

王 涛,史晓燕. 东江源脐橙种植区径流污染生态拦截效应[J]. 江苏农业科学,2020,48(11):265-269.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.11.051

# 东江源脐橙种植区径流污染生态拦截效应

王 涛,史晓燕

(江西省环境保护科学研究院,江西南昌 330077)

**摘要:**为有效控制东江源区果园面源污染,以某脐橙种植园为试验基地,采用径流小区试验法,研究生草技术、植物篱技术及二者联合对试验小区径流中氮磷营养盐流失的生态拦截效应。结果表明,与清耕法相比,试验小区采取自然生草后,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度降低 56.69%、48.11%、57.25%;种植马缨丹植物篱后,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度降低 42.48%、45.45%、45.80%;试验小区采取自然生草 + 马缨丹植物篱联合措施后,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度降低 48.24%、61.17%、59.54%。研究表明,在东江源头区,自然生草 + 马缨丹植物篱联合措施是控制果园径流中氮磷营养盐流失的有效途径,可有效减轻果园农业面源污染对东江源区地表水环境的影响。

**关键词:**东江源;脐橙;果园;农业面源;径流;植物篱;地表生草;拦截效应

**中图分类号:**X522 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)11-0265-05

东江是珠江三角洲和香港特别行政区的主要饮用水源,发源于江西省赣州市寻乌县的桎髻钵山,源区主要包括赣州市的寻乌县、安远县和定南县,流域面积 3 502 km<sup>2</sup>,约占东江全流域面积的

1/10。为保护东江源头区的生态环境,源区的 3 县均被列入了国家重点生态功能区,在产业结构上,以发展生态农业为主,其中脐橙种植是东江源区农业主导产业之一。脐橙果园在其开发及经营活动中产生的地表径流是果园农业面源污染的主要来源之一,其中携带的氮磷等营养盐在一定程度上影响了东江源区的产水质量。研究表明,地表生草及植物篱技术不仅具有较好的水土保持作用,而且对于控制氮磷等营养盐流失、改善土壤结构等具有积极意义<sup>[1-5]</sup>。

本研究以定南县某规模化脐橙种植园为研究

收稿日期:2019-06-12

基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(编号:2014ZX07206001);江西省科技计划(编号:20142BBF60027);江西省青年科学基金(编号:20142BAB213025)。

作者简介:王 涛(1981—),男,山东济南人,博士,副研究员,主要从事农业面源污染防治研究。E-mail:maywoody@163.com。

通信作者:史晓燕,博士,副研究员,主要从事水污染防治研究。E-mail:sxyandyou@163.com。

digestive nutrient analysis [J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2000, 78(3): 223-235.

[3] Krausmann F, Haberl H, Schulz N B, et al. Land-use change and socio-economic metabolism in Austria - Part I: driving forces of land-use change: 1950-1995 [J]. Land Use Policy, 2003, 20(1): 1-20.

[4] 罗华艳. 中国省际城市土地资源综合承载力评价[J]. 世界农业, 2018(4): 55-61.

[5] 何如海, 阮梦雅, 程玉祺, 等. 芜湖市土地资源承载力综合评价研究[J]. 安徽农业大学学报, 2019, 46(3): 471-477.

[6] 于广华, 孙才志. 环渤海沿海地区土地承载力时空分异特征[J]. 生态学报, 2015, 35(14): 4860-4870.

[7] 雷勋平, 邱广华. 基于熵权 TOPSIS 模型的区域资源环境承载力评价实证研究[J]. 环境科学学报, 2016, 36(1): 314-323.

[8] 周婷婷. 重庆市土地综合承载力评价研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2017.

[9] 范增岩. 哈尔滨市土地资源承载力评价研究[D]. 哈尔滨: 哈尔

滨工业大学, 2016.

