

李跃飞,李彬,陶加乐,等.宿豫保护地土壤硝酸盐污染与土壤酸化、盐渍化状况调查与分析[J].江苏农业科学,2020,48(23):241-245.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.23.048

宿豫保护地土壤硝酸盐污染与土壤酸化、盐渍化状况调查与分析

李跃飞,李彬,陶加乐,靳辉勇

(江苏省宿迁市宿豫区农业技术推广中心,江苏宿迁 223800)

摘要:为了解宿迁市宿豫区保护地土壤氮素污染与土壤酸化、盐渍化状况,针对性地采取科学有效的治理与改良措施,对辖区保护地进行土壤样品的采集与测定。测定项目包括土壤 pH 值、硝酸根离子含量、土壤电导率、水溶性盐离子组成。结果表明:(1)土壤电导率介于 203 ~ 3 516 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之间,平均值为 1 173 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。近半数的土样电导率达到 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (中度盐渍化)以上,可能会对作物产生不良影响。(2)土壤总盐含量与电导率之间呈良好的线性正相关关系,原位快速测定土壤电导率后,将电导率乘以系数 2.425 8 即可估算得到土壤总盐含量。(3)土壤电导率主要与硝酸根离子、氯离子这 2 种阴离子和钙离子、镁离子这 2 种阳离子的关系密切,其中硝酸根离子、钙离子是影响次生盐渍化土壤电导率的决定性离子种类。(4)随着土壤硝酸根离子浓度的增加或土壤电导率的增大,土壤 pH 值迅速下降,土壤发生明显的酸化作用,使土壤中钙离子、镁离子的浓度增加,加剧土壤盐渍化过程。

关键词:保护地土壤;氮素污染;土壤盐渍化;土壤酸化;电导率;相关关系

中图分类号: S153;X53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)23-0241-04

设施栽培具有生长周期短、茬口安排灵活、市场效益好等特点,近年来在各地都得到迅速发展,宿迁市宿豫区为加快乡村产业振兴、壮大农村经济、增加农民收入,对设施栽培也给予了高度重视,并取得了不少进展^[1-6]。

设施保护地的温度和湿度较高,作物生长速度相对快、产量较高,与露天栽培相比,要求土壤提供更多的水分与养分^[7-9]。菜农借鉴长期以来大量施用氮肥促进作物生长及产量形成的经验,在保护地常常过量施用氮肥^[10-12]。保护地经过几年的种植,土壤中的硝酸盐不断积累,引发土壤次生盐渍化、酸化、养分失衡等问题,并造成恶性循环引起土壤物理学、化学和生物学复合污染^[13-15]。为了简化肥料养分管理,提高土壤质量,笔者选择宿迁市宿豫区保护地进行多点采样,测定土壤 pH 值、电导率、水溶性盐离子组成^[16]。分析评价宿豫区保护地土壤酸碱状况、土壤电导率、水溶性离子组成之间的关系,旨在为指导该区保护地氮素的科学施用,减

少氮素对土壤质量的不良影响,提高农作物的产量和品质,促进保护地栽培产业发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

2018 年 7—9 月对宿迁市宿豫区陆集镇虎山村和官庄村、大兴镇卢集村、关庙镇桥口村共 34 hm^2 保护地代表性地块进行土壤农化样品的采集。取样深度为 0 ~ 20 cm,按照平均约 1 hm^2 采集 1 个混合土样的方法,共采集 32 个土壤样品,每个土样采用“S”形混合采样法,按照四分法取样留存化验。土样经抽湿风干后,磨细过 20 目筛备用。

1.2 分析测定

pH 值采用 NY/T 1377—2007《土壤 pH 的测定》中的玻璃电极法测定;硝态氮与水溶性盐、 K^+ 、 Na^+ 等的含量用火焰光度法测定; Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等的含量用火焰原子吸收分光光度法测定; HCO_3^- 的含量用中和滴定法测定; Cl^- 的含量用硝酸银滴定法测定; SO_4^{2-} 的含量用硫酸钡比浊法测定; NO_3^- 的含量用紫外分光光度法测定。总盐含量为上述离子含量之和。另用电率仪测定土壤提取液的电导率。

1.3 数据处理与分析

采用 Microsoft Excel 2010 软件对数据进行处理

收稿日期:2020-03-12

基金项目:2018 年宿豫区土壤污染治理与修复项目。

作者简介:李跃飞(1984—),男,河北石家庄人,硕士,农艺师,主要从事耕地质量保护相关农业技术研究及推广工作。E-mail:liyuefei_2008@126.com。

