

# 我国烤烟间套作种植效应研究进展

徐锐, 陈明, 王晓丽, 卢红良, 郭利, 曹丽君, 王震 (湖北省烟草公司襄阳市公司, 湖北襄阳 441000)

**摘要** 我国烤烟连作现象较为突出, 对土壤生态、烟叶产量、质量和经济效益等方面产生诸多影响, 烤烟间套作种植模式为解决连作问题提供了另一种思路。综述了目前我国烤烟间套作种植模式的研究概况, 以及间套作对烤烟农艺性状、经济性状、内在质量、土壤质量、病虫害控制等方面的影响, 并展望了烤烟间套作的发展方向, 为烤烟种植的可持续发展提供一定的参考。

**关键词** 烤烟; 间套作; 种植模式; 生态效应

中图分类号 S344.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)01-0024-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.01.006



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Progress of Research on Intercropping Effect of Flue-cured Tobacco in China

XU Rui, CHEN Ming, WANG Xiao-li et al (Xiangyang Branch of Hubei Provincial Tobacco Company, Xiangyang, Hubei 441000)

**Abstract** Continuous cropping of flue-cured tobacco has brought about a series of problems, and it can influence soil ecology, tobacco leaf yield, quality and economic benefits in China. There will be another way of thinking to solve the problem of continuous cropping by means of intercropping mode of flue-cured tobacco. In this paper, the current research situation of flue-cured tobacco intercropping in China was summarized, and the effects of intercropping on agronomic characters, yield and income increase, internal quality, soil nutrients, diseases and insects control and other aspects of flue-cured tobacco were discussed. The development direction of flue-cured tobacco intercropping was prospected, which provided a certain reference for the sustainable development of flue-cured tobacco planting.

**Key words** Flue-cured tobacco; Intercropping; Cropping mode; Ecological effect

我国是世界第一烟叶生产大国, 2018年全国烟叶种植面积为 89.87 万  $\text{hm}^2$ 。2016 年有调查表明, 我国 70% 以上烟叶种植区域位于经济较落后的山区、半山区, 存在人均耕地少、资源利用水平不高的现状<sup>[1]</sup>。由于烤烟种植轮作难度大, 大部分烟区以单作为主, 烟地连作现象较为突出。烤烟长期连作造成生物单一性、片面消耗土壤养分、耕层结构恶化、土壤板结严重、养分失调、病原积累、病虫害现象逐年加重等问题, 进而导致烟叶产量和品质下降<sup>[2-3]</sup>。因此, 对烤烟间套作种植模式的研究为解决上述问题提供了另一种思路, 诸多学者在烤烟间套作方面进行了广泛而深入的研究。笔者综述了烤烟间套作栽培模式的概况及间套作效应研究进展, 探讨了今后的发展方向, 为烤烟种植的可持续发展提供一定的参考。

### 1 烤烟间套作情况概述

间作套种技术在我国有着悠久的历史<sup>[4]</sup>, 是一种在时间和空间上达到集约化种植的栽培方式, 能充分利用光、热、水、气、肥等环境资源, 从而实现提高作物单位面积产出效率的目标<sup>[5]</sup>。目前, 关于烤烟间套作的相关研究国内已有开展, 间套作模式多种多样, 主要有烤烟/豆科作物间套作、烤烟/蔬菜间套作、烤烟/芳香植物间套作及烤烟/麦类作物间套作等模式; 研究内容涉及方面较广, 主要集中在烤烟间套作对烤烟农艺性状、经济性状、内在品质、土壤质量、病虫害控制等方面的影响。烤烟间套作一直以来都存在争议, 合理的烤烟间套作不仅不影响烤烟的生长, 还可增加烟农收益<sup>[6]</sup>, 盲目随意的烤烟间套作则会带来经济损失<sup>[7]</sup>。因此,

