

农艺措施调控烤烟营养吸收利用的研究进展

左伟标¹, 洪天龙¹, 高远², 郭芳阳³, 鲁松霖¹, 叶湛睿¹, 安银立¹, 毕乐乐¹, 王永齐¹, 柏永超^{1*}

(1. 华环国际烟草有限公司, 安徽凤阳 233121; 2. 上海烟草集团有限责任公司, 上海 330096; 3. 河南省农业科学院烟草研究所, 河南许昌 461000)

摘要 综述了除肥料种类外的生产农艺措施调控烤烟营养吸收利用的研究成果, 主要包括施肥方式、精准平衡施肥、高肥效品种、生理调控、轮作方式及其他农艺措施等对调控烤烟营养吸收利用的效果, 指出了需关注的主要问题, 并对未来的研究方向进行了展望。**关键词** 烤烟; 农艺措施; 营养; 吸收; 利用

中图分类号 S572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)22-0004-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.22.002



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Progress on the Regulation of Agronomic Measures for Absorption and Utilization of Nutrients in Flue-cured Tobacco**ZUO Wei-biao¹, HONG Tian-long¹, GAO Yuan² et al** (1. Huahuan International Tobacco Co., Ltd., Fengyang, Anhui 233121; 2. Shanghai Tobacco Group Co., Ltd., Shanghai 330096)**Abstract** The research results of the regulation of agronomic measures except fertilizer types on absorption and utilization of nutrients in flue-cured tobacco production were summarized, including the effects of fertilization methods, precision and balanced fertilization, high-efficiency varieties, physiological regulation, rotation methods and other agronomic measures on regulating absorption and utilization of nutrients in flue-cured tobacco. The main problems that needed attention were put forward, and the future research direction was proposed.**Key words** Flue-cured tobacco; Agronomic measure; Nutrient; Absorption; Utilization

烤烟是我国的经济作物之一,对国民经济有重要作用,尤其在当前决胜全面建成小康社会的征程中,烤烟种植是农民脱贫和防止返贫的有效途径之一。烤烟又是特殊的农作物,其经济效益取决于产量和品质的平衡提升,而科学种烟是实现优质适产与优势效益的保障,其中科学施肥是生产基础之一。但在我国烤烟生产中,肥料营养利用率偏低的问题普遍存在,导致重施肥现象,此举既增加烟农种植成本、降低烤烟品质和效益,又易损害土壤、造成环境污染。多年来,烟草工作者不断研究分析各种生产措施对促进烤烟营养吸收利用的效应,以改善长期困扰烤烟生产的低肥效难题。鉴于此,笔者从施肥方式、精准平衡施肥、高肥效品种、生理调控、轮作方式及其他农艺措施等多种生产农艺措施入手,综述其调控烤烟营养吸收利用的效果,发现研究中的问题,提出可改进的方向,旨在为烤烟生产和应用研究提供理论参考。

1 农艺措施调控烤烟营养吸收利用的效果

1.1 施肥方式 施肥方式决定着烤烟生长前、中、后各阶段土壤养分的供应状态,直接影响烤烟根系吸收养分的时间与肥料营养利用率。研究表明,提前施肥可增加肥料养分在土壤中的均匀度,促使有机养分矿化^[1]。分次追施硝酸钾条件下,烤烟钾素吸收可提高45%以上^[2],如泸州烟区栽后30 d和栽后70 d(打顶期)分别追施40%和20%钾肥对云烟97有利^[3-4]。基肥条施时,基肥穴施=(6~7):(4~3)的施肥方式可减少养分流失,促进前期吸收更多养分^[5],环施配合沟施的施肥法也可增加土壤供肥效能与养分利用率^[6]。马兴华等^[7]研究表明,50%的氮肥追施比例是兼顾氮素利用和品质

