DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.01.004

追施 N，K 复合肥和 K_2SO_4 对烟草品种 K326 生长和抗病性的影响

金亚波[1]，　陈天才[2]，　王克[3]，　朱鑫[3]，
陈伦飞[2]，　罗建钦[1]，　韦建玉[1]，　陈海涛[4]，
冉茂[4]，　王振国[2]，　孙现超[3]

1. 广西中烟工业有限责任公司，南宁 530001；
2. 中国烟草总公司重庆市公司奉节分公司，重庆 404600；
3. 西南大学 植物保护学院，重庆 400715；
4. 重庆烟草科学研究所，重庆 400715

摘　要：为明确追肥及不同追肥方式对烟草抗病性和生长的影响，在重庆市奉节县基地开展田间小区试验，调查追肥及不同追肥方式对烟草生长和抗性的影响. 结果表明:追肥处理会对烟株生长产生积极的影响；在 15～20 d 追施 N，K 复合肥时，会显著促进叶面积、株高、有效叶片数、单叶质量、上等烟比例、产量和产值的增加，且当采用侧窝干施、封窝时，促进效果最明显，能使上等烟比例增加 16%，产值较不追肥组增加 468 元/667 m^2，显著增加收益；且追施 N，K 复合肥能显著降低烟草病毒病、烟草赤星病和烟草野火病的病情指数，但各追肥方式对病害发病率的影响不大. 在移栽后 35 d 追施 K_2SO_4 时，会显著促进叶面积、株高、有效叶片数、单叶质量、上等烟比例、产量和产值的增加；当侧窝淋湿 K_2SO_4 时，促进效果最明显，能使上等烟比例增加 27%，较其他追肥方式增加 18%，产值较不追肥组增加 619 元/667 m^2，显著增加收益；追施 K_2SO_4 对烟草病毒病、赤星病和野火病的发病率影响不大，但能显著降低烟草病毒病、赤星病和野火病的病情指数，但各追肥方式对病情指数的影响不大；并且侧窝淋施追施 K_2SO_4 相对于侧窝干施追施 N，K 复合肥，产量可以提高 22.39 kg/667 m^2，产值可以提高 212.75 元/667 m^2，显著提高了产量和产值；但侧窝淋施追施 K_2SO_4 对烟草的抗病性的影响与侧窝干施追施 N、K 复合肥差异性不大.

关　键　词:烟草；追肥；农艺性状；产量；抗病性
中图分类号:S143.4$^+$2;S572　　**文献标志码:A**
文 章 编 号:2097-1354(2022)01-0026-09
开放科学(资源服务)标识码(OSID):

收稿日期：2021-12-30
基金项目：国家自然科学基金面上项目(31870147)；广西中烟工业有限责任公司项目(2021450000340029)；中国烟草总公司重庆市公司科技项目(A20201NY02-1306，B20212NY2312，B20211-NY1315).
作者简介：金亚波，高级农艺师，主要从事烟草栽培、营养等研究.
通信作者：王振国，农艺师.
共同通信作者：孙现超，研究员.

The Effect of N and K Compound Fertilizer and K_2SO_4 on the Growth and Disease Resistance of Tobacco Variety K326

JIN Yabo[1]，CHEN Tiancai[2]，WANG Ke[3]，ZHU Xin[3]，CHEN Lunfei[2]，LUO Jianqin[1]，WEI Jianyu[1]，CHEN Haitao[4]，RAN Mao[4]，WANG Zhenguo[2]，SUN Xianchao[3]

1. China Tobacco Guangxi Industrial Co., LTD., Nanning 530001, China;
2. Chongqing Fengjie Branch, China National Tobacco Corporation, Chongqing 404600, China;
3. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400715, China;
4. Chongqing Tobacco Research Institute, Chongqing 400715, China

Abstract: In order to investigate the effects of two different topdressing methods on disease resistance and growth of tobacco, a plot experiment was carried out in Fengjie county of Chongqing. The results showed that topdressing treatment had a positive effect on tobacco plant growth.Application of N and K compound fertilizers at 15-20 days significantly promote the increase of leaf area, plant height, number of effective leaves, single leaf weight, proportion of top tobacco, yield and output value. The promotion effect was the most obvious when the side nest dry application and closed nest were applied, which can increase the proportion of high-quality cigarettes by 16%, and the output value by 468 RMB/667 m^2 compared with the no topdressing group, and significantly increases the income. In addition, applying N and K compound fertilizers can significantly reduce the disease index of tobacco virus disease, tobacco brown spot disease and tobacco wildfire, but the various topdressing methods had little effect on the disease incidence.When K_2SO_4 is topdressed at 35 days after transplanting, it significantly promoted the increase of leaf area, plant height, number of effective leaves, leaf weight, proportion of top tobacco, yield and output value. When the lateral fossa was sprayed with K_2SO_4, the promotion effect was the most obvious, which can increase the proportion of high-grade tobacco by 27%, 18% higher than that of other topdressing methods. The output value was increased by 619 RMB/667 m^2 compared with the no topdressing group, which can significantly increase the income. Topdressing K_2SO_4 had little effect on incidence of tobacco virus disease, brown spot disease and wildfire disease, but significantly reduced the disease index of tobacco virus disease, brown spot disease and wildfire disease. The methods of topdressing had little effect on disease index.In addition, compared with that of N and K compound fertilizer, application of K_2SO_4 in the side of nest increased yield by 22.39 kg/667 m^2 and output values by 212.75 RMB /667 m^2. However, the effect of spraying K_2SO_4 on disease resistance of tobacco was not significantly different from that of application of N and K compound fertilizer.