[10] 何 刚, 夏业领, 朱艳娜, 等. 基于 DPSIR-TOPSIS 模型的安徽省土地承载力评价及预测[J]. 水土保持通报, 2018, 38(2): 127-134.

[11] 何尹杰, 吴大放, 刘艳艳, 等. 珠海市土地资源承载力评价分析[J]. 国土与自然资源研究, 2018(2): 30-35.

[12] 李 灿, 张凤荣, 朱朱峰, 等. 基于熵权 TOPSIS 模型的土地利用绩效评价及关联分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(5): 217-227.

[13] 李新刚. 城市土地综合承载力研究[D]. 天津: 天津大学, 2014.

[14] 张晓娟, 周启刚. 基于熵权 TOPSIS 和灰色模型的土地承载力评价与预测——以三峡库区为例[J]. 资源开发与市场, 2017, 33(6): 666-671.

[15] 王恒伟, 严金明, 陈 萌. 快速城市化地区土地资源承载力空间分异研究——以广东东莞市为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(11): 141-148.

基地,系统研究地表生草及植物篱技术对脐橙种植园地表径流中氮磷等营养盐的生态拦截效应,期为东江源区果园农业面源污染的防治提供科技支撑。

## 1 研究方法

### 1.1 基地概况与径流小区建设

本研究以定南县某规模化脐橙种植园为研究基地,该基地位于丘陵地区,脐橙种植面积约  $12\text{ hm}^2$ ,是一个典型的“小盆地”,相对较为封闭,构成一个独立的小流域,受周边其他人类活动的影响较小,地表径流可通过果园内的排水沟自然汇集到基地底部的汇水塘,当水塘水位超过设定标高时,通过涵管排入周边地表水体。基地果园采用等高带状反坡开垦,果树在条带上等高种植,梯面宽度为  $2.5\sim 3.0\text{ m}$ ,梯壁高度为  $1.2\sim 1.5\text{ m}$ 。

本研究采用径流小区试验法进行试验,尽量选择在树龄一致、坡度相近、地理条件类似、果树数量一致的区域建设径流小区。径流小区建设采用文献[6]中改进的方法,其中地上部  $30\text{ cm}$ ,地下部  $20\text{ cm}$ ,小区长、宽投影分别为  $20\text{ m}$ 、 $5\text{ m}$ ,面积为  $100\text{ m}^2$ 。在径流小区建设时,同步修整梯面排水沟渠,将梯面径流导流至径流小区一侧,然后用聚氯乙烯(PVC)排水管将径流引流至小区底部集水桶中(图1)。

### 1.2 试验设计

#### 1.2.1 不同植物生草带对脐橙种植区径流中氮磷

流失的控制效应研究 该部分主要研究试验基地采用单一的梯面地表生草技术后,与清耕方式相比,对坡面径流中氮磷流失的生态拦截效应。根据前期调查,生草方式选用基地自然生草、间种黑麦草(*Lolium perenne* L.)、间种马齿苋(*Portulaca oleracea* L.),以清耕为对照,试验布置如图1-a所示,每个处理设置3个重复。

1.2.2 不同植物篱对脐橙种植区径流中氮磷流失的控制效应研究 该部分主要研究试验基地采用单一的梯壁种植植物篱后,与清耕方式相比,对坡面径流中氮磷流失的生态拦截效应。根据前期调查,植物篱选用藎香蓟(*Ageratum conyzoides* L.)、马缨丹(*Lantana camara* L.)、黄花菜(*Heremodallis citrina* Baroni)3种植物进行构建,以清耕为对照,试验布置如图1-b所示,每个处理设置3个重复。

1.2.3 生草带-植物篱联合技术对脐橙种植区地表径流中氮磷流失的控制效应研究 该部分主要研究试验基地采用梯面生草+梯壁植物篱联合技术后,与清耕方式相比,对坡面径流中氮磷流失的生态拦截效应。根据“1.2.1”“1.2.2”节中的研究,筛选地表生草及植物篱优势植物,然后研究其联合后对坡面径流中氮磷流失的生态拦截效应。试验采用径流小区法,以清耕作为对照,试验布置如图1-c所示,每个处理设置3个重复。

