

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2024.01.009

## 烤烟-粮经作物间套作模式及在重庆的应用

秦平伟<sup>1</sup>, 汪代斌<sup>1</sup>, 杨超<sup>1</sup>, 陈国康<sup>2</sup>, 戴秀梅<sup>3</sup>,  
杨毅<sup>1</sup>, 付春雷<sup>1</sup>, 王志勇<sup>1</sup>, 付卫兵<sup>1</sup>, 刘光文<sup>1</sup>,  
晏剑<sup>1</sup>, 任云见<sup>1</sup>, 罗传林<sup>1</sup>, 刘华林<sup>1</sup>, 豆长辉<sup>1</sup>

1. 中国烟草总公司重庆市公司彭水分公司, 重庆 彭水 409600;

2. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400715;

3. 西南大学 农学与生物科技学院, 重庆 400715

**摘要:** 间套作种植模式作为中国农业传统遗产, 既可提高质量, 又能增加经济收入, 在我国粮食增长与农业增收中一直发挥着重要作用. 仓禀实而民心安, 粮食安全是“国之大事”; 而烟草是我国重要的经济作物, 是国家税收的重要来源. 在国家强化粮食安全背景下, 烟粮争地问题愈来愈突出. 在烟区发展烤烟-粮经作物间套作种植模式, 形成以烟稳粮、以烟促粮的良好局面, 具有重要意义. 本文综述了烤烟间套作生理生态效应、套作对烟叶产质量及病害的影响、烟草适宜的间套作物、烤烟套作存在的问题及其解决措施等, 并对重庆市第一烤烟种植大县彭水县发展烤烟间套作种植模式进行了展望.

**关键词:** 烤烟间套作; 生理生态效应;

解决措施; 展望

中图分类号: S344.3

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2024)01-0079-07

## Tobacco-Grain and Economic Crop Intercropping Mode and Its Application in Chongqing

QIN Pingwei<sup>1</sup>, WANG Daibin<sup>1</sup>, YANG Chao<sup>1</sup>, CHEN Guokang<sup>2</sup>,  
DAI Xiumei<sup>3</sup>, YANG Yi<sup>1</sup>, FU Chunlei<sup>1</sup>, WANG Zhiyong<sup>1</sup>,  
FU Weibing<sup>1</sup>, LIU Guangwen<sup>1</sup>, YAN Jian<sup>1</sup>, REN Yunjian<sup>1</sup>,  
LUO Chuanlin<sup>1</sup>, LIU Hualin<sup>1</sup>, DOU Changhui<sup>1</sup>

收稿日期: 2023-08-08

基金项目: 中国烟草总公司重大科技项目计划项目[110202201023(LS-07)].

作者简介: 秦平伟, 农艺师, 主要从事烟草农业相关方面的研究.

通信作者: 汪代斌, 研究员.

1. Pengshui Branch of Chongqing Municipal Corporation of China Tobacco Corporation, Pengshui Chongqing 409600, China;
2. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;
3. College of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400715, China

**Abstract:** As a traditional Chinese agricultural heritage, the intercrop planting model can not only improve the quality of production, but also increase economic income. It has been playing an important role in China's food crop production and agricultural income. Food security is among a country's most fundamental interests, and tobacco is an important cash crop in China and an important source of national tax revenue. In the context of strengthening national food security, the competition of tobacco and food for land is becoming more and more prominent. It is of great significance to develop the intercropping planting mode of flue-cured tobacco with food crop in the tobacco area, and to form a good situation of stabilising and promoting grain production with tobacco. This paper summarises the physiological and ecological effects of tobacco intercropping, the impact of tobacco intercropping on the quality and disease of tobacco production, the problems of suitable tobacco intercropping crops, the problems of tobacco intercropping and its solutions, etc. In addition, a prospect was proposed for the development of tobacco intercropping model in Pengshui County, the first flue-cured tobacco plantation in Chongqing.