Key words: tobacco; topdressing; agronomic traits; yield; disease resistance

烟草是我国的重要经济作物，也是重庆山区重要经济作物之一，是烟区人民主要的收入来源[1-3]. 施肥是烤烟生产的重要环节，施肥可以改变土壤的肥力，提升烟草的产量和品质，有研究表明施肥对烟草的产量和品质的贡献率分别为 39%和 47%[4-5]. 随着施肥种类、形态、数量、施用方法和施用时间的改变，烟草的经济产量、外观品质、内在品质都会产生明显的变化[6-8]. 李天福等[9]认为不同施肥水平下，烤烟根系干质量、体积、活力、硝酸还原酶活力以及糖、氮、烟碱、蛋白质等发生了变化. 而长期以来，由于传统的施肥习惯以及劳动力缺乏等因素，烟农施肥偏重基肥，不重视甚至不施用追肥[10]. 基肥一般在移栽前整地时一次施入，追肥一般在移

栽后分次或一次追入. 根据烟草的生长习性及营养要求，在移栽后主要对烟草追施 N，K 和 P 肥. 陈天才等[11]认为奉节县安坪镇植烟区的碱解氮的含量较低，而有效磷、速效钾含量偏高；而钾是烟草吸收最多的元素，对烟草的外观质量、化学成分和燃烧性有显著影响[12-13]，所以选择 N，K 肥作为本研究追肥的种类. 追肥的施用方法常用株间穴施和行间条施等，范艺宽等[14]研究认为株间穴施效果比较好，本研究旨在研究 2 种追肥不同方式株间穴施对 K326 生长的影响.

1 材料与方法

1.1 试验地、烟草品种和施肥种类

试验地为重庆市奉节县安坪镇广营村烟田，供试品种为 K326，供试肥料为 N，K 复合肥和 K_2SO_4 购自湖北省香青化肥有限公司.

1.2 试验地栽培管理

试验地烟苗采用漂浮育苗，按相关技术标准进行统一大田管理，移栽时间为 5 月 12 日，移栽后 8 d 全田统一施提苗肥 3 kg/667 m^2，对水 100～150 kg，侧窝淋施.

1.3 试验设计

本试验为评价追肥及不同追肥方式对烟草生长及抗病性的影响，共设置 7 个处理，每个处理重复 3 次，共 21 个小区，每个小区面积约为 70 m^2，每个小区间设置保护行. 具体试验处理设计见表 1.

表 1 实验处理设计

处理	施肥方式
1	全程不追肥
2	移栽后 15～20 d，N，K 复合肥，5 kg/667 m^2，侧窝淋施
3	移栽后 15～20 d，N，K 复合肥，5 kg/667 m^2，侧窝干施、封窝
4	移栽后 15～20 d，N，K 复合肥，5 kg/667 m^2，侧窝干施、淋水封窝
5	移栽后 35 d，K_2SO_4，10 kg/667 m^2，侧窝淋施
6	移栽后 35 d，K_2SO_4，10 kg/667 m^2，侧窝干施、封窝
7	移栽后 35 d，K_2SO_4，10 kg/667 m^2，侧窝干施、淋水封窝

1.4 病害调查与农艺性状调查

1.4.1 烟株农艺性状调查

各小区选择有代表性的 20 株烟株挂牌标记，按《烟草农艺性状调查方法》标准（YC/T 142—2010），主要包括株高、茎围、烟株的有效叶片数，最大叶长、叶宽等.

单位叶面积(cm^2)＝0.632 5×叶长(cm)×叶宽(cm)

1.4.2 病害调查

结合当地病害发生特点，对病毒病、野火病、赤星病开展相关调查工作. 病害调查按《烟草病虫害分级及调查方法》国家标准(GB/T 23222—2008)，各小区采用对角线取样方法，每点固定调查 10 株.

发病率(%)＝各级发病株数/调查总株数×100%

病情指数＝∑[(各级病株×该病级值)]/(调查总株×最高病级值)×100

1.4.3　产量和产值测定

对经采收后的新鲜烟叶上炕烘烤，下炕后测产分级，分级标准为上等烟、中等烟和下等烟. 产量为各小区每炕烤烟的总质量，产值为各级质量乘以该级单价的总和，每个小区选 100 个叶片计算平均单叶质量.

