样性保护，土地有机质增加，培肥地力，增强各种稻田养殖共生系统的持续性。稻田养鳅作为稻田养殖的一种常见模式，是指通过改造稻田，在水稻田里套养泥鳅，发挥泥鳅松土、供肥等作用，实践稻鳅共生循环理论，综合利用稻田，提高水稻栽培产量、品质和生态经济效益。

泥鳅素有“水中人参”的美誉，其味道鲜美，肉质细嫩，营养丰富，同时在医药、商业方面的价值也非常高。泥鳅个体虽小，但生命力顽强，存活率高。在国内的分布很广，基本上有水域的地方都有泥鳅，一年四季均可捕捞，受到广大水产养殖户的青睐。

泥鳅每百克肉质中蛋白质含量高达 18.4 ~ 22.6 克,另外还含有钙、钾、磷、铁、维生素 B 等人体所必需的微量元素。其性味甘、平,在《医学入门》中称它可以“补中,止泄”,在《本草纲目》中也详细地记载了泥鳅有暖中益气的功效,它还有解酒醒酒、利小便、壮阳、收痔等功效。

泥鳅具有广阔的市场前景。在国内,它一直都被视为滋补强身的佳品,市场需求量年年攀升。同时在国际市场上,也是中国传统的外贸出口商品,销量紧俏。由于市场需求量增大,人们捕捞天然泥鳅的力度也加大了,再加上农药及工业“三废”等的污染,使得天然野生泥鳅的数量急剧减少,仅靠捕捞早就难以满足市场的需求。因此,人工养殖泥鳅的行业开始在各地发展起来。现在泥鳅养殖已经成为农民脱贫致富奔小康的一条很好的途径,为农民带来了巨大的经济利益。

泥鳅的养殖模式多种多样,主要有池塘养殖模式、水泥池养殖模式、网箱养殖模式以及稻田养殖模式等。其中稻田养殖泥鳅是一种生态养殖模式,有利于农村环境保护,同时提高产品质量,因此更值得推广应用。单季水稻的生长期一般在 5—10 月,这期间正是泥鳅的生长旺盛期,种植水稻与养殖泥鳅的结合既是两者对共同的生态因子——水的趋同反映,又是两者互惠互利和谐共存的模式。稻田养殖在不破坏农田的基本结构,不影响农田的基本生产能力的前提下,有利于改善生态系统的结构与功能,能显著改善稻田的生态环境。

二、稻鳅共生种养模式概述

稻田是一个典型的人工生态系统,稻田养殖泥鳅是种植业和养殖业有机结合的一种生产模式,是对陆生资源十分有效的复合利用。稻鳅共生生态系统是建立在“不与人争水,不与粮争地”的基础上,根据生态经济学的原理,使稻田生态系统进行良性循环的生态养殖模式,通过人为控制,建立了一个稻鳅共生、相互依赖、相互促进的生态种养系统,泥鳅在系统中既起到肥田、除害的作用,又可以合理利用水田土地资源、水面资源、生物资源和非生物资源,它融种稻、养鳅、蓄水、增肥地力为一体,集经济效益,生态效益和社会效益于一身,具有明显的增水、增收、增粮、增鱼和节地、节肥、节工、节支的“四增四节”效益,在农村经济中具有明显的效益优势。

稻田养殖泥鳅是人工的稻鳅共生生态结构。稻田为泥鳅的生长提供了天然适宜的场所,而泥鳅的活动促进了水稻的生长,水稻和泥鳅发挥共生互利的作用,因而获得一地双收。稻田养殖既有利于稻田灌溉,防洪抗旱,又有利于调节稻田地温,增加溶解氧,促进微生物增长,加速有机物分解,使土壤养分转化率提高,提高稻谷产量。稻鳅共生模式具有以下优点:一是不与人争水,不与粮争地,扩大了水产养殖面积;二是稻田有饲养泥鳅的天然饵料,节约泥鳅养殖成本;三是泥鳅翻松土层,促进肥分释放,促进水稻根系生长和分蘖,且泥鳅的排泄物可为水稻提供肥料;四是生产过程中禁用高毒