**Key words:** intercropping of flue-cured tobacco; physiological and ecological effects; solutions; outlook

烟叶生产是山区农户脱贫致富的支柱产业,在乡村振兴中起到了不可替代的作用<sup>[1]</sup>。彭水县是重庆市第一烤烟种植大县,烟地分布在中低山区,面积达到了6 000 hm<sup>2</sup>左右。彭水县地处乌江下游,属中亚热带湿润季风气候区,气候温和,雨量充沛,光照偏少。烟田通常需要养分充足,但复杂的山地生态条件使得水肥耦合难以达到理想状态,烟叶在成熟期因肥料后移使烘烤难度加大,从而导致烟叶产量和产值降低,影响烟农收入<sup>[2]</sup>。间套作则能有效地利用光、水、土等资源,既可提高质量,又可增加经济收入,是促进我国农业持续发展的重要途径<sup>[3]</sup>。除此之外,间套作还能有效增加光合时间、改善光照分布、增大光合面积和增加光截获量,提升土壤pH值,降低土壤电导率,平衡土壤养分,改变土壤理化性状,从而降低病虫害对烟草的危害<sup>[4]</sup>。烟田复合种植目前在云南、贵州和湖南有研究报道。邱秀丽提出套种时间的长和短均会影响烟、薯产量和质量<sup>[5]</sup>;唐世凯等研究发现,烤烟套种薯既可提高烤烟的原烟产量,又能提高烟叶等级质量,还可改善原烟的化学成分和协调性,显著提高烟农的经济收入<sup>[6]</sup>。舒杰发现烤烟套作与烤烟单作相比,不仅可提高甘薯的产量,还可提高烟叶的产质量<sup>[7]</sup>。甘薯是重庆市彭水县的主要旱地粮食作物,蔬菜是彭水县发展地方经济的有益补充,在此背景下,推动烤烟与甘薯和蔬菜的复合种植将符合彭水县产业发展需求。本文综述了烤烟间套作生理生态效应、间套作对烟叶产质量及病害的影响、烟草适宜的间套作作物、烤烟套作存在的问题及其解决措施等,并讨论了未来可能发展的方向,对解决烟粮农田冲突,从而推进农业的可持续发展具有重要意义。

## 1 间套作的生理生态效应

### 1.1 间套作对光合特性的影响

烟草是喜光作物,与冬季作物套种时,随着移栽季节提前,烟株营养的生长时间也得到延长,从而提高了烟叶产量和质量。有效地增加光合时间、改善光照分布、增大光合面积和增加光截获量都是间套作模式的优势。程智敏的研究结果表明,麦、烟套作模式把烟苗生长空间变

成了小麦通风透光的“走廊”,可有效提高小麦和烟叶光照强度<sup>[8]</sup>.

### 1.2 间套作对植烟土壤温度的影响

土壤温度是植物生长的重要生态因子,提高土壤温度,促进根系发育,增加干物质积累,同时,通过合理施肥、合理灌水,解决间套作物之间争水、争肥的矛盾,保证烟株伸根期的肥水供应,为烟株生长发育创造良好环境.刘巧真等的研究表明,不同烤烟套作麦处理对烟田土壤水分、温度及烟株生长发育有影响,套作烟田土壤温度和含水量均低于烤烟单作,说明烟、麦套作对作物在高温天气下生长有降温作用,而水分利用方面,套种小麦与单作相比消耗了更多土壤中的水分<sup>[9]</sup>.