1.5　数据统计与分析

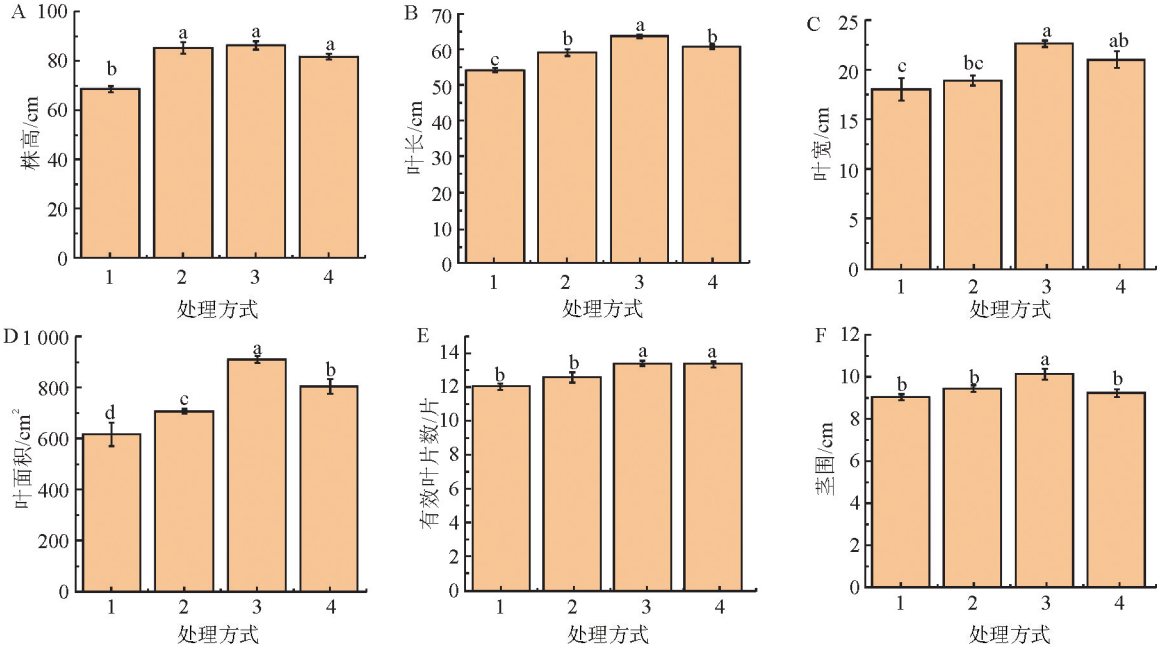
运用 SPSS 19.0 软件对数据进行分析，再用 Duncan(0.05)对各试验处理之间的数据进行方差分析.

2　结果与讨论

2.1　N，K 复合肥不同追施方式对 K326 生长的影响

2.1.1　对农艺性状的影响

以 N，K 复合肥作为追肥，在移栽后 15～20 d 进行追施，并调查打顶之后处理的农艺性状，包括叶长、叶宽、叶面积、株高、茎围、有效叶片数. 结果看出，移栽后 15～20 d 追施 N，K 复合肥能显著提高烟株叶长、叶宽、叶面积、株高、茎围等农艺性状；且当采用侧窝干施、封窝时，促进效果最明显；能使叶长较不追肥处理组增加 9.50 cm，4.57 cm，3.50 cm，叶宽增加 4.57 cm，3.66 cm，1.60 cm，叶面积增加 291.96 cm^2，202.34 cm^2，104.05 cm^2，有效叶片数增加 1.34 片、0.8 片和 0.01 片，株高增加 17.5 cm，茎围增加 1.10 cm，0.71 cm，0.90 cm，且与不追肥组和其他施肥方式差异有统计学意义(图 1).