烤烟间套作应从多方面考虑, 才能发挥间套作的生物多样性优势, 达到预期目标。

### 2 烤烟间套作的经济效益

**2.1 间套作对烤烟农艺性状的影响** 烤烟连作 3 年, 烟株株高、茎围等农艺性状会明显降低<sup>[8]</sup>。而烤烟间套作作物与烤烟大多在空间分布上形成互补, 增加了对光热资源的利用, 起到通风透光的效果, 在一定程度上促进了烟株的生长发育<sup>[9]</sup>。周德海等<sup>[2]</sup>研究表明, 烤烟桔梗间作与烤烟单作相比, 株高、茎围、腰叶、顶叶均略高于单作烟田, 但差别不大。唐世凯等<sup>[3]</sup>研究了烤烟间套草木樨、甘薯对烤烟农艺性状的影响, 较单作相比, 烤烟间作草木樨、甘薯在茎粗、叶厚上具有显著促进作用, 间作草木樨可显著增加叶长, 但在株高、有效叶数、叶宽上差异不显著, 总体而言对烟株的生物学性状没有产生不利影响。彭晟等<sup>[10]</sup>通过烤烟与 4 种芳香植物柠檬草、甜罗勒、美国薄荷和香叶天竺葵间作的研究表明, 各间作处理烟株在叶宽、叶长、茎围、有效叶数上均与单作达到显著差异, 间作促进了烟株的生长发育。付战营等<sup>[11]</sup>研究了麦烟套种模式下对烤烟农艺性状的影响, 结果表明采用 1/2 麦烟套种方式, 烟株生长后期在株高、茎围、叶片数、节距等性状上, 与单作相比差异不显著, 对烤烟的农艺性状影响较小。烤烟套种白菜、马铃薯和黑麦草较烤烟单作, 烟株的株高、茎围和叶面积降低, 有效叶数增加, 烟株生长发育更趋于均衡<sup>[12]</sup>。由此可以看出, 烤烟间套作对于烟株性状的生长发育未产生显著的促进作用, 但也未产生抑制作用, 从生长发育的角度来讲, 增加了烤烟间套作的可行性。

**2.2 间套作对烤烟内在品质的影响** 烤烟连作年限增加, 产质量随之降低<sup>[13]</sup>。烤烟连作 3 年以上对烟叶中上等烟比例及内在质量产生显著的不良影响<sup>[14]</sup>。合理的间作, 可打破烤烟连作影响, 有利于烟叶上等烟比例提高和品质的改

**基金项目** 湖北省烟草专卖局重点项目“基于烤烟间作的土壤保育助农增收技术研究”(027Y2019-012)。

**作者简介** 徐锐(1987—), 男, 湖北襄阳人, 硕士, 从事烟草生产技术指导与推广工作。

**收稿日期** 2019-07-10; **修回日期** 2019-07-25

善<sup>[14]</sup>。祖朝龙等<sup>[7]</sup>研究表明,烟草套种甘薯起到消耗烤烟生长后期残余肥料的作用,更有利于烤烟的成熟落黄。张得智<sup>[15]</sup>研究了间作大豆、苜蓿对烤烟 KRK26 生长状况及产质量的影响,结果表明烤烟间作大豆、苜蓿与对照相比,钾含量提高,氯含量降低,烟叶的内在品质得到提升。李廷轩等<sup>[16]</sup>研究富钾籽粒苋与烤烟间作表明,间作后烟叶钾含量增加了 63.86%,显著提高了烟草对钾素的吸收能力。唐世凯等<sup>[17-19]</sup>通过烤烟套种甘薯研究表明,上等烟比例增加 0.90%~1.84%,中等烟比例增加 1.49%~6.51%,下等烟比例减少 2.39%~8.85%,对提高烟叶外观等级质量具有一定的作用;通过烤烟间作草木樨研究表明,间作草木樨提高烟叶等级质量的作用更加明显,上等烟比例提高了 6.90%~28.00%,中等烟比例提高了 11.70%~29.30%,下等烟比例降低了 27.68%~53.20%;同时,间作后上部烟含氮量显著降低 11.32%,有利于改善上部叶的品质。烤烟间套作改变了烟叶主要化学成分的含量,增加了总糖、还原糖含量,降低了总氮、烟碱含量,化学成分更趋合理,比例更加协调,使其更接近优质烟标准<sup>[17]</sup>。这与烤烟甘薯间套作、烤烟蚕豆套作<sup>[20]</sup>、烤烟花生间作<sup>[21]</sup>、烤烟萝卜套作<sup>[22]</sup>、烤烟白菜、马铃薯及黑麦草套作<sup>[12]</sup>等研究中得到了较为一致的结果。普遍认为,间套作物吸收利用了烟田富余的氮素养分,降低了烟株对养分的过度吸收,均衡养分供应,达到改善烟叶质量的作用。但张得智<sup>[15]</sup>的研究结果却有所不同,他认为烤烟间作大豆、苜蓿后提高了总氮和烟碱含量,降低了总糖和还原糖的含量。另有研究指出,烤烟马铃薯套作虽提高了烟叶质量,同时也增加了青枯病、马铃薯 Y 病毒病、普通花叶病毒病、黄瓜花叶病毒病等主要病害的发病率<sup>[23]</sup>。因此通过烤烟间套作来改善烟叶品质,要因地制宜,选择适宜的间套作物。