### 1.3 间套作对土壤养分及 pH 值的影响

土壤养分含量是衡量土壤肥力非常重要的标志之一,丰缺状况和供应强度直接影响烟草的生长发育情况,与烟叶的产质量密切相关<sup>[10]</sup>.研究植烟土壤养分的状况,对烟草种植提质增效具有重大意义.随着连作年限增加,使得土壤中有有机质、有效钾、全氮、全磷的含量有所增加.根系残留物、分泌物、根系死亡脱落组织以及细胞、植株凋落物均可增加土壤养分.成功的间套作模式可充分利用光热资源,平衡土壤养分<sup>[11]</sup>.根系分泌物作为根际对话的语言,在根-根或根-土壤微生物间起着重要的作用.何孝兵的研究结果表明,间作烟草远缘作物黄豆、绿豆可显著改善烟田土壤的微生态环境,提高土壤中拮抗烟草黑胫病菌的微生物数量,并且可降低田间土壤中的烟草黑胫病菌的群体数量,这些都有利于烟田自身对烟草黑胫病害的控制能力,减少化学农药的施用,改善烟叶品质,从而可提高经济效益<sup>[12]</sup>.滕少娜的研究结果表明,黑麦草的种植对烟田中拮抗烟草黑胫病菌、青枯病菌作用的土壤放线菌数量水平的增加,以及土壤微生物的群落的生物多样性均具有促进作用,因此,在冬季利用空闲地种植绿肥,次年翻压绿肥后种植烟草,发挥绿肥改良土壤,丰富土壤微生物的数量与类群将达到防治烟草土传病害的效果<sup>[13]</sup>.玉米和苜蓿间作可有效提高有机质含量,降低了土壤容重.高粱和大豆间作,可有效提升土壤硝酸还原酶与脱氨酶活性,也可提高微生物中的碳含量.烤烟套种甘薯和烤烟间种草木灰的处理与烤烟单作比较,烟叶含钾量提高了 0.50%~0.92%,说明间套作使得土壤钾的利用率得到提升<sup>[14]</sup>.在缺磷土壤上进行玉米与蚕豆间作,可使磷活化,促进蚕豆和玉米对磷的吸收,从而实现增产增收.土壤 pH 值是土壤重要的理化属性之一,影响土壤养分的有效性.土壤酸碱程度决定于土壤溶液中游离的氨离子与铵离子浓度的比例.麦豆间作,可提升根系中酸性氧化酶活性,促进根系还原力,可调节根际 pH 值.轮作可改变连作障碍产生的土壤板结,降低土壤容重,提高孔隙度,提升土壤 pH 值,降低土壤电导率,在平衡的土壤养分中,可改变土壤的理化性状,降低次生盐渍化的风险.

## 2 间套作对烟叶产质量及病害的影响

### 2.1 间套作对烟叶产质量的影响

影响烟叶产量的因素包括品种、种植密度、水肥条件、调制技术<sup>[15]</sup>.烟田复合种植目前在云南、贵州和湖南有研究报道.康庆华等提出套作种植的产量与单作种植比较,经济效益有着明显的提高<sup>[16]</sup>.刘丽芳等的试验结果表明,烤烟间作草木樨、烤烟套种甘薯与烤烟单作处理比较,虽烟叶产量没有显著影响;但烤烟间作草木樨比其他处理的中等烟比例有所提高,达到差异显著<sup>[17]</sup>.邱秀丽提出套种时间的长和短均会影响烟薯产量和质量<sup>[5]</sup>;唐世凯等发现烤烟套种薯既可提高烤烟的原烟产量,又可提高烟叶等级质量,还可改善原烟的化学成分和提高协调性,显著提高烟农的经济收入<sup>[6]</sup>.舒杰发现烤烟套作与烤烟单作相比,不仅可提高甘薯的产量,

还可提高烟叶的产质量<sup>[7]</sup>；罗华杰提出烤烟单作处理的产量比套作苜蓿处理要低，而烤烟单作处理的产量比套作萝卜和黑麦草处理高<sup>[18]</sup>；陈启龙等报道轮作处理的烟叶长势及烟叶产量、产值显著高于连作处理，其中的化学成分相对协调性更佳<sup>[19]</sup>。

整体而言，轮作和间套作对烟叶产质量的影响虽无完全一致的定论，但增产提质的报道较减产减值的多，这可能与不同地域生态环境下不同栽植效果有关。间套作对重庆产区烟叶产质量的研究还未见系统报道，非常有必要开展相关工作。

## 2.2 间套作对烟草病虫害的影响

在烟草生长过程中，都有可能受到病虫害影响。烟草病害可直接降低烟叶产质量，是烟叶生产的限制因素之一。间套作相对净作增加了田间物种多样性，在一定程度上可阻断或降低有害生物的危害。目前已有不少间套作对于烟田病虫害防治效果的报道。