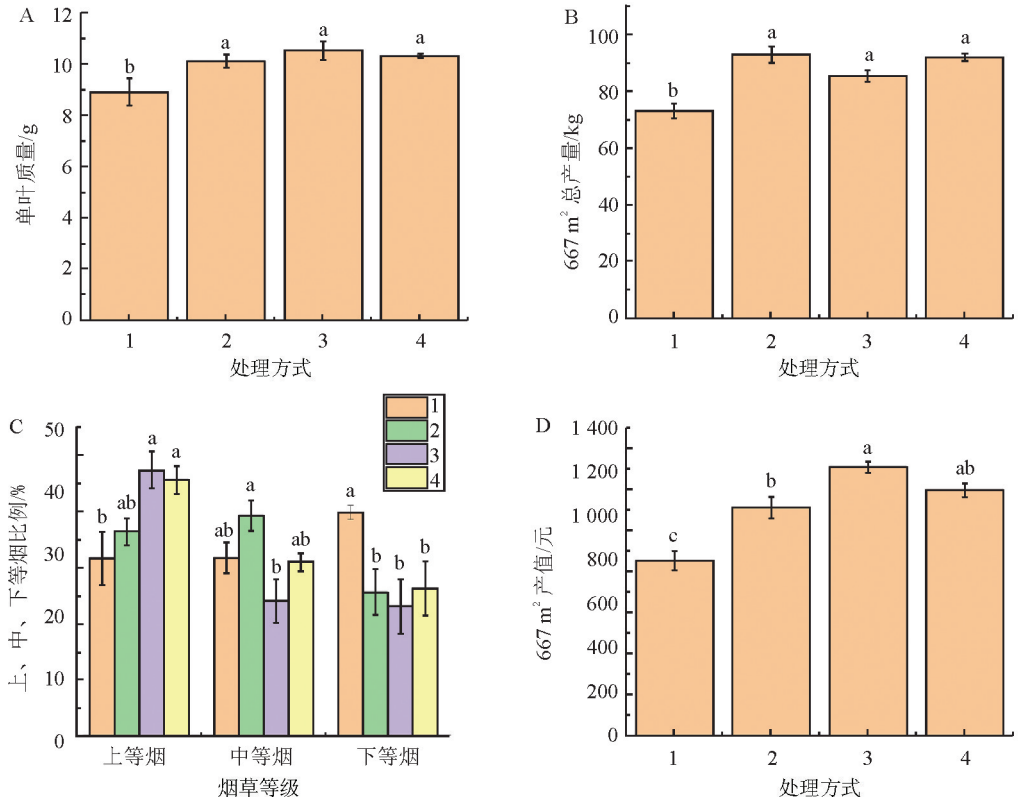
注：A～F 依次为株高、叶长、叶宽、叶面积、有效叶片数和茎围. 小写字母不同表示在 $p<0.05$ 水平差异有统计学意义.

图 1　追施 N，K 复合肥对 K326 农艺性状的影响

2.1.2　对产量和产值的影响

对采收后的新鲜烟叶上炕烘烤，下炕后测产分级，分为上等烟、中等烟和下等烟. 每个小区选 100 片叶片计算平均单叶质量，对得到的数据进行方差分析，结果如图 2 所示. 由结果可知，与不追肥处理组相比，追施 N，K 复合肥会促进单叶质量的增加，但各追肥方式对单叶质量的

影响不大(图 2A). 通过测定各处理的总产量，上、中、下等烟比例和产值(图 2C)，由图 2B 和 2D 可知，当侧窝干湿、封窝时，能使上等烟比例增加 16%，产值较不追肥组增加 468 元/667 m^2，显著增加收益.



注：A 为追肥对单叶质量的影响；B 为追肥对总产量的影响；C 为追肥对上、中、下等烟比例的影响；D 为追肥对总产值的影响. 小写字母不同表示在 $p<0.05$ 水平差异有统计学意义.

图 2 追施 N，K 复合肥对 K326 产量的影响

2.1.3 对抗性的影响

在旺长后期调查各类病害并计算各小区的发病率，不同病害的发病率见图 3. 由图 3 可知，追施 N，K 复合肥处理组烟草病毒病和赤星病的发病率要低于完全不追肥处理组，但处理组烟草病毒病和赤星病与不追肥组差异无统计学意义，而烟草野火病与不追肥组差异有统计学意义. 统计病情指数发现，各处理组会显著降低烟草病毒病、烟草赤星病和烟草野火病的病情指数，但不同追肥方式对各病害病情指数差异无统计学意义，说明追施 N，K 复合肥会在一定程度上增加烟株的抗病性.