农药和少施用化肥, 稻鳅绿色环保品质好, 经济效益高; 五是稻鳅共生互补, 生态效益明显。

(一) 稻田的生态环境

1. 水温

我国种稻季一般是5—11月, 此时是全年中气候比较温和的时期, 平均气温为15℃左右, 也是农业生产的黄金季节。稻田水温由于水稻的遮阳作用, 要显著低于气温, 即使在炎热的夏季, 稻田气温高达35℃以上时, 稻田的水温仍低于35℃, 因此与其他人工养殖模式相比, 稻田为泥鳅生长创造了更合适的水温环境。

2. 水质

养殖水体中pH对泥鳅的生长很重要, 如pH为4~6的酸性环境不仅对泥鳅生长不利, 而且容易患病, 发生死亡, pH为9~10时, 也会引起泥鳅生长发育不良。稻田水中的pH为7~8.5, 属于微碱性环境, 这与泥鳅生长的最适pH一致。另外, 水稻是天然的生产者, 利用光能制造氧气, 因此稻田水面上氧气充足, 一经风吹稻动, 氧气就溶入水中, 从而提高稻田中溶解氧量, 保证泥鳅的生长需要。

3. 丰富的饵料生物

由于稻田需要施肥, 这些肥料可培育出丰富的饵料生物, 含有大量的浮游植物、动物和微生物, 为泥鳅生长提供了天然饵料。此外, 有机肥料还可以培养大量的光合细菌, 以光能作为能源, 在厌氧光照或好养黑暗条件下利用水中的有机物、硫化物、氨等作为供氢体和碳源进行光合作用, 从而水中的亚硝酸盐、硫化物等有毒物质, 净化水质, 预防疾病。同时, 这些微生物本身无毒, 营养丰富, 蛋白质含量高达64.15%~66%, 而且富含各种氨基酸, 是泥鳅生长的优质饵料。

4. 土壤

稻田的土壤由于种稻需要, 要经过翻耕、曝晒, 这些工作消灭了土壤中的大部分细菌和病毒以及寄生虫, 为消灭鱼病创造了有利条件。

(二) 泥鳅的利稻行为

1. 促进物质和能量的转移利用

泥鳅能吃掉稻田杂草、浮游生物、底栖动物和部分水稻害虫, 有效地实现了能量的转移, 使之部分称为鱼产品, 部分以粪便的形式排除体外, 起到肥田的作用, 促进物质就地循环, 使能量朝人类有利的方向流动, 同时不影响水稻的生长, 使稻田生态系统在结构和功能上得到合理的改造, 形成一个物质良性循环的共生生态系统。

2. 松土增氧增肥

泥鳅在觅食过程中, 可以捕食水稻害虫, 吃掉水稻无效分蘖, 搅动田水和土壤, 起到增氧、增强土壤通气性, 提高根系活力的作用, 使得水稻生长良好, 病害发生减少,

达到增产的目的。同时稻田周围病虫害减少,可降低农药使用量,保护了生态环境和粮食安全。投喂泥鳅的饵料残渣及泥鳅粪便也为水稻生长提供了丰富的养分。与水稻单作生态系统相比,稻鳅共生系统中生产者水稻、杂草和消费者泥鳅延伸了食物链结构,使得物质得到循环利用,物质和能量的利用率提高,具有较大的稳定性及抵抗外界冲击的能力。

(三) 效益分析

单季稻的生长时期一般在5—10月,这期间正是泥鳅的生长旺盛期,水稻种植与养殖泥鳅的结合既是两者对共同的生态因子——水的趋同反映,又是两者互惠互利和谐共存的模式。稻田养殖在不破坏农田的基本结构,不影响农田的基本生产能力的前提下,有利于改善农田生态系统的结构与功能,能显著改善稻田的生态环境。稻田养殖与单纯种稻的大田相比,价值明显增加,体现在生态、经济和社会效益三方面。

1. 生态效益

稻田养鳅是一种集传统和现代化于一身的农业生态系统,传统表现在种植水稻和养殖泥鳅的作业方式,现代化体现在稻田养殖的生态效益上。稻田生态系统的水稻产量受杂草、水稻害虫、微生物病菌等生物因素的影响。实验证明稻田养鳅有效地控制这些因素对水稻产量的影响。稻田养鳅除草效果明显,与水稻单种相比,稻鳅共生田里杂草密度和生物量分别减少了82.4%和88.9%,比农药除草效果还要好;稻田养鳅防虫效果显著,能有效控制稻飞虱和泥包虫等常见害虫;鱼类会争食带有纹枯病菌核、菌丝的易腐烂叶鞘,从而达到及时清除病原,延缓水稻病情扩展的目的。