和绘图,采用 SPSS 19.0 统计分析软件对数据进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 土壤电导率与总盐含量及其组成离子含量之间的关系

2.1.1 土壤电导率及其与总盐含量之间的关系

32 个土样的测定结果表明,土壤电导率介于 203 ~ 3 516 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之间,平均值为 1 173 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。其中,电导率小于 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 的土样占 25%,电导率为 500 ~ <1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 的土样占 28%,电导率为 1 000 ~ <1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 的土样占 19%,电导率为 1 500 ~ <2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 的土样占 16%,电导率为 2 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

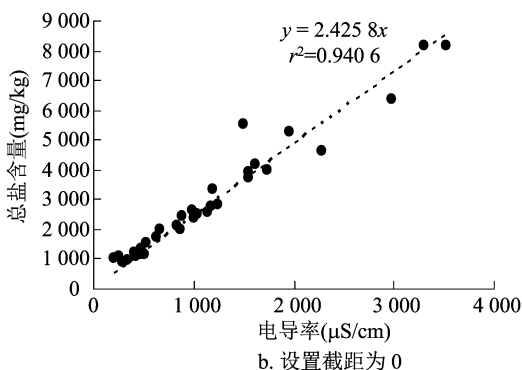
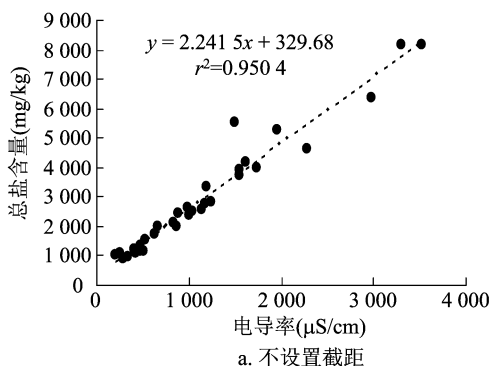


图1 土壤总盐含量与电导率的关系

2.1.2 土壤电导率与水溶性阴离子含量之间的关系 土壤电导率与土壤硝酸根离子含量之间的关系详见图 2。从图 2 可以看出,土壤硝酸盐含量与土壤电导率呈线性正相关,确定系数高达 0.902 3。由于土壤硝酸盐主要来自含氮肥料的施用,因此氮肥施用过多不仅可能引起土壤硝酸盐污染,还是土壤次生盐渍化污染的决定性因素。土壤电导率与土壤硫酸根离子含量之间的关系可用幂函数方程拟合(图 3)。可以看出,二者关系远没有硝酸根离子含量与电导率之间关系密切,其确定系数仅为 0.462 8。

土壤电导率与碳酸氢根离子含量之间的关系也可用幂函数方程拟合(图 4),其确定系数为 0.518 6。但值得注意的是,土壤电导率与碳酸氢根离子含量的关系出现了负相关趋势,也就是说随着其他水溶性离子总量的增加,碳酸氢根的积累量呈减少的趋势。土壤电导率与氯离子含量之间的关系可用线性方程拟合(图 5)。从图 5 可以看出,二者之间的确定系数达到了 0.579 0,虽然远低于电导率与硝酸盐含量之间关系的确定系数(0.902 3),但

以上的占 12%。近半数的土样电导率达到 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (中度盐渍化)以上,可能产生对作物不良的影响。

土壤总盐含量与电导率的关系详见图 1。从图 1 可以看出,二者之间呈极好的线性正相关,方程为 $y = 2.2415x + 329.68$ ($r^2 = 0.9504$)。考虑到电导率测定比较快捷,甚至可以原位测定,因而在宿豫区特殊的次生盐渍化条件下,可以通过快速测定土壤电导率估算土壤总盐含量。为了方便估算,可以将方程的截距设置为 0,则得到方程 $y = 2.4258x$ ($r^2 = 0.9406$),实际应用中可将土壤电导率直接乘以系数 2.425 8(或 2.4)粗略估算出土壤总盐含量。