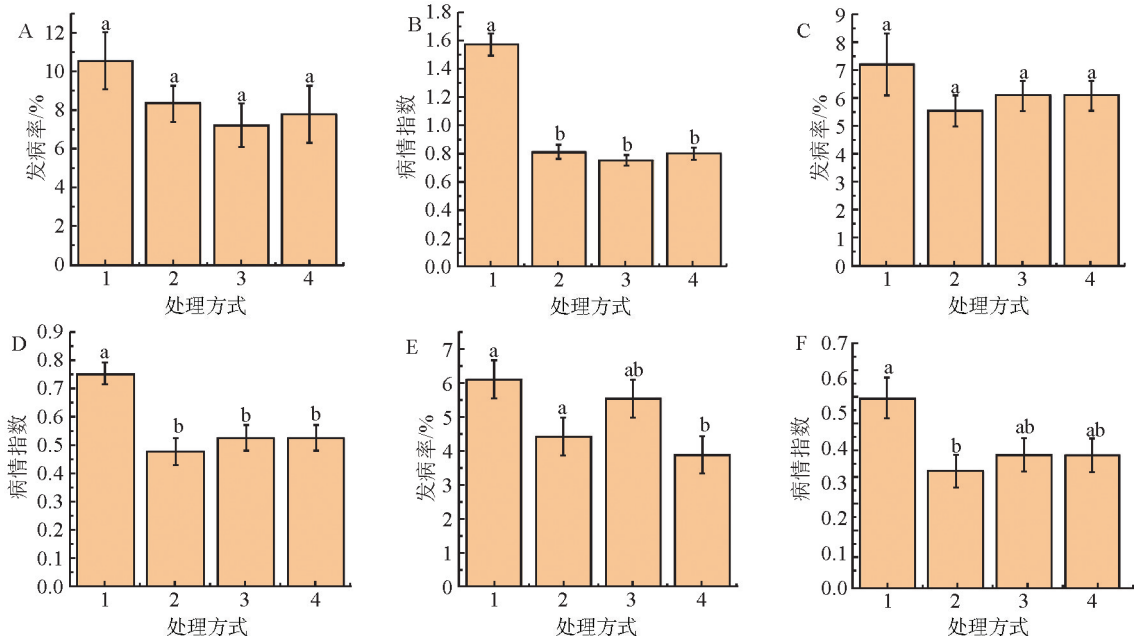
2.2 K_2SO_4 不同追施方式对 K326 生长的影响

2.2.1 对农艺性状的影响

以 K_2SO_4 作为追肥，在移栽后 35 d 进行追施，打顶之后调查并记录农艺性状，包括叶长、叶宽、叶面积、株高、茎围、有效叶片数，并对调查数据进行方差分析. 试验结果看出，移栽后 35 d 追施 K_2SO_4 对烟株产生积极的影响. 当侧窝淋施处理时，与对照不追肥组相比，会使株高增加 22.00 cm，2.01 cm，3.30 cm，叶长增加 16.33 cm，4.93 cm，6.03 cm，叶面积增加 322.98 cm^2，56.25 cm^2，92.4 cm^2，有效叶片数增加 1.94 片、0.84 片、0.40 片(图 4).

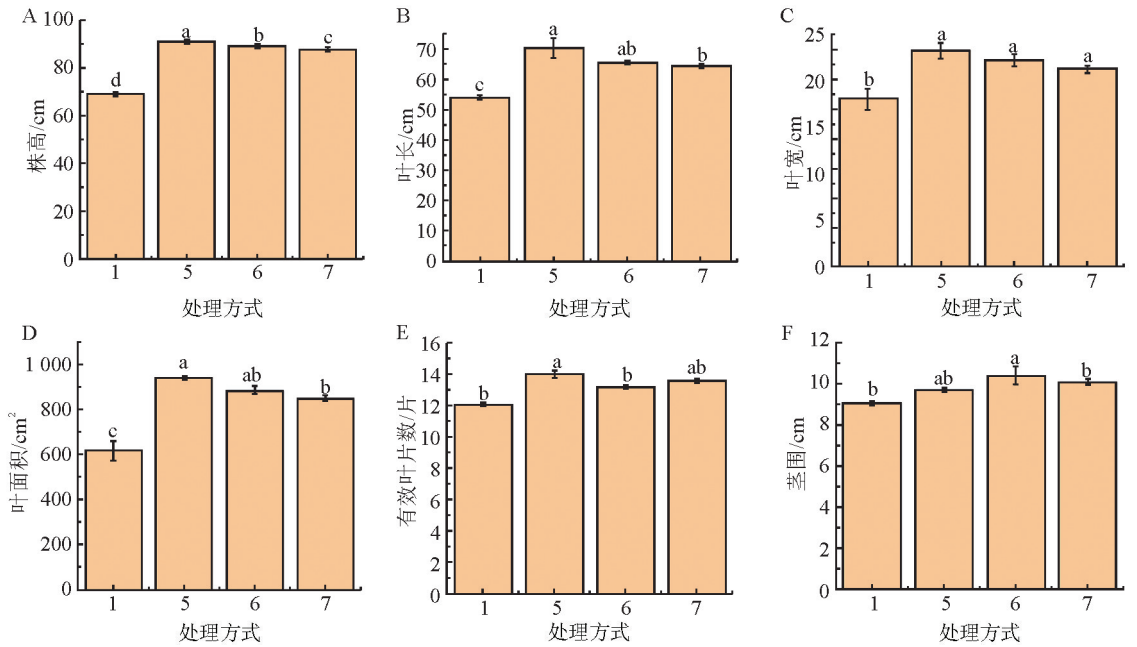
2.2.2　对产量和产值的影响

对采收后的烟叶测产分级，分为上等烟、中等烟和下等烟并对得到的数据进行方差分析. 试验结果看出，移栽后 35 d 追施 K_2SO_4，会促进单叶质量的增加，当侧窝淋施、侧窝干施、淋水封窝时，对单叶质量的影响显著优于不追肥和侧窝干施、封窝处理. 进一步对产量、上、中、下等烟比例和产值做统计. 侧窝淋湿 K_2SO_4 时，能使上等烟比例较不追肥处理组增加 27%，较其他追肥方式增加 18%，产值较不追肥组每 667 m^2 增加 619 元，能显著增加收益(图 5).