### 1.3 样品采集与分析

本研究于2015年2—3月开展径流小区建设工作,小区建成后,在自然条件下陈化3个月,防止因

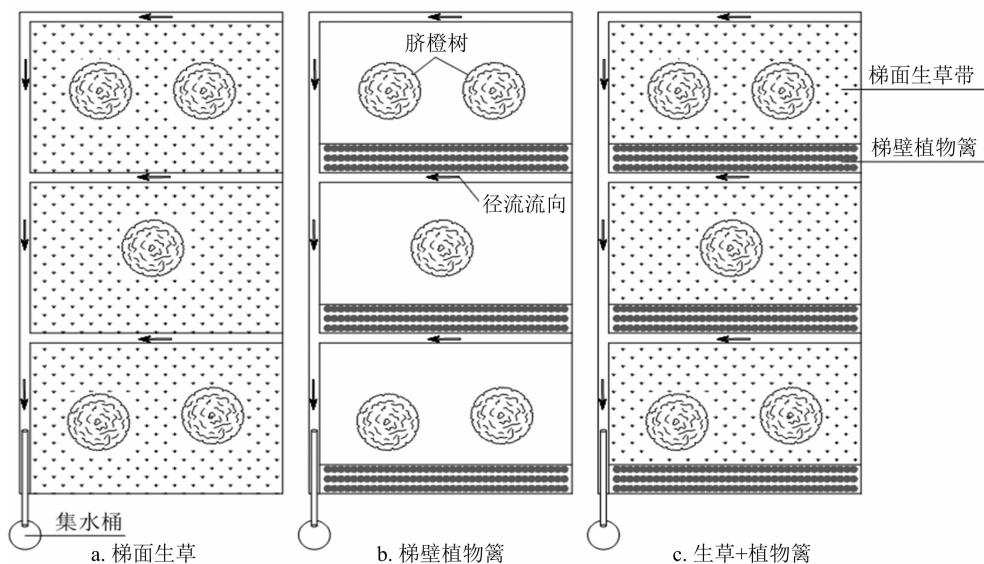


图1 试验基地径流小区布设示意

小区建设过程中的土壤扰动给试验带来误差,陈化期间种植坡面生草植物及植物篱,并适当进行维护,促进其生长。

2015 年 6 月过后,选择有代表性的 3 场有效降水,降水过后,立即采集集水桶中水样。采样前,将桶中集水混合均匀,将采样瓶洗涤 3 遍后,置于集水桶中部采集水样,每个集水桶采集 2 瓶水样(其中 1 瓶备用)。