稻鳅共生系统中,鳅吃进的杂草中30%~40%转化成自身能量,还有60%~70%以上以粪便形式排泄回田,起到积肥、增肥作用。有试验结果显示,养鳅田比非养鳅田有机质增加0.4倍,全氮增加0.5倍,速效钾增加0.6倍,速效磷增加1.3倍。研究证实由于稻田中鳅的活动能起到松土、增温、增氧,使土壤通气性增强以及根系活力增强等作用,使得稻穗长,颗粒多,籽粒饱满,水稻增产。因此稻田养殖具有控草、控虫、控病效应,能改善土壤肥力,促进水稻植株生长,改善稻田水体环境。

2. 经济效益

稻鳅共生,耕养结合,实现了一田多用,提升了稻田经济价值。稻田养殖可以减少农药化肥使用量,节约水稻种植成本,不仅不影响水稻生长,还能提高水稻产品质量,增产水产品产出,使稻田养殖的总收入和净收入都得到提高。2013年、2014年陈灿等人研究了湖南浏阳生态条件下稻田养鳅模式的经济效益,泥鳅大小为3~4厘米,投放密度为20万尾/公顷,经过90天的稻鳅共生养殖,泥鳅长度约为9厘米,两年分别收获泥鳅产量为855千克/公顷(2013年)和1110千克/公顷(2014年),稻谷平均产量分别为6573千克/公顷(2013年)和5977千克/公顷(2014年),两年利润分别为16527元/公顷和22620元/公顷,平均利润19573元/公顷,比单种水稻的

平均利润（1464元/公顷）提高了12.36倍。2013年叶翠在福建山区南平进行稻田生态种养技术研究，其中在稻田养殖泥鳅示范项目中，泥鳅投放密度为1万尾/亩，经过110天的稻鳅共生养殖，泥鳅产量为15.5千克/亩，稻谷产量为426.8千克/亩，利润为920元/亩，比单种水稻产量（469.9千克/亩）减少了9.2%，但利润（542元/亩）提高了0.7倍。

3. 社会效益

开展稻田养殖泥鳅技术，开发泥鳅加工的产业链，可以拉动地方农业经济，增加农民就业，同时提高农田的综合效应，提高农民收入。另外稻田养殖可稳定地方水产品供应，满足“菜篮子”需求，为改善人们膳食结构起到重要作用。

随着人们生活质量的提高和生态环境保护意识的增强，人们对优质、无公害、绿色农产品的需求不断增加。稻田养殖泥鳅是一种高效生态的养殖模式，在养殖过程中，化肥、农药的施用量和使用次数大大减少，提高了稻谷和泥鳅的品质，为市场提供了安全可靠的无公害食品。

三、稻鳅共生种养模式推广试验

我国自古代起就有着稻田种养的优良传统和经验。古语中常说的“鱼米之乡”，就是我国很早进行稻田种养技术的最佳证明。拟建一个水稻提供食物链、泥鳅提供肥料等的共生生态关系可以更好地为稻田创造更高的价值，因此需要我们从试验中找到科学的有力数据来论证实际推广的可行性，从而达到生态绿色养殖的目的，提高稻田经济效益，增加农民收入。

（一）材料与方法

1. 试验区概况和试验设计

试验地选择在天门市四海集团沉湖基地。大气、土壤、灌溉水等环境条件符合农产品安全质量和无公害水产品产地环境条件要求。年平均气温16.3℃，无霜期254天，沉湖拥有优质一级土壤，成土母质为湖沼沉积物和湖积冲积物，质地为均质中壤，养分含量高，具有良好的保肥供肥性能，耕性好。

试验设处理I为水稻单作系



图1 试验田——天门市四海集团沉湖基地

统,处理Ⅱ为稻—泥鳅①,处理Ⅲ为稻—泥鳅②,处理Ⅳ为稻—泥鳅③,共4种生态系统,3次重复,随机排列。每个生态系统面积约为5亩,其间筑田埂,实行单排单灌。Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ生态系统各放鳅种3万尾/亩,2万尾/亩,1万尾/亩,鳅苗规格为800尾/斤。