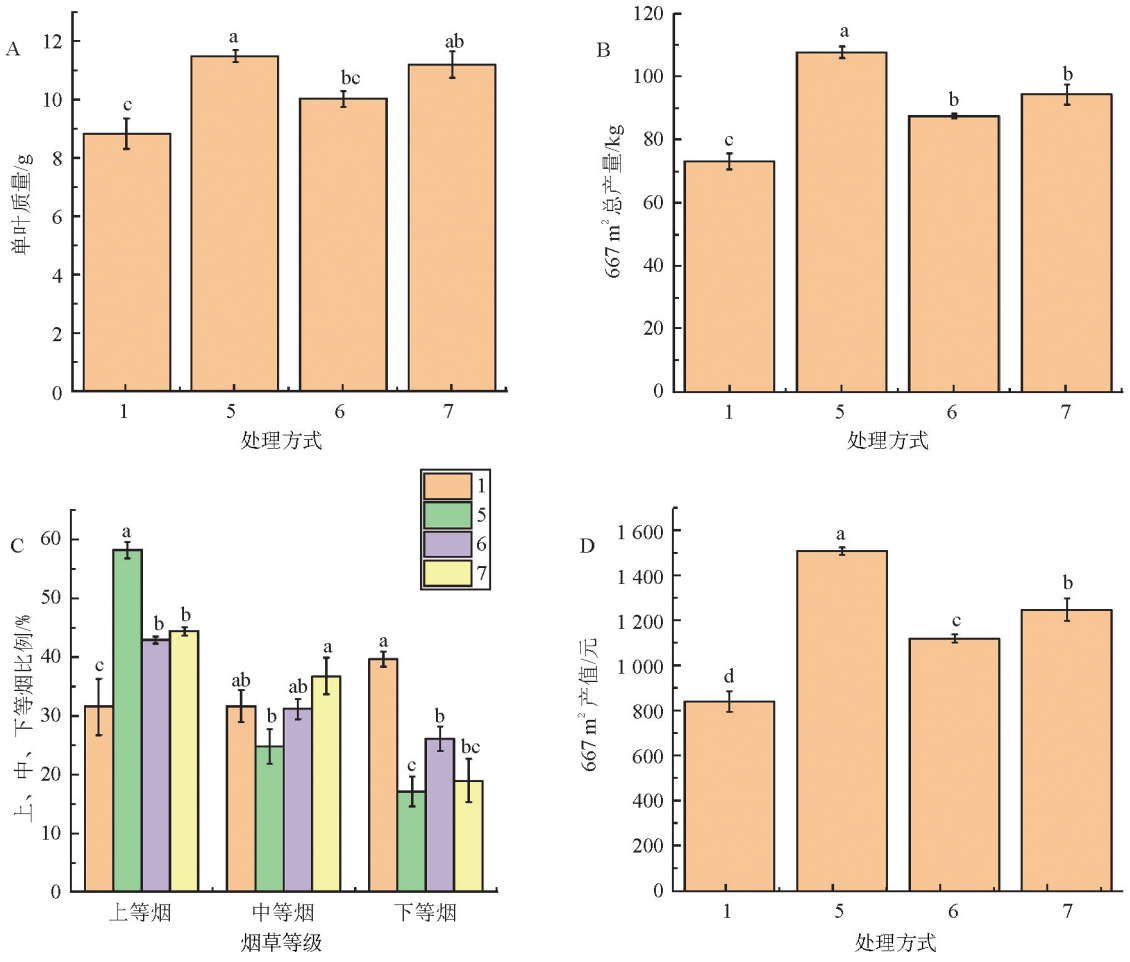
注：A 和 B 为烟草病毒病的发病率和病情指数；C 和 D 为烟草赤星病的发病率和病情指数；E 和 F 为烟草野火病的发病率和病情指数. 小写字母不同表示在 $p<0.05$ 水平差异有统计学意义.

图 3　追施 N，K 复合肥对各病害的发病率和病情指数的影响



注：A～F 依次为株高、叶长、叶宽、叶面积、有效叶片数和茎围.小写字母不同表示在 $p<0.05$ 水平差异有统计学意义.

图 4　追施 K_2SO_4 对 K326 农艺性状的影响



注：A 为追肥对单叶质量的影响；B 为追肥对总产量的影响；C 为追肥对上、中、下等烟比例的影响；D 为追肥对总产值的影响. 小写字母不同表示在 $p<0.05$ 水平差异有统计学意义.