样品采集后,立即送往实验室进行分析,分析指标为氨氮、总氮、总磷浓度,分析方法参照《水和废水监测分析方法》(第 4 版)<sup>[7]</sup> 执行。

#### 1.4 数据处理

样品数据取 3 场降水事件的平均值,采用 Excel 2013 进行统计制图,SPSS 16.0 进行统计分析。

## 2 结果与分析

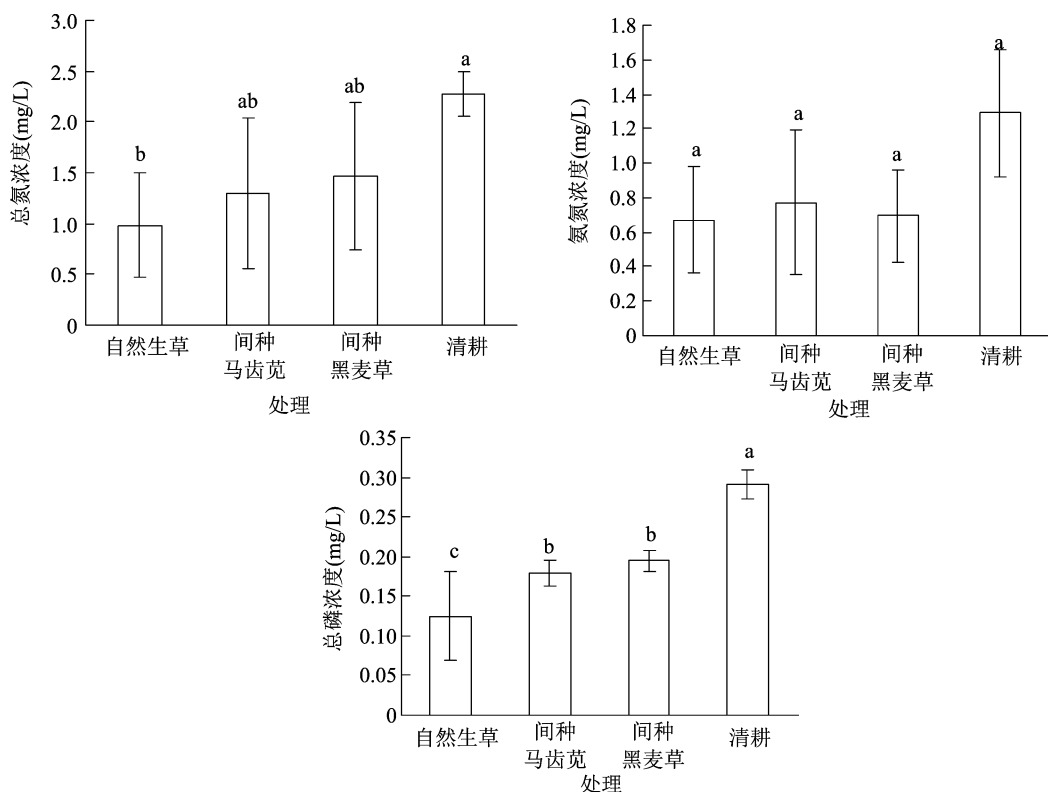
### 2.1 不同植物生草带对脐橙种植区径流中氮磷流失的控制效应

如图 2 所示,脐橙种植区地表生草后,径流中氮磷营养元素的浓度与清耕相比大大降低,其中自然生草处理中,总氮、氨氮、总磷浓度与清耕相比分别降低 56.69%、48.11%、57.25%;间种马齿苋处理

中,总氮、氨氮、总磷浓度与清耕相比分别降低 42.82%、40.21%、38.55%;间种黑麦草处理中,总氮、氨氮、总磷浓度与清耕相比分别降低 35.74%、46.22%、33.21%。李发林等在研究生草栽培方式对蜜柚园坡地径流中氮磷流失的控制效果时发现,自然生草可显著降低果园径流中氮磷营养盐的含量,与清耕相比,总氮、氨氮、总磷浓度可分别降低 42.98%、48.22%、66.93%<sup>[4]</sup>。

单因素方差分析(*LSD* 法)结果表明,自然生草处理组径流中总氮、总磷浓度与清耕相比显著降低( $P < 0.05$ ),氨氮浓度与清耕相比差异不显著,与间种马齿苋及黑麦草处理组相比,总磷浓度亦显著降低( $P < 0.05$ );间种马齿苋、黑麦草处理组之间径流中总氮、氨氮、总磷浓度差异不显著,它们与清耕法相比,总氮、氨氮浓度降低,但差异不显著,而总磷浓度显著降低( $P < 0.05$ )。根据现场勘察来看,自然生草的植物种类主要是土著种,如雀稗(*Paspalum* sp.)、芒草(*Miscanthus sinensis*)等禾本科植物,生物量较黑麦草和马齿苋大,因此对氮磷营养盐的拦截效应较好。