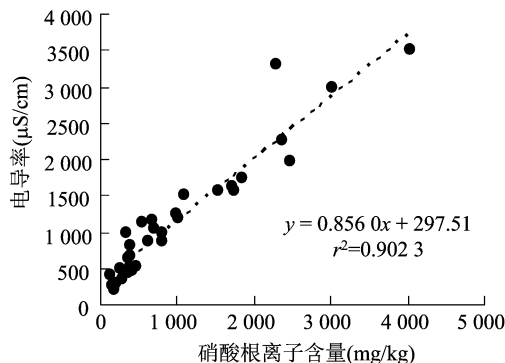


图2 土壤电导率与硝酸根离子含量的关系

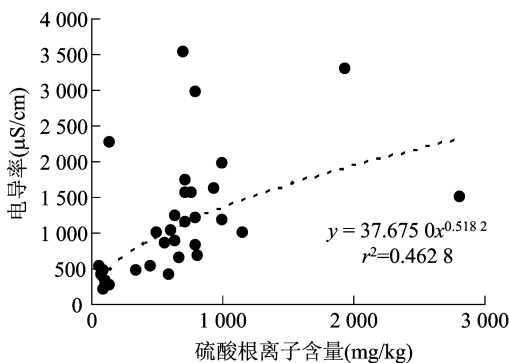


图3 土壤电导率与硫酸根离子含量的关系

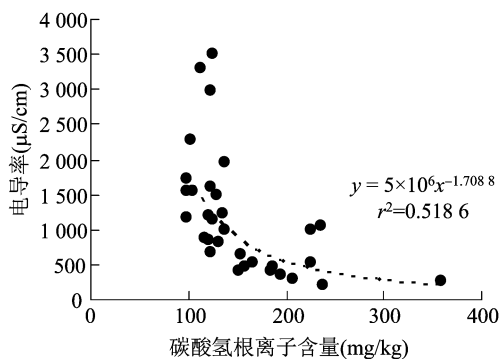


图4 土壤电导率与碳酸氢根离子含量的关系

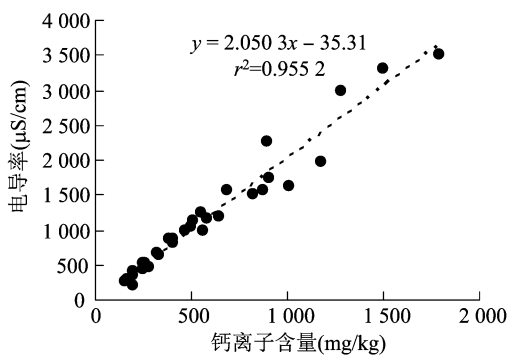


图6 土壤电导率与钙离子含量的关系

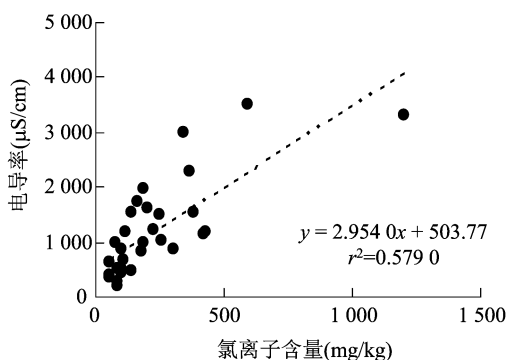


图5 土壤电导率与氯离子含量的关系

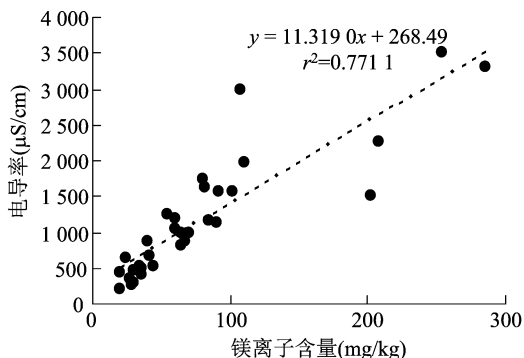


图7 土壤电导率与镁离子含量的关系

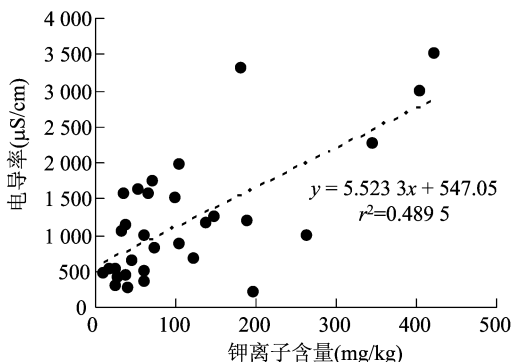


图8 土壤电导率与钾离子含量的关系

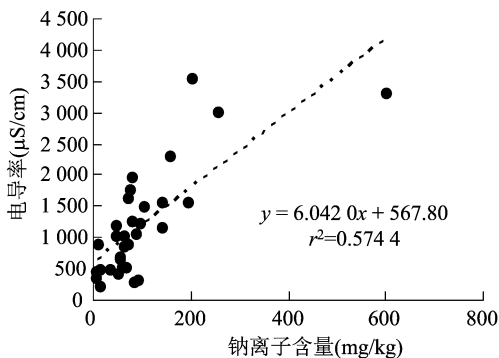


图9 土壤电导率与钠离子含量的关系

高于电导率与硫酸根离子含量之间关系的确定系数(0.4628),这可能与施肥结构中的氯、硫比例略高于作物吸收的氯、硫比例有关。

2.1.3 土壤电导率与水溶性阳离子含量之间的关系 土壤电导率与土壤钙离子含量之间的关系详见图6。可以看出,土壤电导率与水溶性钙离子含量呈正相关,确定系数高达0.9552,这可能是由于长期氮肥施用过多导致的铵态氮向硝态氮转化过程中产生氢离子,酸化土壤环境后引起了土壤含钙物质的溶解。土壤电导率与土壤镁离子含量之间的关系详见图7。可以看出,土壤电导率与土壤水溶性镁离子含量呈正相关,确定系数为0.7711,也有可能与土壤酸化引起了土壤含镁物质的溶解有关。