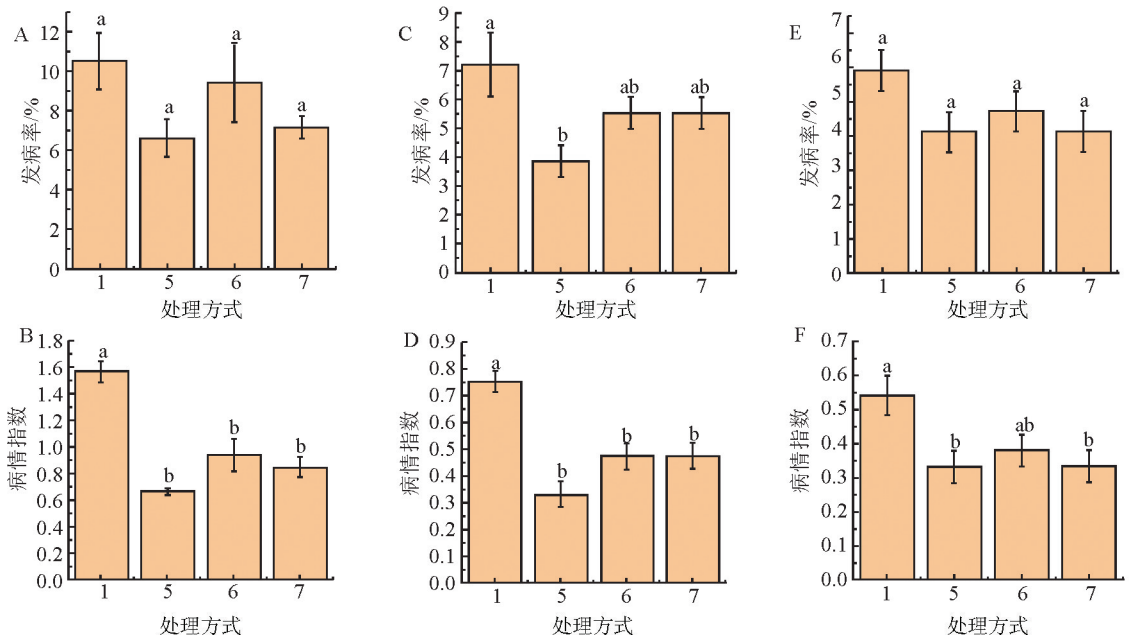
图 5 追施 K_2SO_4 对 K326 产量的影响

2.2.3 不同追施方式对抗性的影响

在旺长后期调查各类病害并计算各小区的发病率，在旺长后期调查各类病害并计算各小区的发病率. 结果看出，追施 K_2SO_4 处理组的各病害发病率要低于完全不追肥处理组，烟草病毒病和烟草野火病与不追肥组差异无统计学意义，烟草赤星病侧窝淋施处理组发病率低于其他处理. 统计病情指数发现，与不追肥处理组相比，各处理组会降低烟草病毒病、烟草赤星病和烟草野火病(除侧窝干施、封窝处理外)的病情指数，但不同追肥方式对各病害病情指数差异无统计学意义，说明追施 K_2SO_4 会在一定程度上增加烟株的抗性(图 6).

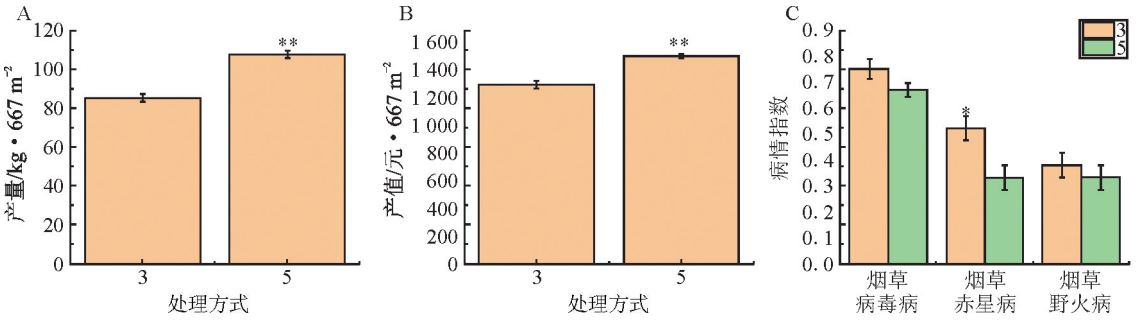
2.3 比较分析 N，K 复合肥与 K_2SO_4 2 种追肥的效果

比较追施 N，K 复合肥与 K_2SO_4 对烟草生长的影响，选择追施 N，K 复合肥和 K_2SO_4 对烟草影响最佳的追肥方式进行分析. 结果可知，侧窝淋施追施 K_2SO_4 对烟草生长的影响优于侧窝干施追施 N，K 复合肥. 侧窝淋施追施 K_2SO_4 相对于侧窝干施追施 N，K 复合肥，产量可以提高 22.39 kg/667 m^2，产值可以提高 212.75 元/667 m^2，显著提高了产量和产值. 但侧窝淋施追施 K_2SO_4 对烟草的抗病性的影响与侧窝干施追施 N，K 复合肥差异性不大，侧窝淋施追施 K_2SO_4 相对于侧窝干施追施 N，K 复合肥可以降低烟草赤星病的病情指数，但对烟草病毒病和烟草野火病病情指数的影响不大(图 7).



注：A 和 B 为烟草病毒病的发病率和病情指数；C 和 D 为烟草赤星病的发病率和病情指数；E 和 F 为烟草野火病的发病率和病情指数. 小写字母不同表示在 $p<0.05$ 水平差异有统计学意义.

图 6　追施 K_2SO_4 对各病害的发病率和病情指数的影响



注：A 为对产量的影响；B 为对产值的影响；C 为对病情指数的影响. 3，5 代表处理 3、处理 5. “*”代表在 $p<0.05$ 水平差异有统计学意义，“**”代表在 $p<0.01$ 水平差异有统计学意义.