综上分析,试验小区采用自然生草处理后,与清耕法相比,对径流中氮磷营养盐的生态拦截效应明显。



图中不同小写字母表示各处理组间差异显著( $P < 0.05$ )。下图同

图2 生草带对试验小区径流中氮磷的生态拦截效应

## 2.2 不同植物篱对脐橙种植区径流中氮磷流失的控制效应

如图 3 所示,脐橙种植区种植植物篱后,径流中氮磷营养元素的浓度与清耕相比大大降低,其中藿香蓍植物篱处理的总氮、氨氮、总磷浓度较清耕分

别降低 29.88%、34.28%、50.38%;马缨丹植物篱处理的总氮、氨氮、总磷浓度与清耕相比分别降低 42.48%、45.45%、45.80%;黄花菜植物篱处理总氮、氨氮、总磷浓度与清耕相比分别降低 43.46%、49.14%、46.95%。

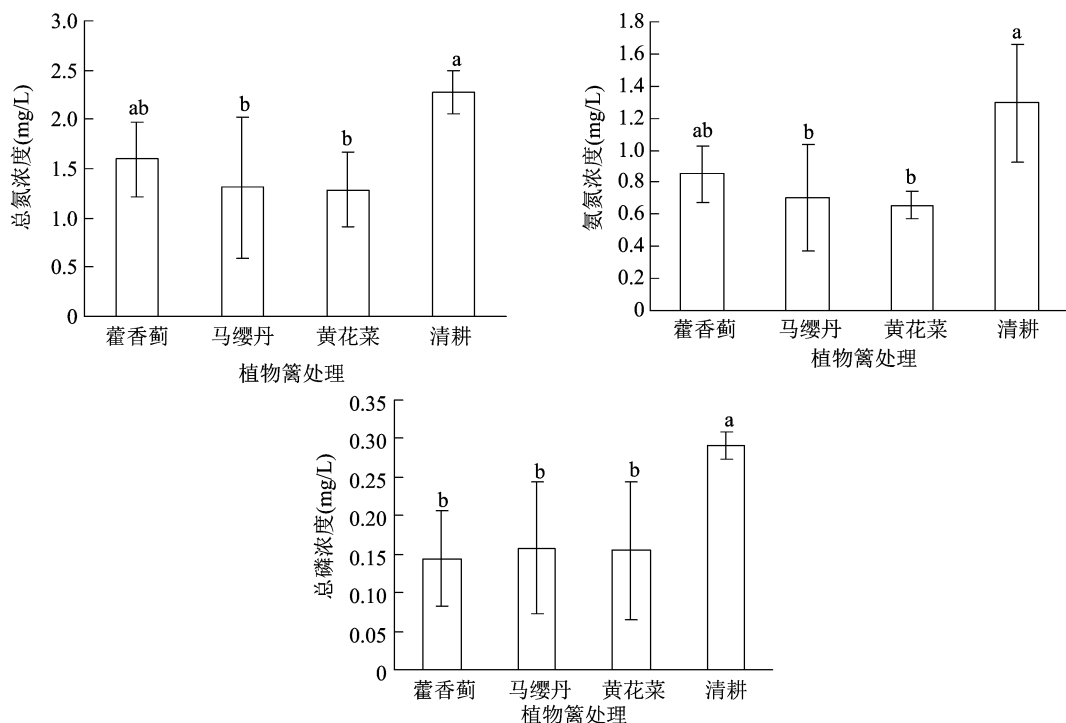


图3 植物篱对试验小区径流中氮磷的生态拦截效应

单因素方差分析 ( $LSD$  法) 结果表明,马缨丹、黄花菜植物篱处理组径流中总氮、氨氮、总磷浓度与清耕相比显著降低 ( $P < 0.05$ );马缨丹与黄花菜处理组对径流中氮磷营养盐的生态拦截效应差异不显著;藿香蓍处理组与清耕相比,对径流中总氮、氨氮的生态拦截效应差异不显著,但对总磷的生态拦截效应差异显著 ( $P < 0.05$ )。