的最佳方式。也有研究指出,硝态氮:铵态氮=3:1时,氮吸收量最高^[8],硝态氮肥与硝酸钾配施则能显著促进钾吸收^[9],钾镁配施则能促进烤烟对钾镁的共同吸收^[10],但若单纯增加肥料中钾素占比,钾素利用率会有所下降^[11],与此类似,增施氮肥也会导致氮素利用率下降^[12],因此建议适当控制氮钾用量。另外,断根追钾时适当减少氮肥,也能提高其利用率,节省氮肥资源^[13]。

值得一提的是,叶面施肥能快速调节并增强植物营养利用^[14],根区合理施肥也可较快地改善肥效,如在黄淮烟区石灰土中根区施枸溶性钾肥(75%硫酸钾)300 kg/hm²能改善土壤钾素营养,提高叶片钾含量与钾肥利用率^[15],但要注意根区施肥空间的大小,因为有研究指出,根区施肥空间在直径20 cm内,氮素吸收会受到不利影响,因此建议施肥空间直径在25 cm以上^[16]。

当然,施肥方式对肥料营养利用率的影响因土壤水分而异^[17],因此以水调肥、水肥一体是近年来研究的方向之一,有良好的应用前景^[18]。通常情况下,滴灌与肥料的耦合效应能提高烤烟对肥料营养的利用率^[19]。栽后1个月内滴灌追氮并适度加大氮素占比,叶片氮素分配和积累就会增加,烤烟表现氮素利用率较未滴灌时明显提高^[20],而滴灌减氮和滴灌减钾措施也可提高氮素和钾素的吸收利用率,只是要注意滴灌减钾会在一定程度上抑制氮磷吸收效率^[21]。刁朝强等^[22]也指出,补水能提高氮素利用率,可减少施氮量。专业研发的水肥一体化技术在不同区域都有积极表现,仅在程度上有所差异。例如,霍昭光等^[23]在河南方城的研究指出,水肥一体化能提高烤烟对N、P、K等营养元素的吸收积累达5.03~21.46百分点;梁志雄^[24]在广东始兴的研究表明,水肥一体化应用在团棵期可促进钾素的吸收积累,增加钾含量2%左右^[25];席奇亮等^[26]在河南郑州的研究表明,水肥一体化通过提高根系活力和根体积,氮素表现利用率有90%以上

基金项目 上海烟草集团有限责任公司项目“提升河南烟叶均质性生产关键技术研究及集成”(2019310000140444)。**作者简介** 左伟标(1982—),男,河南安阳人,农艺师,硕士,从事烟叶基地生产及科研工作。*通信作者,经济师,从事烟叶基地生产及科研工作。**收稿日期** 2020-04-18

的增幅,土壤氮依存率随之降低 15%。

1.2 精准与平衡施肥 目前,在烤烟施肥中存在着土壤肥力分布不均等诸多情况,近年来基于 GIS 的地统计方法得到在以土壤养分管理为重点的土肥领域深入应用。依土壤条件确定对应的施肥技术,优化施肥方案,可使土壤养分供应同步于烤烟需肥规律,从而提高肥料营养利用率,其中精准与平衡施肥是制定优化配方施肥方案,从而确定合理施肥量的一条有效途径^[27-28]。

刘建利等^[29]根据土壤氮、磷、钾的分布和丰缺,划分施肥分区,给出对应的烟草专用肥配方。陈义强等^[30-31]建立融合氮磷钾水分与产值的施肥经验模型,推荐出最优施用量。汪邓民等^[32]指出,在特定土壤环境下 $N:P_2O_5 = 1:(0.6\sim 1.7)$ 时,氮磷间的交互作用显著,肥效好,烟叶钾含量较高。张海伟等^[33]指出,适量的磷肥能促进烤烟吸收氮、钾并提高氮、钾营养利用率,但磷肥量不宜过高或过低。另外,研究钾素的盈亏、效应和变化规律有利于精准用钾^[34]。