蒋士东等报道套作黑麦草和白萝卜的时间处理明显增加了成熟有效叶片，能够显著降低烟草花叶病和赤星病的发生<sup>[20]</sup>。杨承等认为套作处理能够减少青枯病病毒病、PVY、CMV、TMV的发生和危害<sup>[21]</sup>。王东凯等认为采用小麦、燕麦与黄瓜伴生，毛葱、白菜、芹菜与黄瓜套作等不同的栽培方式均可显著降低角斑病和霜霉病的发病率和病情指数<sup>[22]</sup>。张汉球提出麦烟套种可有效的降低烟株PVY发病率<sup>[23]</sup>。陈国康等通过烟田间作黄豆、绿豆，有效防治了田间病害，并初步解析了长效控病的相关机制<sup>[24]</sup>。付利波等发现烟草套种马铃薯和菜豌豆，叶部病害发生率略高于单作，和马铃薯套作PVY的发病率达到14%（单作对照为0.0%），说明豌豆和马铃薯不宜与烟草套作<sup>[25]</sup>。

## 3 烟草适宜的间套作物

间套作物种间的相互关系主要有互利共生、原始协作、偏害作用和中立作用五大关系。成功的间套作模式一般要全部或部分遵循高矮互补和“胖瘦”搭配、根系深浅搭配、作物阴阳互利（如C3和C4作物间作）、用养结合及生化相生原则。烟田间套作应该采用互利共生关系，在不影响烟草产量和品质的前提下，根据搭配原则共生作物。目前报道的烟草间作或套作的农作物有甘薯、豆类、荞麦、草木樨、大蒜等。

烟薯套种能缓解无法轮作所致的烤烟重茬问题，使烟田固定。当年的烟叶收获后，残留到土壤中的致病生理小种，能使来年再种的烟株发病，轻者降低烟叶质量、产量，重者因叶不长，造成绝收。因此，有“种烟不重茬”的说法，即烟田收获后，必须间隔1年以上才能再种。实行烟薯立体种植，烟叶残留到土壤中的根系菌落能被红薯抑制，可大大减轻烟叶病害发生，减轻连作障碍。烟地套种红薯能够增加复种指数和经济效益。陈懿等的研究指出，单行烟厢烟株之间间作红薯和烟厢上间作红薯2种模式较传统单行烟厢烤烟单作能提高上中等烟比例及单位面积经济效益，增加复种指数<sup>[26]</sup>。田景先等在贵州麻江的研究表明，实行烟苕套作，只要施肥合理，管理得当，对烟叶质量影响不大，同时还可获得更高的经济收益。因此，提出烟薯套作可以增加烟地复种指数，提高烟农收入<sup>[27]</sup>。张继等在贵州丹寨的研究发现，较烤烟单作而言，烟薯套作模式可分别提高活动积温、降雨、日照利用率29%、16%和24%；可显著降低烟叶烟碱6.5%，提高垄沟土壤含水量；可增加纯收益9571.5元/hm<sup>2</sup><sup>[28]</sup>。屈爱凤等在云南剑川县研究了烤烟与四季豆、黄豆和美国无架豆套作对其生长发育和产质量的影响，提出红花大金元与四季豆套作可提高烟农收入和土地利用效率，不影响烤烟生育期、农艺性状、田间自然发病率和烟叶外观质量<sup>[29]</sup>。黄海龙等在四川屏山县的研究表明，烤烟、黄豆套作模式可有效提高烤烟对花叶病和根茎类病害的抗病能力，增加总收入<sup>[30]</sup>。何孝兵、陈国康等在重庆酉阳和涪陵发现黄豆和

绿豆可以降低烟草田间病害<sup>[12, 24]</sup>。甜荞麦具生育期短、适应性广、抗逆性强等特点,在烤烟收获后种植苦荞麦,不但增加耕地复种指数,充分发挥耕地的价值,生产出荞麦也能满足生活需要,从而一定程度解决粮烟争地的矛盾。