2. 稻田选择与改造

稻田套养泥鳅,应选择水源充足,排灌方便,水质清新无污染,天旱不干,大雨不淹,保水能力强,土壤较肥沃的稻田。本次试验田块选择在天门市四海集团沉湖基地,12块田地,总面积150亩。稻田地势低洼,水源充足,水质良好无污染,排灌方便;土质肥沃疏松,腐殖质丰富,泥层20厘米,土壤保水性较好。

稻田田埂加高加宽加固,应高出水面20厘米以上,为避免泥鳅外逃其内侧斜面采用水泥固化。进排水口应用网布扎牢,防止泥鳅逃逸。稻田四周开挖宽100厘米,深80厘米的鱼沟,并在稻田最低面开挖宽200厘米、深100~120厘米的鱼溜。鱼沟、鱼溜约占稻田面积的10%。稻田应向鱼溜和排水口倾斜,鱼溜底部铺设密眼网。



图2 稻田改造

3. 水稻栽种

选择抗倒伏、高产、耐肥的优质杂交稻,试验品种为鄂中五号。水稻栽培按NY/T5117-2002无公害食品水稻生产技术规程操作,秧苗移栽时间为2016年6月11日,株行距30×15厘米,每穴栽插4~5株。插秧时田间保持水层5厘米左右,插秧后至分蘖期保持水层7~10厘米,分蘖后至成熟前根据稻株高度控制灌水深度在10~20厘米,水稻成熟后排水落干。插秧前每个生态系统施生物有机肥40千克/亩,水稻返青后追施尿素20斤/亩。基本上水稻的后期生长过程,泥鳅的代谢物可以提供水稻土壤中的肥力,不需要再进行额外的施肥。但有时候可能会出现养分不均衡的现象需要适当施肥。这时应考虑肥效对泥鳅的影响,尽量选择生物肥或投放对泥鳅没有不良反应的安全肥进行施用。水稻生长期间未见病害发生。10月25日水稻成熟,11月5日收割。



图3 水稻栽种

4. 泥鳅放养

泥鳅苗均来自四海集团泥鳅原种场,无病无伤,体质健壮,规格控制在6厘米左右。泥鳅品种为大鳞副。泥鳅养殖按NY/T5055-2001稻田养鱼技术规范操作。2016年7月1日按试验设计将鳅种放入相应的生态系统。鳅种放入后,Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ生态系统每天投喂2次泥鳅专用配方饵料,分别在早上5:30和下午6:30。每个生态系统每次投喂量按泥鳅体重的5%~6%(随泥鳅体重增加而增加)。养殖期间泥鳅未发生病害,没有使用化学药物。9月17日开始捕捞泥鳅。泥鳅收获方法比较灵活,有药物驱捕、干塘捕、网捕以及笼捕等。本试验采用最常使用的笼捕法。笼捕法根据泥鳅的生活习性设计而成,将笼放于水稻田间环沟内,将蚕蛹或油炒米糖等泥鳅喜食的饵料放置在笼中进行诱捕。泥鳅抓捕用的编织笼多为芦苇材质,规格选用圆底直径10厘米,高度40厘米的桶,里面放置锥形漏斗。夜间进行收获,捕抓频率为3小时/次,有效捕抓可达到八成左右。



图4 投放鳅苗及捕获成鳅

5. 测定内容与方法

(1) 稻田土壤理化性质测定

分别取水稻分蘖期和成熟期,分表层(0~10厘米)和下层(10~20厘米)采集各生态系统采耕作层土壤。采用环刀法测定土壤容重,电位法(土水比为1:2.5)测定土壤pH,重铬酸钾法测定有机质含量,扩散吸收法测定碱解氮,碳酸氢钠法测定速效磷,火焰光度法测定速效钾。氢化物原子荧光光谱法测定稻米和土壤中的硒。



图5 土壤采样及预处理

(2) 产量与产量构成

水稻成熟时分系统考种、测产、收获。于成熟期从每小区中心选取 5 平方米作为测产区,从测产区选取长势均匀的 10 蔸考查穗数、每穗粒数、结实率和千粒重,其余单打单收,晒干,测定稻谷重量和含水量,再折算成含水量 14% 的实际产量。