土壤电导率与土壤钾离子含量之间的关系详见图8。可以看出,二者关系远没有钙、镁离子含量与电导率之间的关系密切,其确定系数仅为0.4895。也就是说,土壤次生盐渍化作用与含钾肥料的施用也有一定的关系。从图9可以看出,土壤电导率与水溶性钠离子含量呈正相关,确定系数为0.5744,这可能与部分保护地长期或大量施用含钠有机肥存在关系。

2.2 土壤 pH 值与硝酸盐含量、电导率之间的关系

2.2.1 土壤 pH 值与硝酸盐含量的关系 32 个土壤样品的测定结果表明,pH 值介于 7.15 ~ 8.42 之

间,平均值为 7.62。土壤 pH 值介于 7.15 ~ <7.50、7.50 ~ <8.00、8.00 ~ 8.50 的土样比例分别为 46.9%、34.3%、18.8%。土壤 pH 值与硝酸盐含量的关系可用函数 $y = 10.295 0x^{-0.046}$ ($r^2 = 0.741 4$) 拟合(图 10)。硝酸盐含量在 0 ~ 1 000 mg/kg 范围时,随着土壤硝酸根离子含量的增加,土壤 pH 值迅速下降。当硝酸根离子含量达到 1 000 mg/kg 以上时,随着土壤硝酸根离子含量的增加,土壤 pH 值几乎不变,稳定在 7.3 左右。也就是说,氮肥过量施用并在土壤中转化为硝酸盐后可导致石灰性土壤明显酸化。但由于土壤中存在大量的石灰性物质,土壤 pH 值降至 7.3 左右后不再明显下降。

2.2.2 土壤 pH 值与电导率的关系 土壤 pH 值与电导率的相互关系可以用函数 $y = 11.472 0x^{-0.060}$ ($r^2 = 0.836 1$) 拟合(图 11)。从散点图可以看出,电导率在 1 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下时,随着电导率的增加,土壤 pH 值从 8.6 迅速下降到 7.3 左右,其后则基本维持在 7.3 左右。可见,氮肥施用过量后,一方面由于累积硝酸盐而导致土壤次生盐渍化,另一方面铵态氮的硝化过程产生氢离子而导致土壤酸化,并可能引起石灰性土壤中碳酸钙、碳酸镁等物质的溶解而积累钙、镁离子,加剧土壤次生盐渍化进程。