1.3 高肥效品种 有研究指出,烟草不耐肥的本质是肥料的利用率高,由此考虑,应采用常规或生物技术手段,在不明显降低产质量的情况下,培育或选择具有高肥料利用率的烤烟新品种,以减少肥料投入。以富钾品种研究为例,烟叶钾含量是烤烟品质指标,与烟叶成熟度、吸食质量、卷烟安全性关系密切,而我国“富钾土壤贫钾烟”现象严重,加之钾肥资源不足,急需选育富钾品种以提高钾利用率,ND202 为当前富钾表现较好的品种^[35]。

1.4 生理调控 生理调控中的生长素能增加根系 ATP 含量,在根系吸收养分得到充分的能量保证后,可有效提高烤烟钾素含量和利用率^[36-38],但目前相关研究报道较少。

1.5 轮作方式 烤烟不耐连作,因此轮作是必然选择。研究指出,烤烟-水稻、烤烟-小麦和烤烟-油菜轮作相对较好^[39],但要高度注意,在种植轮作作物时要始终有服务烤烟生产的理念,要谨慎选取肥料种类。同时,因前茬作物的氮肥后效与其施氮量呈正相关关系,而氮肥后效又与烟季施氮量和利用率密切相关,建议在前茬作物施氮量基础上优化烤烟当季的施氮量^[40]。

1.6 其他农艺措施 同一生长生育阶段,烤烟氮素利用率表现出随种植密度增加而增加的趋势,中高密度(1.800 万~1.955 万株/hm²)的氮素利用率最高^[41]。地膜覆盖通过提高地温、减少水土流失得以增加肥效,促进烤烟早发快长,是优异效果驱动技术落实的典型范例^[42],正是由于覆膜能大量减少肥料氮流失量,与不盖膜相比可提高土壤硝态氮积累和氮肥表观利用率 26%,在南方多雨烟区有极高的推广价值^[43]。当然,覆膜技术也需要不断升级,魏崑等^[44]研究指出,全生育期双行凹型垄覆膜并遇旱灌溉,烤烟吸磷吸钾效果明显。此外,高海拔烟区移栽期推迟显著利于前期氮肥利用率^[45],培肥土壤增加有机质含量也可促进氮素利用^[46]。

2 研究中需关注的问题

①肥料营养利用率与水肥耦合效应有关,如多雨或干旱可能改变肥料淋失效应,改变根系吸养效率,应考虑降雨等

天气因素,评估真实效果。②烟草的肥料效应较特殊,不能孤立地看待肥料利用率,而应以产质量平衡为前提,探究肥料配比或施肥方式对氮、磷、钾吸收利用的正向协同效应。③试验研究应关注并避免前茬作物对研究的影响。

3 研究展望

调控烤烟营养的吸收利用,持续改善低肥效问题,要多措并举,建议从以下几方面加强研究:①研究烤烟在不同土壤和气候条件下的营养规律,确保施肥有针对性。为此,可建立烤烟虚拟生长模型,以虚拟土壤养分和水分的时空变化,同时可采用示踪技术辅助研究。②在精准施肥决策系统中加入筛选后的关键气候因子,真正做到结合气候、灌溉来优化施肥方案,提高肥料营养和水资源的利用率。③应用生物技术培育高肥效的新品种。④创新农艺措施,改善施肥的思路与方法,始终以植烟为中心平衡施肥,通过无机肥的有机化,调整大中微量元素系统性结构。⑤以改善土壤特性为方向培育有益于肥料转化利用的良好微环境。⑥通过不同调控措施,如施用生长素、叶面肥等增强烟株光合特性与根系活力,从而以烤烟内源活力调控对营养的吸收利用。