**2.3 间套作对烤烟经济性状的影响** 烤烟间套作模式大多遵循了生物学特性和互利共生的原则,充分利用时间和空间上的优势,提高自然资源有效利用,获取高效种植效率,取得较高经济效益,达到烟农增产增收的目标<sup>[24]</sup>。周德海等<sup>[2]</sup>通过 2008—2010 年烤烟与桔梗间作研究观察,结果指出间作处理烤后烟叶上中等烟比例和均价均高于单作;加上桔梗产值,间作烟田的综合经济效益 2010 年增收 28 123.5 元/hm<sup>2</sup>,显著高于单作烟田。刘剑等<sup>[9]</sup>通过对烤烟红薯间作模式的研究指出,间作红薯对烤烟产量产生一定影响,减少 130.5 kg/hm<sup>2</sup>,但单位面积总收入却有所提高,增加 7 635.0 元/hm<sup>2</sup>。彭晟等<sup>[10]</sup>开展了烤烟与 4 种芳香植物间作的研究,结果表明所有间作处理与单作相比上等烟比例均有较明显提高,单位面积总产值也大大提高。更有研究指出,烤烟与大豆间作较对照增收 22 670 元/hm<sup>2</sup>,增收了 314.12%;苜蓿间作较对照增收 20 958 元/hm<sup>2</sup>,增收幅度为 290.40%<sup>[15]</sup>。唐世凯等<sup>[17]</sup>通过烤烟套种甘薯有效提高复种指数,显著增加单位土地面积的综合经济收益,烤烟套种甘薯与烤烟单作相比,原烟产量增加 117.99 kg/hm<sup>2</sup>,均价增加 0.50~0.53 元/kg,薯块和薯藤分别增收 3 871~9 427 和 5 805~10 956 元/hm<sup>2</sup>,综合增收 16 368~18 133 元/hm<sup>2</sup>,增幅为 48.82%~56.40%,差异达到

极显著水平。时安东等<sup>[21]</sup>研究表明,烤烟/花生、烤烟/红薯间作系统单位面积烟叶产量、产值及总产值均显著高于烤烟单作系统。因此,烤烟间套作在一定程度上会影响单位面积烟叶产量,同时提高了烟叶等级质量,加之间套作物得到的经济收益,在综合效益上比起单作有较大提高。