(3) 稻谷品质及食用安全性检测

水稻成熟后,将稻谷晾晒后送农业部食品质量监督检测测试中心检测直链淀粉、蛋白质、胶稠度、部分农药残留物(甲胺磷、杀螟硫磷、三唑磷、克百威)及部分重金属(铅、无机砷、汞、镉)。

(二) 结果与分析

1. 水稻生长发育分析

水稻成熟时测定了株高、丛株数、丛穗数、地上和地下部分生物量以及根长等,试验结果见表 1。试验表明,水稻生长发育一定程度上受到泥鳅养殖的影响。各生态系统中水稻株高在 129 ~ 134 厘米之间,其中,处理Ⅳ(养殖密度为 1 万尾/亩)的系统与处理Ⅰ(水稻单作)系统株高相当,约为 130 厘米,处理Ⅱ(养殖密度为 3 万尾/亩)和Ⅲ(养殖密度为 2 万尾/亩)的系统株高约为 134 厘米,比前二者高出 3%,表明水稻长势优于前二者。不同养殖密度的生态系统中水稻的有效分蘖率均在 96% 以上,比水稻单作高出 8% ~ 11%,但不同养殖密度的稻鳅生态系统之间的差异不明显。不同养殖密度的生态系统中水稻根长在 16.0 ~ 19.3 厘米,比水稻单作高出 8.8% ~ 31.3%,其中,处理Ⅱ中水稻根最长。说明稻鳅共育模式下水稻根系较为发达。这是由于泥鳅在稻田中不断活动,起到了中耕松土搅浑田水的作用,对水稻根系有着直接的刺激作用,既疏松了表土,又能增加田水和土壤中的含氧量,加快了水稻根系有害气体排出,提高了土壤通透性,促进了根系生长。

表 1 各生态系统水稻生长状况分析一览表

处理	丛株数	丛穗数	有效分蘖率	株高	根长	地上部分	根系
	(株)	(穗)	(%)	(厘米)	(厘米)	(10株/克)	(10株/克)
I(0)	26	23	88	130	14.7	69.84	11.45
II(3万尾/亩)	26.3	25.3	96	134	19.3	67.79	10.27
III(2万尾/亩)	22	21.7	99	133	16.3	61.47	6.63
IV(1万尾/亩)	23.3	22.3	96	129	16	67.53	9.67

2. 土壤物理性状分析

土壤容重是衡量土质疏松程度的重要物理指标之一,受质地结构、松紧度和土壤有机质含量等影响而发生变化,影响土壤孔隙度与孔隙度大小分配和土壤的穿透阻力,进而影响到土壤水肥气热条件与作物根系在土壤中的穿插。容重小表示土壤疏松多孔,

容重大则表明土壤紧实板硬,结构性较差。由表2可知,由于泥鳅在稻田钻动寻食,对稻田土壤起到中耕作用,有效疏松土壤,使土壤结构得到合理改善,不同养殖密度的生态系统土壤容重均小于对照,实验处理Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ分别比Ⅰ减少了21.2%、8.8%、7.1%,且养殖密度越大容重越小,表明稻鳅共生稻田土壤结构良好,疏松多孔,有利于土壤内外物质的交换。不同养殖密度的生态系统土壤孔隙度也均大于对照,试验处理Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ分别比Ⅰ增加了14.7%、8.0%、4.1%,且养殖密度越大孔隙度越大,表明稻鳅共生更有利于土壤结构的改善,有利于土壤通气性条件的改善。总之,进行稻鳅共生后由于泥鳅在稻田的作用有效降低了土壤容重,改善了土壤通气性,从而使土壤结构得到有效改善,能够同时满足作为对水分和空气的要求,有利于养分状况调节和植物根系伸展,促进水稻的生长发育。但是泥鳅养殖密度对土壤物理性状的改变不明显。

表2 各生态系统土壤物理特性一览表

处理	容重 (克/立方厘米)	密度 (克/立方厘米)	孔隙度 (%)
I(0)	1.13	2.55	55.59
Ⅱ(3万尾/亩)	0.89	2.46	63.78
Ⅲ(2万尾/亩)	1.03	2.57	60.03
Ⅳ(1万尾/亩)	1.05	2.50	57.87