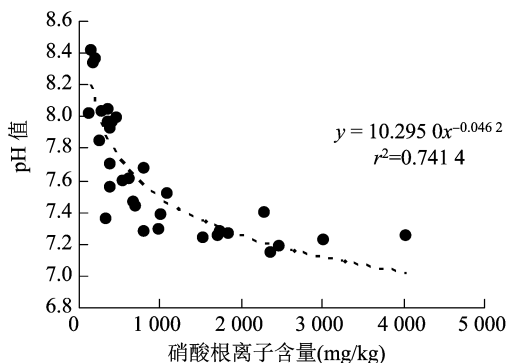


图10 土壤 pH 值与硝酸根离子含量的关系

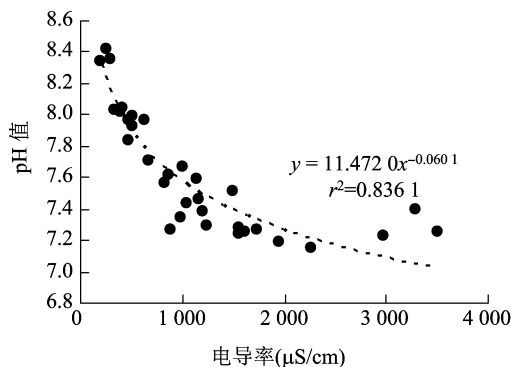


图11 土壤 pH 值与电导率的关系

2.3 土壤 pH 值与钙、镁、钾、钠离子含量的关系

土壤 pH 值与土壤水溶性钙、镁、钾、钠离子含

量之间的关系也可以用幂函数方程加以拟合。随着土壤 pH 值的降低,土壤中几种水溶性阳离子含量都有增加的趋势,但相互关系的密切程度不尽相同。其中,水溶性钙、镁离子含量受土壤酸化作用的影响最大,幂函数方程的确定系数分别达到 0.796 5、0.623 7。而水溶性钾、钠离子含量受土壤酸化作用的影响相对较小,幂函数方程的确定系数分别为 0.300 9、0.224 7。可见,土壤酸化引起了土壤中含钙和含镁物质的大量溶解。

3 结论

(1)宿豫区保护地近半数的土样电导率达到 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (中度盐渍化)以上,可能对作物生长发育及产量、品质形成产生不良的影响。

(2)土壤总盐含量与电导率之间呈良好的线性正相关关系,快速测定土壤电导率后,将电导率乘以系数 2.4258 (或 2.4)即可估算得到土壤总盐含量。

(3)土壤电导率主要与硝酸根离子、氯离子这 2 种阴离子和钙离子、镁离子这 2 种阳离子的关系密切,其中硝酸根离子、钙离子是影响次生盐渍化土壤电导率的决定性离子种类。

(4)随着土壤硝酸根离子浓度的增加或土壤电导率的增大,土壤 pH 值迅速下降,土壤发生明显的酸化作用,并促进土壤中含钙、含镁物质的溶解,提高水溶性钙、镁离子的浓度,加剧土壤盐渍化过程。

参考文献:

- [1]韩顺琼.关于我国设施农业发展现状与对策的几点思考[J].农业与技术,2016,36(24):146.
- [2]杨曙辉,宋天庆,欧阳作富,等.关于我国设施农业可持续发展问题的战略研究[J].农业科技管理,2011,30(5):1-5.
- [3]张震,刘学瑜.我国设施农业发展现状与对策[J].农业经济问题,2015(5):64-70.
- [4]郭世荣.江苏省设施蔬菜发展现状及对策[J].中国蔬菜,2007(5):6-8.
- [5]王高勇.加快设施蔬菜发展持续促进农民增收[J].山西农经,2009(5):6-12.
- [6]郑志军.三大战略做强宿豫设施蔬菜产业[J].江苏农村经济,2010(5):31-31.
- [7]史春余,张夫道,张俊清,等.长期施肥条件下设施蔬菜地土壤养分变化研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9(4):437-441.
- [8]李文西.扬州设施蔬菜园区施肥现状与发展对策研究[J].农学报,2015,5(10):50-55.
- [9]王秋君,马艳,郭德杰,等.设施蔬菜土壤养分状况分析及综合评价[J].江苏农业学报,2019,35(3):624-630.