### 3 烤烟间套作的生态效益

**3.1 间套作对土壤质量的影响** 由于长期以来采用掠夺式种植,常年连作,用地养地结合不够,引起了土壤微生物种群的失衡和酶活性的降低,土壤肥力下降,限制了烤烟可持续种植与发展<sup>[25]</sup>。烤烟间套作对土壤的影响主要集中在对土壤理化性质及根际微环境的影响。唐世凯等<sup>[6]</sup>研究了烤烟间作草木樨后对土壤养分的影响,结果表明,间作草木樨后对土壤碱解氮、速效磷含量没有较大影响,但可增加土壤速效钾含量,对植烟土壤养分起到一定平衡和协调作用。付利波等<sup>[12]</sup>研究表明,烤烟套种白菜、马铃薯和黑麦草与烤烟单作相比,在烤烟现蕾期、叶片成熟期土壤硝态氮、铵态氮含量分别降低 1.15~3.47、0.60~3.54 mg/kg,土壤氮素含量显著降低。时安东等<sup>[21]</sup>研究了轮间作系统对烤烟土壤养分的影响,结果表明,烤烟间作红薯或花生可保持地下营养环境和微生物群落组成在较合理的含量和比例,可降低根系分泌物对烤烟生长的抑制作用,更有利于烤烟生长。高菲菲等<sup>[26]</sup>研究表明,烤烟与迷迭间作对土壤中有效磷具有明显的活化作用,烤烟间作芳香植物可以增加土壤中磷和钾的有效性,但对碱解氮含量的影响都不明显。这与孙健等<sup>[27]</sup>研究烤烟套种籽粒苋、黑麦草的结果较为一致。阳显斌等<sup>[28-29]</sup>研究烟蒜套作对土壤的影响发现,烟蒜套作相比烤烟单作,可有效提高根际土壤细菌、真菌、放线菌、解钾菌和解磷菌数量,有利于改善土壤根际微环境;可提高土壤 pH、有机质及速效成分的含量,增强土壤速效养分供应能力。涂勇等<sup>[30]</sup>研究表明,烤烟套种大豆可有效提高根际土壤的细菌、放线菌及与土壤氮素代谢相关的功能性有益菌群数量,显著降低真菌及反硝化细菌的数量,从而起到增强对土壤氮素利用率、提高对土传病害控制效果的作用。

**3.2 间套作对病虫害抗性的影响** 由于合理的间作提高了生物多样性,起到从群体异质效应、稀释效应、微生态效应、诱导抗性效应、物理阻隔效应、生理学效应和化感效应等作用<sup>[31]</sup>。间作条件下病害的发生程度往往轻于单一作物种植模式<sup>[32]</sup>,起到控制或减轻病虫害的作用,达到“不施农药,胜施农药”的生物防控效果<sup>[4]</sup>。关于烤烟间作对病害的防控已有较多研究,周德海等<sup>[2]</sup>研究表明,烤烟与桔梗间作可有效抑制当地主要病害病毒病、角斑病与野火病、黑胫病、赤星病的发生,发病率均明显低于单作烟田。付战营等<sup>[11]</sup>研究表明,烟麦套种能显著抑制烤烟病毒病、黑胫病、根黑腐病、赤星病的发生,综合防治效果明显。时安东等<sup>[21]</sup>通过烤烟与甘薯、花生间作研究表明,成熟期后烤烟单作青枯病发病率高达 44.67%,烤烟间作发病率仅为 33.3%~34.2%,单作发病率显著高于间作。刘丽芳等<sup>[33]</sup>研究表明,与单作相比,烤烟间作草木樨对病毒类病(烟草普通花叶病和烟草蚀纹病)

有显著抑制效果,发病率和病情指数极显著下降,防治效果为22.58%~80%;对真菌类病害(烟草炭疽病和烟草赤星病)具有一定的控制效果,防治效果为44.50%~52.91%;但对烟草细菌类病害的防控效果不明显;同时指出,间作提高了烟叶的含钾量,被认为是提高烟叶抗病性的主要原因之一<sup>[34]</sup>。薛超群等<sup>[35]</sup>研究表明,与单作相比,烤烟间作花生、黑麦草、大蒜均显著降低土壤烟草黑胫病菌数量,对烟草黑胫病有显著的防控效果。同时,牟文君等<sup>[36]</sup>研究指出,综合考虑烤烟与花生按1:4行比间作时防治黑胫病效果较好。赖荣泉<sup>[37]</sup>则通过烤烟套种大蒜对土壤中烟草青枯病菌及黑胫病菌起到了明显的抑制作用。烤烟间作对虫害防控效果的研究相对较少,烟草间作大豆可降低斜纹夜蛾的发生率,间作茼蒿可有效降低烟青虫、斜纹夜蛾的发生率,但烤烟与二者间作同时都增加了烟蚜的发生率<sup>[15]</sup>。