3. 土壤化学性质分析

(1) pH

试验中各稻鳅共生和水稻单作稻田土壤pH的变化见图6。从图中可以看出,0~10厘米土层中,处理Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ的pH差异较小,在7.92~7.98之间,均值为7.96,略小于处理Ⅰ。10~20厘米土层中,4个处理间pH差异较小,在7.93~8.02之间,均值

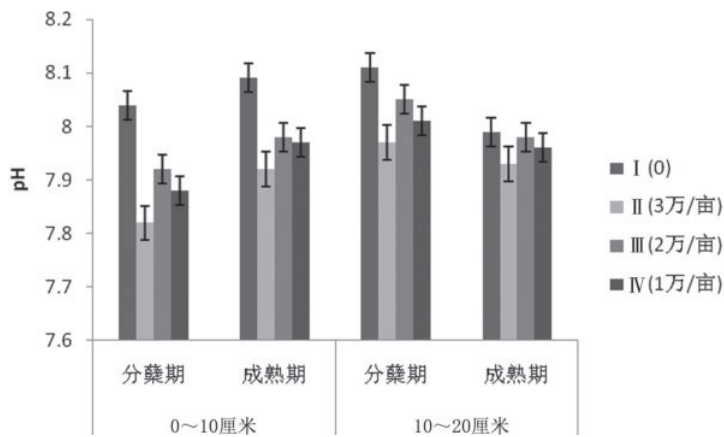


图6 不同处理土壤pH的变化

为 7.98, 与 0~10 厘米土层 pH 相比差异也不大。试验结果表明养殖泥鳅对稻田土壤 pH 影响不大, 试验区域土壤偏碱性。

(2) 有机质

土壤有机质是土壤的重要组成部分, 是土壤肥力的物质基础, 对土壤肥力的影响很大, 它不仅含有各种营养元素, 而且还是土壤微生物生命活动的能源。试验中各稻鳅共生和水稻单作稻田土壤有机质的变化见图 7。从图中可以看出, 0~10 厘米土层中, 养殖泥鳅的各处理组随水稻的生长, 土壤有机质含量均略有上升, 分别增加了 7.1%、12.9%、3.5%, 而水稻单作系统有机质含量降低了 5.8%。10~20 厘米土层中, 养殖泥鳅的各处理组随水稻的生长, 土壤有机质含量也出现上升, 且上升幅度较 0~10 厘米土层更大, 分别增加了 26.5%、20.9%、22%, 而水稻单作系统有机质含量降低了 2.5%。试验结果表明, 水稻单作系统中随着水稻的生长, 稻田土壤有机质氧化分解被利用, 有机质水平降低。而在稻鳅共生系统中, 泥鳅排泄物和残余饵料有利于稻田内有机质的累积, 可以缓解有机质的下降。与下层土壤相比, 上层土壤中有机质氧化分解而被根系吸收利用更多一些, 因此下层土壤有机质累积效果更明显。泥鳅养殖密度对有机质影响差异不明显。