参考文献

- [1] 徐祥玉,黎根,袁家富,等.不同化肥施用方式对鄂西南植烟土壤有效氮时空动态的影响[J].湖北农业科学,2009,48(1):66-69.
- [2] 张晓海,雷永和,殷璐,等.烤烟分次施硝铵钾的钾素营养效应研究[J].土壤肥料,1999(2):26-28.
- [3] 林鸾芳,李冰,王昌全,等.钾肥追施时期后移对烤烟钾积累与分配的影响[J].西南农业学报,2016,29(7):1660-1665.
- [4] 阳清元,刘亮飞,刘名勒,等.湘南区施肥部位对肥料利用率的影响[J].湖南农业科学,2005(2):35-36.
- [5] 张海伟,何宽信,叶为民,等.多雨烟区烤烟氮肥优化施用的减氮效应及对烤烟产质量的影响[J].中国土壤与肥料,2018(3):36-41.
- [6] 黄松青.施肥方式对烤烟生长发育及产、质量的影响[D].长沙:湖南农业大学,2006.
- [7] 马兴华,管恩森,王永,等.氮肥后移对烤烟氮素吸收、利用及品质的影响[J].中国农学通报,2018,34(1):36-40.
- [8] 张延春,陈治锋,龙怀玉,等.不同氮素形态及比例对烤烟长势、产量及部分品质因素的影响[J].植物营养与肥料学报,2005,11(6):787-792.
- [9] 冯文强,涂仕华,成本喜,等.氮、钾肥类型对烟草产量及吸钾量差异的研究[J].西南农业学报,2008,21(1):117-120.
- [10] 李明德,肖汉乾,余崇祥,等.湖南烟区土壤 K、Mg 营养及其施肥效应[J].土壤通报,2004,35(3):324-326.
- [11] 何冬冬,王淑民,徐辰生,等.基于土壤速效钾转移吸收利用系数的烤烟施钾水平研究[J].安徽农业科学,2019,47(11):157-162,168.
- [12] 汪耀富,邵孝侯,孙德梅,等.基于微区设计的多雨地区烟田土壤氮素平衡研究[J].烟草科技,2019,52(3):18-25.
- [13] 赵正雄,殷红慧,李宏光,等.断根追钾条件下减量施氮对烟株后期氮、钾吸收及烟叶产量质量的影响[J].作物学报,2008,34(7):1294-1298.
- [14] 陈莉华,袁德厚.烤烟叶面喷施三种类型制剂的效应研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(1):110-112.
- [15] 严陶韬,王一柳,卢殿君,等.根区施用钾肥对烤烟产量、钾含量及钾素吸收的影响[J].中国土壤与肥料,2018(5):70-76.
- [16] 王筱滢,张云贵,刘青丽,等.根区施肥对烤烟干物质积累及氮吸收的影响[J].江苏农业科学,2018,46(8):70-73,80.
- [17] 马二登,童文杰,王加林,等.肥料施用方式对烤烟伸长期 N₂O 排放及氮素利用的影响[J].江苏农业科学,2017,45(17):85-89.
- [18] 席奇亮,杨铁钊,周方,等.水肥一体化条件下烤烟氮素营养高效利用研究[J].中国烟草学报,2018,24(2):74-83.
- [19] 刘毅,申昌优,肖先仪,等.水肥耦合对旱地烟生长、产量、品质及肥料利用率的影响[J].江西农业学报,2012,24(6):100-102.
- [20] 孙泽东,梁晓芳,石屹,等.滴灌施氮对烤烟氮素吸收利用及土壤无机氮分布的影响[J].中国土壤与肥料,2018(5):46-51.
- [21] 付仲毅.灌溉和施肥方式对烤烟生长发育及养分吸收的影响[D].郑州:河南农业大学,2018.[22] 刁朝强,钱晓刚,黄宁,等.水氮耦合对烤烟生长发育的影响[J].安徽农业科学,2014,42(32):11270-11271,11281.
- [23] 霍昭光,孙志浩,邢雪霞,等.不同施肥方式烤烟叶片矿质元素含量变