#### 4 问题与展望

合理的生物多样性搭配有利于控制病虫害的发生,保持土壤肥力,提高作物的产量<sup>[31]</sup>。烤烟间套作一直是比较争议的话题,争议的重点在于间套作是否会引引起烟叶品质的降低。所以烤烟间套作系统的确立,关键在于对于自然资源的综合利用,要充分考虑间套作作物与烤烟不同的生理需求,共生的同时要有互补,提高对光、热、水、气、肥等环境资源的利用效率。在选择烤烟间套作模式时要着重解决以下问题:①选择适宜的间套作作物。不是所有的作物都适宜烤烟间套作,在间套作作物选择上要遵循因地制宜、互惠互利的原则,从多方面进行验证研究,以期取得农艺性状和经济性状的双赢效益。②选择适宜的播种时机。有研究表明烤烟与后作40d左右的共生期较适宜<sup>[7]</sup>,共生期过长与烤烟形成较长竞争关系,过多地消耗土壤肥力,影响烟株正常的生长发育。③选择适宜的间套作方式。烤烟间作有同垄间作、隔行间作等方式,应根据间套作作物生长模式及高度,合理选择间套作方式,控制间套作密度,达到空间立体利用效果。总之,烤烟间套作必须坚持以烤烟为主、后作为辅的理念,在烤烟为主导地位的前提下,合理安排间套作种植制度<sup>[7]</sup>。

目前,对于烤烟间套作已有较多研究,但大部分的研究主要集中在间套作对烤烟农艺性状、经济性状、内在质量、土壤质量、病虫害控制等方面的影响,停留在表现研究,对于间套作作用产生的土壤养分吸收机理、病害防控的生物活性机理、光能利用机理等内在机理方面涉及较少,有待更进一步深入研究。此外,烤烟间套作应当发挥更大的生态效应和社会效应,可与土壤保育、绿色防控、烟农增收等方面相结合,在保证烟叶经济效益与质量的同时,起到改善土壤质量、减少农药使用及增加烟农收入等作用。