## 4 烤烟间套作存在的问题及其解决措施

### 4.1 合理设置共生期

烤烟与套作作物共生期的合理设置是影响烟叶产质量和套作效果的核心问题,烤烟在与其他作物套作时,由于共生期长短的不同,显然会引起作物之间水、光、肥的利用问题,由此造成农民难以确定套作时间、套作作物和品种<sup>[31]</sup>。例如烟麦共生期是影响麦套烟生长发育的主要因素之一,研究结果表明烟麦共生期长短能显著地影响烤烟前期、中期的生长发育进程,对烤烟的成熟采收期、产量、上中等烟比例、烟叶含水量有一定的影响。因此,要基于作物生长发育特征,通过共生期的可塑度来协调套作作物与烤烟之间的竞争矛盾,达到互利共生的作用。例如在湘西山区烤烟与红薯套作模式中,红薯一般在烤烟移栽 40 d 后进行栽植,可以保证烟薯生长最大化。

### 4.2 田间管理优化

烤烟是一个精耕细作的经济作物,对于大田整地有严格的要求,如果在其他作物生育后期套作烤烟势必会造成大田整地难以操作问题。因此,必须将烤烟及其后茬套作作物作为一个有机整体,充分兼顾两种作物特点,进行合理的田间管理措施优化,尽量减少套作给烤烟生产带来的影响<sup>[32]</sup>。例如,烤烟整地操作中,应充分考虑后续套作作物,保证烤烟合理的株行距要求。比如小麦后套作烤烟一般采用 4 行小麦 1 行烤烟,甘薯套种于烟垄两边,每垄 2 行。

### 4.3 病虫害问题

由于不同作物有不同的感病性,这就可能会造成作物间某些病虫害的加重。烤烟前作忌茄科作物,因此,套作时也不能用茄科作物。杨承等研究表明烟草马铃薯套作对烟草主要病害的发生均有显著影响,套作会加重青枯病、马铃薯 Y 病毒病、TMV、CMV 的发病率<sup>[21]</sup>。

### 4.4 施肥技术的问题

不同的作物有着不同的需肥规律,烤烟对 N, P, K 的需求比较大,特别是 K 元素是烟草的品质元素。因此,烤烟在与其他作物套作时,施肥量以及施肥种类是一项非常难以把握的技术。农民难以在短时间掌握这项技术,掌握不好就会造成生产成本增加,甚至事与愿违,得不偿失。因此,烤烟套作中,烤烟生产坚持施用有机肥为主,无机复合肥为辅。若是前期作物为烤烟,则套作作物可以较常规水平少施肥甚至不施肥,若后期为烤烟,则套作作物施肥用常规施肥水平<sup>[33]</sup>。麦烟套作,麦秆还田可以满足烤烟所需的 K 肥。烤烟与甘薯皆为喜 K 作物,且两者不存在 N, P 肥的争肥矛盾。薯类可以充分利用烤烟剩余的 K 肥。烤烟与豆科作物套作可以提高土壤中 N 的含量,因此,在烤烟生产中可以减少 N 施用量<sup>[34]</sup>。

重庆烟区地形地貌复杂,海拔差异大。重庆植烟区气候总体特征为温度适宜,降水量偏高,日照时数和太阳辐射偏少。植烟土壤以酸性为主,土壤有机质含量适中,氮素含量偏高,应精确控制烤烟氮素用量。有效磷和钾偏低、偏高和适宜的土壤并存,建议分区进行磷钾肥配方。

## 5 重庆烤烟间套作种植模式研究展望

### 5.1 烤烟-甘薯间作高效种植试验示范

根据前期烟-薯间作甘薯品种筛选田间试验结果,综合烟叶单位面积产量和产值、中部叶

和上部叶品质、甘薯单位面积产量和产值,选取综合表现最优的淀粉型甘薯“商薯19”(彭水大面积种植品种)、鲜食型红心薯“渝红心98”(全国十大好吃红薯)、鲜食型紫薯“渝紫香10号”(全国十大好吃红薯)进行示范推广种植.采用甘薯最适移栽期(6月中旬)和最佳栽植方式(烤烟宽窄行起垄、宽行拢堆种植),跟踪烤烟和甘薯田间农艺性状,记载其经济性状和品质性状,进行种植效益分析和大田示范.