- 化及其与干物质积累的关系[J].中国土壤与肥料,2018(4):60-66.
- [24] 梁志雄,钟俊周,王国宇,等.不同水肥一体化模式在烤烟生产中的应用效应[J].安徽农业科学,2019,47(5):162-165,195.
- [25] 周健飞,彭玉富,程玉渊,等.水肥一体化技术在南阳烟区的应用效果[J].贵州农业科学,2017,45(12):72-76.
- [26] 席奇亮,杨铁钊,周方,等.水肥一体化条件下烤烟氮素营养高效利用研究[J].中国烟草学报,2018,24(2):74-83.
- [27] 张建党,赵鹏,王智慧,等.安康烟区植烟土壤养分分类及施肥对策[J].中国烟草科学,2009,30(1):15-18.
- [28] 王世济,刘小平,崔权仁,等.安徽省主要植烟土壤的物理化学特性与肥料的合理运筹[J].安徽农业科学,2000,28(2):240-241.
- [29] 刘建利,李志宏,陈江华,等.GIS应用于植烟土壤肥力分区及施肥区划的研究[J].中国烟草学报,2004,10(3):19-24.
- [30] 陈义强,刘国顺,习红昂,等.烟草栽培中氮、磷、钾肥及水分因子与产值的经验模型[J].中国农业科学,2008,41(2):480-487.
- [31] 陈义强,刘国顺,习红昂,等.烟草栽培中土壤适宜含水量及施肥模型[J].农业工程学报,2009,25(2):42-49.
- [32] 汪邓民,龚文丰,陈建军,等.多元肥料互作对烤烟产质量影响的效应分析及施肥决策[J].中国烟草学报,2003,9(2):17-22.
- [33] 张海伟,翟晶,程小强,等.施磷量对紫色土旱地烤烟养分吸收和利用的影响[J].湖北农业科学,2014,53(12):2767-2770,2775.
- [34] 刘枫,王允清,刘英,等.安徽省土壤钾素供应状况与钾肥效应分析[J].土壤通报,2003,34(3):205-208.
- [35] 杨铁钊,彭玉富,富钾基因型烤烟钾积累特征研究[J].植物营养与肥料学报,2006,12(5):750-753.
- [36] 洪丽芳,付利波,苏帆,等.生长素对烟株中钾的分配和积累的影响[J].作物学报,2003,29(3):457-461.
- [37] 洪丽芳,苏帆,付利波,等.生长素在烤烟钾素库源关系改变时对根系呼吸作用生理指标的影响[J].中国农业科学,2003,36(12):1604-1608.
- [38] 刘娟旭.三种植物生长调节剂对烟草钾营养及烟叶品质的影响[D].武汉:华中农业大学,2002.
- [39] 孟源,陆引罡,周建云,等.利用¹⁵N示踪技术探讨烤烟在不同轮作方式下对氮素肥料的吸收与分配[J].江苏农业科学,2015,43(4):99-102.
- [40] 肖厚军,魏全全,赵欢,等.烤烟对稻-烟轮作水稻季不同施氮后效的响应[J].中国土壤与肥料,2018(2):75-81,95.
- [41] 门思润.施氮量与种植密度对烤烟碳同化能力及氮素分配的影响[D].长沙:湖南农业大学,2018.
- [42] 肖汉乾,何录秋,王国宝.烤烟地膜覆盖栽培的负效应及其调控措施[J].耕作与栽培,2002(3):16,57.
- [43] 王军,陈能场,詹振寿,等.不同种植方式对烟田氮素径流损失的影响[J].水土保持学报,2010,24(5):68-73.
- [44] 魏巍,汪健,毕庆文,等.双行凹型垄及地膜覆盖对烟叶和土壤中磷含量的影响[J].中国烟草科学,2008,29(3):43-47.
- [45] 谢志坚,涂书新,李进平,等.移栽期和氮肥对烤烟产量、产值及氮素吸收利用的影响[J].核农学报,2009,23(3):513-520.
- [46] 刘青丽,张云贵,焦永鸽,等.西南烟区氮素供应与烤烟氮素吸收的关系[J].植物营养与肥料学报,2017,23(3):757-764.