综上分析,试验小区采用马缨丹、黄花菜植物篱处理后,与清耕法相比对径流中氮磷营养盐的生态拦截效应明显。研究表明,藿香蓍、马缨丹均对柑橘木虱、潜叶蛾等害虫具有良好的趋避作用<sup>[8-11]</sup>,其中马缨丹是一种小型灌木,花期长,颜色漂亮,在脐橙果园中种植既不影响耕作,又可以美化果园环境。因此,本研究优选马缨丹作为植物篱构建品种。

## 2.3 生草带-植物篱联合技术对脐橙种植区地表径流中氮磷流失的控制效应

如图 4 所示,与清耕相比,脐橙种植区采取生草

带+植物篱联合控制技术后,径流中总氮、氨氮、总磷浓度分别降低 48.24%、61.17%、59.54%;与单一的自然生草技术和马缨丹植物篱技术相比,生草带+植物篱联合控制措施对氨氮的生态拦截效应提高效果较为明显,但对总氮和总磷的生态拦截效应提高效果不明显,分析原因认为,氨氮较易为植物拦截后吸收利用,而总氮、总磷主要随果园径流以颗粒态形式流失。

单因素方差分析 ( $LSD$  法) 结果表明,生草带+植物篱联合控制技术与清耕相比,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度显著降低 ( $P < 0.05$ );与单一的自然生草技术和马缨丹植物篱技术相比,采用联合控制技术对径流中氮磷营养盐的生态拦截效应差异不显著;采用单一的自然生草技术和单一的马缨丹植物篱技术,对径流中氮磷营养盐的生态拦截效应差异不显著。