### 5.2 适宜当地烟田的烤烟-鲜食甘薯间作模式优化

根据重庆市彭水县烟区的自然气候条件,在保障烟田单位面积产量都在预期值的前提下,解决烟田茬口问题,协调甘薯与烤烟共生期的光、水、肥的利用矛盾.设计不同的栽植模式,比较宽窄行起垄与常规单行垄、垄体间植、垄体共植与垄体-垄沟共植,不同鲜食甘薯品种不同移栽/播种期对温度、光照和降水的利用效率.同时从追肥、中耕培土、打顶留叶、采烤等方面优化田间管理措施,尽量减少甘薯间作对烤烟正常生长发育的影响.

### 5.3 烤烟-蔬菜复合种植品类及品种筛选

结合当地光热降水条件,以烟草净作为对照,比较烤烟与不同品类、不同品种蔬菜进行间套作和轮作的经济效益.选择甘蓝、花菜和青花菜与烤烟进行间作或者套作,萝卜和黔白系列大白菜与烤烟进行轮作.不同品类蔬菜收集适宜山地条件的品种3~5个,进行蔬菜不同品类、不同品种和播期比较小区试验,筛选在保证烤烟产量品质的基础上,提升烟田种植效益.

### 5.4 “烟草+N”复种/轮作模式对烟区农田生态作用效应研究

基于前期研究基础,结合重庆市彭水县的自然气候条件,在当地设置“烟草+荞麦”“烟草+红薯”复种/轮作模式,探索烟草和其他作物复种/轮作的区域布局、品种选择、复种/轮作时间、茬口衔接等内容,分析评价“烟草+N”模式对烟区气候资源(温度、光照和降水等)利用、土壤微生物群落等的影响,确定生态适应性好、复种/轮作生态修复功能强的作物种类和种植模式.

### 5.5 “烟草+N”复种/轮作模式下病虫害发生特点研究

系统调查“烟草+玉米”“烟草+荞麦”“烟草+红薯”“烟草+大豆”模式下烟草和其他作物病虫害发生种类、发生规律、天敌分布等情况,明确主要病虫害防控靶标.

### 5.6 “烟草+N”作物绿色防控综合治理示范区建设

积极对接当地农业部门(农业农村部门、乡村振兴部门等),在政府部门与烟草部门的通力合作下,通过产业政策融合、防控技术融合,建设“烟草+玉米”“烟草+荞麦”“烟草+红薯”“烟草+大豆”绿色防控综合治理示范区,推动示范区建、管、用一体化,按照示范区“建设—维护—升级”三步走策略实现“烟草与大农业”全流程管控,使示范区真正成为烟农增收致富的扩大器.

### 参考文献:

- [1] 董小卫,孔德才,金立权,等.我国烟草种植模式探讨[J].现代农业科技,2022(12):23-26.
- [2] 杨超.重庆烟区主要生态因子特征及其对烤烟产质量的影响[D].重庆:西南大学,2015.
- [3] 任杰,刘新民,冯长春,等.凉山促进烟农增收种植模式调查分析[J].中国烟草科学,2019,40(4):84-91.
- [4] 于会泳,申国明,李世博,等.作物间套作技术对烟草生产的借鉴作用探讨[J].农学学报,2011,1(7):1-4.
- [5] 邱秀丽.烤烟套种甘薯高产栽培技术[J].中国农业信息,2008(6):25-28.
- [6] 唐世凯,刘丽芳,李永梅,等.烤烟间套草木樨、甘薯对烟叶产量和品质的影响[J].云南农业大学学报,2005,20(4):518-521,533.
- [7] 舒杰.湘西州烟薯不同套作时期对烟叶产质量影响[D].长沙:湖南农业大学,2010.
- [8] 程智敏.麦套烟增产增质机理与关键技术[J].云南农业科技,1999(5):9-11.
- [9] 刘巧真,郭芳阳,吴照辉,等.不同土壤改良剂对烤烟根区土壤微生物生态·烟叶质量的影响[J].安徽农业科学,