#### 参考文献

- [1] 周义和,刘相甫,黄晓东,等.论烤烟种植布局调整[J].中国烟草学报,2016,22(2):124-131.
- [2] 周德海,高峰,王在军,等.间作桔梗对烤烟主要农艺性状及效益的影响[J].山东农业科学,2014(9):60-62.
- [3] 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.
- [4] 沈君辉,晏勤,黄得润,等.作物混植和间作控制病虫害研究的新进展[J].植物保护学报,2007,34(2):209-216.
- [5] 高阳,段爱旺,刘祖贵,等.玉米和大豆条带间作模式下的光环境特性[J].应用生态学报,2008,19(6):1248-1254.
- [6] 唐世凯,刘丽芳,李永梅.烤烟间作草木樨对土壤养分的影响[J].中国烟草科学,2009,30(5):14-18.
- [7] 祖朝龙,薛明德,王正刚,等.皖北地区烤烟合理套种的关键技术研究[J].中国烟草科学,1998,19(1):22-25.
- [8] 晋艳,杨宇虹,段玉琪,等.烤烟连作对烟叶产量和质量的影响研究初报[J].烟草科技,2002,35(1):41-45.
- [9] 刘剑,侯跃亮,王乐三,等.烤烟地瓜果间作模式研究[J].中国烟草科学,2007,28(1):40-42.
- [10] 彭晟,陈兴,杨堂,等.间作芳香植物对烤烟农艺和经济性状的影响初探[J].云南农业大学学报,2014,29(1):144-148.
- [11] 付战营,韩东恒,王国峰.不同烟麦套种方式对烤烟农艺性状及产量品质的影响[J].河南农业科学,2011,40(3):69-72.
- [12] 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.
- [13] 刘巧真,郭芳阳,吴照辉,等.烤烟连作烤烟连作土壤障碍因子及防治措施[J].中国农学通报,2012,28(10):87-90.
- [14] 赵凯,姜翼来,王玲莉,等.烤烟连作对烟叶产量和质量的影响[J].现代农业科技,2008(8):118-119.
- [15] 张得智.轮作和间作对烤烟 KRK26 生长状况及产质量的影响研究[D].长沙:湖南农业大学,2012.
- [16] 李廷轩,马国瑞.籽粒苋-烟草间作对烟叶部分矿质元素含量及品质的影响[J].水土保持学报,2004,18(1):138-140,143.
- [17] 唐世凯,刘丽芳,李永梅.烤烟套种甘薯对烟叶质量和经济效益的影响[J].西南农业学报,2009,22(5):1267-1270.
- [18] 唐世凯,刘丽芳,李永梅.烤烟间作草木樨对烟叶产量和等级结构的影响[J].贵州农业科学,2009,37(2):21-22.
- [19] 唐世凯,刘丽芳,李永梅.烤烟间作草木樨对烟叶养分及产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2009(2):43-46.
- [20] 普匡,李进有,洪春海,等.烤烟套种蚕豆对烟叶和蚕豆品质的影响[J].贵州农业科学,2014(12):98-101.
- [21] 时安东,李建伟,袁玲.轮作系统对烤烟产量、品质和土壤养分的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(2):411-418.
- [22] 蒋士东,周冀衡,高迟奎,等.文山地区烤烟合理套种作物及其时间的研究[J].核农学报,2014,28(7):1334-1343.
- [23] 杨承,龙友华,宋御明,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.
- [24] 李志贤,冯远娇,杨文亭,等.甘蔗间作种植研究进展[J].中国生态农业学报,2010,18(4):884-888.
- [25] 李鑫,张秀丽,孙冰玉,等.烤烟连作对耕层土壤酶活性及微生物区系的影响[J].土壤,2012,44(3):456-460.
- [26] 高菲菲,祁文龙,邓秀梅,等.烤烟间作不同芳香植物对土壤养分的影响[J].安徽农业科学,2014,42(6):1612-1613,1658.
- [27] 孙健,李志宏,张云贵,等.非豆科作物套种时间对减少烤烟后期氮素吸收量的研究[J].植物营养与肥料学报,2011,17(5):1243-1249.
- [28] 阳显斌,李廷轩,张锡洲,等.烟蒜轮作与套作对土壤微生物类群数量的影响[J].土壤,2016,48(4):698-704.
- [29] 阳显斌,李廷轩,张锡洲,等.烟蒜轮作与套作对土壤农化性状及烤烟产量的影响[J].核农学报,2015,29(5):980-985.
- [30] 涂勇,杨文钰,刘卫国,等.大豆与烤烟不同套作年限对根际土壤微生物数量的影响[J].作物学报,2015,41(5):733-742.
- [31] 高东,何霞红,朱书生.利用农业生物多样性持续控制有害生物[J].生态学报,2011,31(24):7617-7624.
- [32] 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.
- [33] 刘丽芳,唐世凯,熊俊芬,等.烤烟间作草木樨对烟草病害的影响[J].云南农业大学学报,2005,20(5):662-664.
- [34] 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.
- [35] 薛超群,牟文君,奚家勤,等.烤烟不同间作对烟草黑胫病防控效果的影响[J].中国烟草科学,2015,36(3):77-79.
- [36] 牟文君,薛超群,宋纪真,等.烤烟与花生间作行比对烟草黑胫病防治效果的影响[J].烟草科技,2016,49(9):22-26.
- [37] 赖荣泉.套种大蒜对烟田土壤微生物群落及烟叶品质的影响[J].中国烟草科学,2015,36(4):75-79.