考虑到自然生草、马缨丹植物篱及二者的联合均对果园径流中氮磷营养盐具有较好的生态拦截

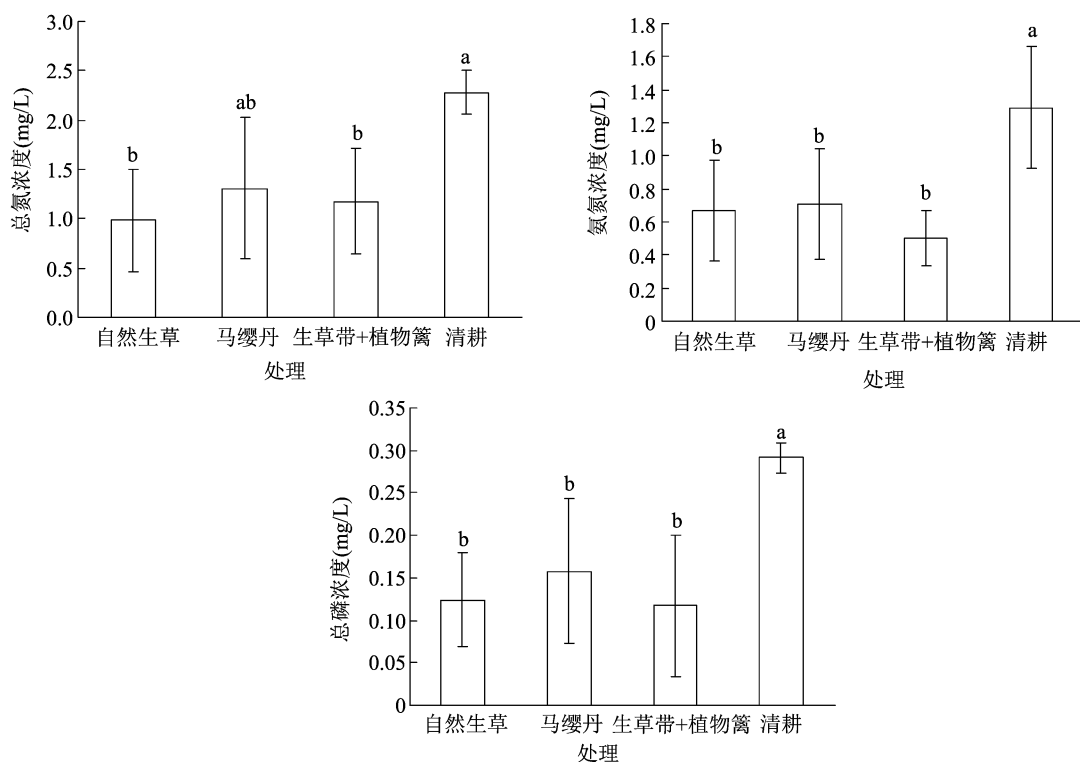


图4 生草带-植物篱组合对试验区径流中氮磷的生态拦截效应

作用,在试验区域,可根据现场情况,灵活选用以上3种技术,在同等条件下,建议优先选择自然生草+马缨丹植物篱联合控制技术,该技术不仅可以对果园梯面、梯壁进行全方位防护,而且对害虫具有一定的趋避作用,同时还可美化果园生态环境。

### 3 结论

东江源区果园采取自然生草、植物篱单一技术后,与清耕法相比,对径流中氮磷营养盐的生态拦截效应提高效果明显,其中自然生草处理径流中总氮、氨氮、总磷的浓度分别降低56.69%、48.11%、57.25%;种植马缨丹植物篱后,径流中总氮、氨氮、总磷的浓度降低42.48%、45.45%、45.80%。

脐橙种植区采取自然生草+马缨丹植物篱联合控制技术后,径流中总氮、氨氮、总磷浓度与清耕相比分别降低48.24%、61.17%、59.54%;与单一的自然生草和马缨丹植物篱技术相比,生草带+植物篱联合控制措施对氨氮的生态拦截效应提高效果较为明显,但对总氮和总磷的生态拦截效应提高效果不明显。

在东江源区,建议优先选择自然生草+马缨丹植物篱联合控制技术,对果园径流氮磷营养盐进行生态拦截。

### 参考文献:

- [1]李波,李晔,赵绍林,等.植物篱对石灰土坡耕地理化性质及磷素流失的影响[J].水土保持学报,2017,31(5):14-18,24.
- [2]高小叶,张兴兴,朱建国,等.生草栽培对果园面源污染的控制:三种牧草的比较研究[J].草业学报,2015,24(2):49-54.
- [3]刘强,邓仕槐,敬子卉,等.不同植物篱系统对坡耕地农田径流污染物的去除效果[J].农业环境科学学报,2016,35(6):1136-1143.
- [4]李发林,谢南松,郑域茹,等.生草栽培方式对坡地果园氮磷流失的控制效果[J].福建农林大学学报(自然科学版),2014,43(3):304-311.
- [5]朱婧,陈东晓,何天养,等.生草栽培对赣南地区晚脐橙土壤微量元素及叶片营养吸收的影响[J].江苏农业科学,2019,47(20):172-176.
- [6]陈瑾.多点出流PVC材料径流小区建设[J].中国水土保持科学,2011,9(2):28-31.
- [7]国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002:243-248,254-257,276-281.
- [8]卢慧林,孙小媛,方小端,等.藿香蓟和假臭草对柑橘木虱种群发展的影响[J].环境昆虫学报,2017,39(6):1214-1218.
- [9]张小凤,郭雁君,蒋惠,等.9种植物鲜叶粗提物对柑橘木虱若虫驱避作用的研究[J].中国南方果树,2018,47(6):11-13.
- [10]董志德.广西柳州市柑橘木虱的发生特点及绿色防控措施[J].植物保护,2011(6):64-65.
- [11]岑伊静,叶峻铭,徐长宝,等.柑橘木虱对几种非嗜食植物挥发油的趋性反应测定[J].华南农业大学学报,2005,26(3):41-44.