杨智景,顾海龙,顾明,等. 稻虾种养模式对土壤肥力的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(23):245-249.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.23.049

稻虾种养模式对土壤肥力的影响

杨智景¹, 顾海龙¹, 顾明², 王慧茹³, 王显¹, 杨大柳¹, 冯亚明¹

(1. 江苏省农业科学院泰州农科所, 江苏泰州 225300; 2. 江苏省兴化市水产技术推广站, 江苏兴化 225700;

3. 江苏省泰州市姜堰区水产技术指导站, 江苏泰州 225300)

摘要:稻虾种养模式是我国农业供给侧改革的重要举措。土壤肥力是评价稻虾种养模式绿色可持续发展的重要组成部分。选取新开挖的稻虾种养稻田为研究对象,通过与相邻的水稻单种稻田的土壤肥力进行比较,以此探讨稻虾种养模式对稻田土壤肥力的影响。结果表明,稻虾种养模式可以显著提高稻田及环沟内的土壤肥力。稻虾种养模式中稻田土壤中 pH 值增加 1.1,全氮含量增加了 0.96 g/kg,特别是配合用尿素进行追肥的稻田内全氮含量增加了 1.24 g/kg,差异显著。稻虾种养模式中稻田土壤中速效钾含量下降了 46.5 mg/kg,差异显著。稻田土壤有机质和有效磷含量呈上升趋势,但差异不显著。此外,新开挖的环沟土壤肥力显著低于稻田土壤肥力。经稻虾种养模式管理后,环沟内土壤肥力指标(pH 值除外)均有显著上升,但仍低于稻田土壤肥力。综上所述,稻虾种养模式对水稻单作下的土壤有改良作用,能增强土壤肥力。但是在施用有机肥的同时,还需要施用适量钾肥进行追肥。

关键词:稻虾种养模式;青虾;环沟土壤;土壤肥力

中图分类号: S158.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)23-0245-05

稻虾种养模式是一种将水稻与青虾水产品养殖相结合的农业生产模式,稻虾种养模式能有效利用水产品与水稻互利共生的生态优势,减少农药、化肥的使用量,有效降低农业点、面源污染^[1-2]。针对目前我国化肥和农药使用过量的现状以及农业供给侧结构性改革的需求^[3],稻虾种养模式确实是一种符合当前生产性应用的好模式。国内外对稻渔种养模式的研究主要集中在对水稻生长、产量、土壤细菌群落结构的研究^[4-5]。相关研究表明,稻蟹^[6]、稻鳖^[7]、稻鱼^[8]共作对土壤理化性质的改善

和提高发挥了积极的作用。但也有研究显示,湖北地区的稻小龙虾共作模式让土壤磷肥供给能力显著下降,长期的稻渔种养模式会破坏土壤中的磷肥供给能力^[9]。但湖北地区的稻小龙虾共作模式与江苏里下河地区的稻虾种养模式的生产管理、施肥管理等方面存在较大的差异,江苏里下河地区的稻虾种养模式对稻田土壤肥力的影响尚不清楚。

土壤肥力是土壤内物质、结构和理化性质与外界条件综合作用的结果^[10],它的重要评价指标是土壤养分^[11]。pH 值、有机质含量、全氮含量、有效磷含量、速效钾含量等对植物从土壤中吸收养分有重要的影响,是评价土壤肥力的重要指标^[8]。江苏里下河地区主要由稻虾种养模式集成了绿色施肥、病虫害防治等多种生态共作技术^[1]。通过这一模式的推广,农民收益持续增长,稻虾种养模式受到种养殖户的欢迎。

收稿日期:2020-03-16

基金项目:江苏省现代农业(青虾)产业技术体系项目(编号:JATS[2020]268);江苏省渔业科技类项目(编号:D2017-1-9)。

作者简介:杨智景(1991—),男,江苏泰州人,硕士,助理研究员,研究方向为水产健康生态养殖及育种。E-mail:744732108@qq.com。
通信作者:冯亚明,硕士,副研究员,研究方向为水产健康养殖。
E-mail: fym771118@163.com。

[10]刘兆辉,江丽华,张文君,等. 山东省设施蔬菜施肥量演变及土壤养分变化规律[J]. 土壤学报,2008,45(2):296-303.

[11]宋永林. 设施蔬菜施肥存在的问题及对策建议[J]. 中国农业信息,2009(3):33-34.

[12]王小波. 设施蔬菜施肥亟待解决的问题及其方法[J]. 现代农业,2007(4):26-27.

[13]赵银厚,张桂莲,谭明星. 设施蔬菜施肥存在的问题及对策

[J]. 中国果菜,2012(1):16-17.

[14]王军强,纪国才,兰孝帮. 设施蔬菜栽培土壤污染的成因与对策[J]. 中国园艺文摘,2009(3):136-137.

[15]彭澎,梁龙,李海龙,等. 我国设施农业现状、问题与发展建议[J]. 北方园艺,2019(5):161-168.

[16]鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2000.