- 2011, 39(25): 15283-15285.
- [10] 谭小兵, 杨焕文, 王戈, 等. 套作在烤烟生产中的运用 [J]. 现代农业科技, 2016(8): 64-66.
- [11] 凌爱芬, 肖丽霞, 孙延国, 等. 轮间套作种植模式消除烟草连作障碍的机理研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2022, 50(24): 1-4, 9.
- [12] 何孝兵. 间作黄豆、绿豆对烟田土壤微生物的影响研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [13] 滕少娜. 黑麦草种植对烟田土壤微生物群落结构的影响 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [14] 刘泓翔, 屠乃美, 张炜, 等. 不同套作方式对烤烟产质量的影响 [J]. 作物研究, 2015, 29(3): 254-258.
- [15] 徐锐, 陈明, 王晓丽, 等. 我国烤烟间套作种植效应研究进展 [J]. 安徽农业科学, 2020, 48(1): 24-26.
- [16] 康庆华, 宋喜霞, 姜卫东, 等. 亚麻品种华亚 5 号的选育及配套栽培、沤麻技术 [J]. 中国种业, 2022(12): 119-121.
- [17] 刘丽芳, 唐世凯, 熊俊芬, 等. 烤烟间套作草木樨和甘薯对烟叶含钾量及烟草病毒病的影响 [J]. 中国农学通报, 2006, 22(8): 238-241.
- [18] 罗华杰. 套作处理对植烟土壤养分和酶活性及烤烟品质的影响研究 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2013.
- [19] 陈启龙, 毛家伟, 桂炎伟, 等. 不同种植制度对烤烟生长及烟叶产、质量的影响 [J]. 河南农业科学, 2014, 43(12): 56-59.
- [20] 蒋士东, 周冀衡, 罗华杰, 等. 黑麦草套种时间对烤烟产质量的影响 [J]. 西北农业学报, 2014, 23(5): 89-96.
- [21] 杨承, 龙友华, 宋街明, 等. 移栽期和烟草马铃薯套作对烟草主要病害的影响 [J]. 广东农业科学, 2013, 40(1): 21-23.
- [22] 王东凯, 杨威, 刘博, 等. 不同栽培方式对设施黄瓜主要病害及品质的影响 [J]. 北方园艺, 2012(9): 10-13.
- [23] 张汉球. 麦烟套种综合利用研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(30): 16840-16841.
- [24] 陈国康, 易龙, 肖崇刚, 等. 生物多样性控病及其在克服烟草连作障碍中的可能应用 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(11): 5031-5033, 5042.
- [25] 付利波, 王毅, 杨跃, 等. 利用烟田套作调控高肥力土壤烤烟生产 [J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(1): 128-132.
- [26] 陈懿, 薛小平, 邓佳佳, 等. 关于烤烟栽培模式的对比研究 [J]. 江西农业学报, 2008, 20(9): 5-7, 15.
- [27] 田景先, 陈勇, 吕荣, 等. 套作红苕对烤烟生长及经济效益的影响 [J]. 山东农业科学, 2014, 46(2): 59-61, 64.
- [28] 张继, 李兴跃, 罗永涛, 等. 烟薯套作对气候资源利用率及经济效益的影响 [J]. 安徽农业科学, 2015, 43(25): 42-43, 46.
- [29] 屈爱凤, 罗以贵, 杨佑斋, 等. 烤烟与不同豆科作物套作对其生长发育和产质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42(24): 8131-8133.
- [30] 黄海龙, 张林, 谢冰, 等. 屏山县烤烟间套作黄豆模式研究 [J]. 现代农业科技, 2018(7): 9-10.
- [31] WANGX J, LIZ H, JINH, et al. Effects of Mushroom-Tobacco Rotation on Microbial Community Structure in Continuous Cropping Tobacco Soil [J]. Journal of applied microbiology, 2023(1): 1-11.
- [32] 王灿, 肖志鹏, 向鹏华. 不同轮套作模式对植烟土壤根际微生物群落的影响 [J]. 湖南农业科学, 2022(7): 1-5.
- [33] BURGES A, FIEVET V, OUSTRIERE N, et al. Long-Term Phytomanagement with Compost and a Sunflower - Tobacco Rotation Influences the Structural Microbial Diversity of a Cu-Contaminated Soil [J]. Science of the Total Environment, 2020, 700: 134529.
- [34] 贺国强, 赵冬雪, 李恒全, 等. 烟草套作对土壤微生物群落多样性的影响 [J]. 浙江农业科学, 2019, 60(12): 2200-2205.