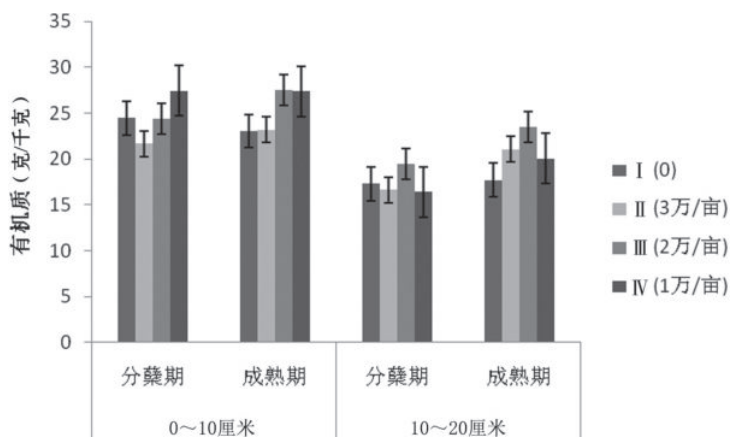


图 7 不同处理土壤有机质的变化

(3) 土壤肥力

氮、磷、钾是肥力的三要素, 土壤碱解氮、速效磷、速效钾是土壤供肥的强度指标, 对土壤化学性质有重要影响。不同处理在水稻分蘖期和成熟期的肥分变化见图 8。从图中可以看出, 对于 0~10 厘米土层, 从分蘖期到成熟期, 土壤有效养分都出现降低, 水稻植株在生长过程中吸收和利用养分, 土壤肥力下降。但不同试验处理降低幅度不相同, 稻鳅共生系统比水稻单作系统降低幅度要小, 但不同养殖密度的稻鳅共生系统之间比较, 降低幅度差异不大。对于 10~20 厘米土层, 从分蘖期到成熟期, 水稻单作

系统中土壤有效养分都出现降低,但降低幅度小于上层(0~10厘米),而稻鳅共生系统中土壤有效养分略有升高,但不同养殖密度的稻鳅共生系统之间比较,变化幅度差异不大。受土壤质地、结构、组成和营养元素本身特性以及泥鳅活动的影响,土壤中营

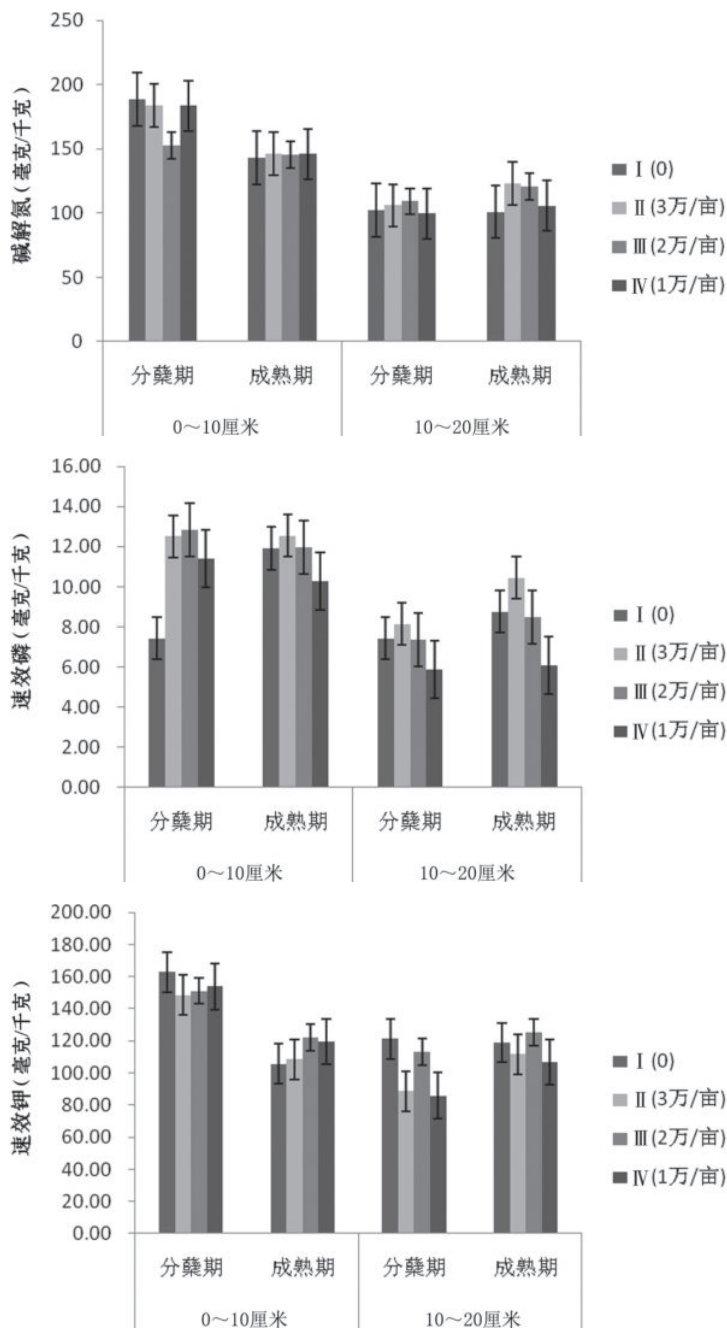


图8 不同处理土壤碱解氮、速效磷和速效钾的变化