(上接第3页)

- [21] 宋荣浩,杨红娟,马坤,等.西瓜品种资源的蔓枯病抗性鉴定与评价[J].植物遗传资源学报,2007,8(1):72-75.
- [22] 宋荣浩,戴富明,杨红娟,等.西瓜品种资源对枯萎病和蔓枯病的抗性鉴定[J].植物保护,2009,35(1):117-120.
- [23] 胡凤云,莫贱友,郭堂勋,等.西甜瓜蔓枯病菌致病力测定与品种抗病性分析[J].南方农业学报,2012,43(10):1490-1494.
- [24] NORTON J. Inheritance of resistance to gummy stem blight in watermelon [J]. HortScience, 1979, 14(5): 630-632.
- [25] GUSMINI G, RIVERA-BURGOS L A, WEHNER T C. Inheritance of resistance to gummy stem blight in watermelon [J]. HortScience, 2017, 52(11): 1477-1482.
- [26] HASSAN M Z, RAHIM M A, JUNG H J, et al. Genome-wide characterization of NBS-encoding genes in watermelon and their potential association with gummy stem blight resistance [J]. International journal of molecular sciences, 2019, 20(4): 1-15.
- [27] LEE E S, KIM D S, KIM J H, et al. QTL mapping for gummy stem blight resistance in watermelon (*Citrullus* spp.) [J]. Korean conference of horticulture, 2019, 37(10): 230-231.
- [28] REN R S, XU J H, ZHANG M, et al. Identification and molecular mapping of a gummy stem blight resistance gene in wild watermelon (*Citrullus amarus*) germplasm PI 189225 [J]. Plant disease, 2020, 104(1): 16-24.
- [29] 袁培祥.西瓜蔓枯病的发病特点及防治措施[J].河南农业,2007(23):11.
- [30] 孙兴祥,尤春,顾卫中,等.不同栽培方式对西瓜蔓枯病、炭疽病及产量的影响[J].中国瓜菜,2016,29(4):24-26,30.
- [31] 张岩,焦定量,常雪艳,等.西瓜蔓枯病的发生及防治方法[J].天津农林科技,2009(1):26-27.
- [32] 冯春水,王再跃. 56%AF-117SC防治西瓜蔓枯病田间药效试验[J].湖南农业科学,2006(4):74-75.
- [33] 邓克勤,李一波. NATIVO防治西瓜蔓枯病和炭疽病的田间药效试验[J].湖南农业科学,2010(Z2):44-45.
- [34] 袁浩,孙光忠,邓劲松.40%苯醚·吡唑醚菌酯悬浮剂防治西瓜蔓枯病田间药效试验[J].湖北植保,2016(4):12-13,30.
- [35] 郑雪松,茹李军,张智能,等.烯肟菌胺与苯醚甲环唑对西瓜蔓枯病菌的联合毒力及防效[J].农学学报,2016,6(5):28-32.
- [36] 霍玉芹,刘福春.如何防止西瓜蔓枯病和西瓜早衰[J].现代农村科技,2018(12):30.
- [37] 祝新德,冯镇泰,许煜泉,等.荧光假单胞菌株 M18 防治甜瓜蔓枯病害[J].上海交通大学学报,2001,35(7):1062-1065.
- [38] UTKHEDE R S, KOCH C A. Chemical and biological treatments for control of gummy stem light of greenhouse cucumbers [J]. European journal of plant pathology, 2002, 108(8): 443-448.
- [39] 褚长彬,吴淑杭,周德平,等.木霉 T68 对植物病原菌的拮抗作用及对绿豆插条不定根发生的影响[J].农业环境科学学报,2008,27(3):1084-1089.
- [40] NGA N T T, GIAU N T, LONG N T, et al. Rhizobacterially induced protection of watermelon against *Didymella bryoniae* [J]. Journal of applied microbiology, 2010, 109(2): 567-582.
- [41] 张旭辉,张红楠,李勇,等.抑制西瓜蔓枯病菌的生防真菌筛选、鉴定及发酵条件优化[J].中国生物工程杂志,2017,37(5):76-86.
- [42] 刘业平,孙丹,袁宏球.3种红树植物提取物对8种植物病原菌的生长抑制作用[J].广东农业科学,2008(7):90-91.