图 7　侧窝干施追施 N，K 复合肥和侧窝淋施追施 K_2SO_4 对烟草生长的影响

3　结论与讨论

我国烟草施肥多采用基肥和追肥相结合的方法，其中基肥一般占 60%～70%，追肥占 30%～40%，基肥在施入土壤后可以在烟株还苗期、伸根期供给大量养分，随着烟株生育期推进和雨水的增加，土壤中的 N、K 肥经过长时间的散失和淋溶，其肥效会大大降低，这就需要追施一定的肥料使土壤保持肥力[15]. 本试验在打顶后调查农艺性状，结果可知，追肥会显著促进烟草叶长、叶宽、株高等农艺性状的增加，并且两种追肥的不同追肥方式影响各不相同. 对移栽后 15～20 d 追施 N，K 复合肥，侧窝干施、封窝时会显著促进烟株的生长；对移栽后 35 d 侧窝淋湿 K_2SO_4，当侧窝淋施时会显著促进植株的生长. 邢云霞等[16]认为硝酸钾肥对水淋施能显著提高烟株旺长期和圆顶期各项农艺指标，结果与本研究结果相似.

氮肥、钾肥在植株生长过程中非常重要，何承刚等[17]认为，在一定范围内，提高 KNO_3 追施量，烟叶产量、中上等烟比例、产值均相应提高. 本研究表明：在移栽后 15～25 d 追施 N，K 复合肥时，各追肥方式对产量、上等烟比例和产值有显著影响；在移栽后 35 d 追施 K_2SO_4 时，各追肥方式对产量、上等烟比例和产值均有显著影响；且在移栽后 35 d 追施 K_2SO_4 相对于移栽后 15～25 d 追施 N，K 复合肥，产量增加22.39 kg/667 m^2，产值增加 212.75 元/667 m^2，显

著提高了产量和产值. 石俊雄等[18]认为随着钾肥在施肥中比例的增加，烟叶内在品质提高，评吸质量改善. 在烟株生长后期供钾，可降低总氮、烟碱等含量，有利于改善烟叶品质. 这可能是由于在移栽前期施足基肥，在前期烟株主要利用基肥，而且随着降雨量的增加，一些基肥和在移栽后 15～20 d 追施的 N，K 复合肥会随着雨水流失，最后导致后期肥力不足，而在移栽后 35 d追施 K_2SO_4，能达到一个补肥的效果.

追肥能促进植株的生长，很可能会增加植株的抗性. 许星等[19]发现在间作条件追肥，可以提高水稻对细菌性条斑病的抗性. 张建旗等[20]也发现在月季生长期喷施磷、钾肥料较不喷施均能促使植株生长健壮、枝条粗壮、抗性增强. 本试验研究结果表明，追肥处理对烟草病毒病、烟草赤星病、烟草野火病的发病率影响不大，但追肥处理能显著降低烟草病毒病、烟草赤星病、烟草野火病的病情指数，但各追肥方式对病情指数的影响不大，说明追肥处理能在一定程度上增加烟株的抗病性.

综上所述，2 种追肥的不同追肥方式对烟草抗性和生长的均有一定的影响. 在今后烤烟生产过程中达到烟草的经济效益最大，可以在前期追施 N，K 复合肥，在中后期追施 K_2SO_4，但在今后还需要更深的研究来支撑本研究的结论.

参考文献：

[1] 张璐，徐宸，石孝均，等. 重庆市南川植烟区土壤养分演变趋势及施肥区划[J]. 西南大学学报(自然科学版)，2020，42(8)：17-25.
[2] 李茜，贾春雷，胡晨浩，等. 井窖式小苗移栽方式对重庆地区烤烟生长和产质量的影响[J]. 南方农业学报，2015，46(6)：991-995.
[3] 张培兰. 重庆山区烟草种植规模研究[D]. 郑州：河南农业大学，2011.
[4] 李春俭，张福锁. 烤烟养分资源综合管理理论与实践[M]. 北京：中国农业大学出版社，2006：12-51.
[5] 梁红. 重庆植烟土壤肥力特征及评价[D]. 重庆：西南大学，2014.
[6] 尚志强，李天福. 不同类型肥料对烤烟生长发育及品质的影响[J]. 内蒙古农业科技，2010，38(2)：58-59，71.
[7] 张晓冬，史春余，张淑香，等. 不同类型肥料对烤烟产量、品质及土壤物理性状的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版)，2007，38(3)：373-377.
[8] 秦艳青，李春俭，赵正雄，等. 不同供氮方式和施氮量对烤烟生长和氮素吸收的影响[J]. 植物营养与肥料学报，2007，13(3)：436-442.
[9] 李天福，陈萍，冉邦定. 烤烟不同耐肥品种的肥料利用率与烟叶品质[J]. 烟草科技，1999，32(4)：33-34.
[10] 曹文华，汪秀良，单文坡，等. 追肥时间对云烟 97 生长发育·产量及经济效益的影响[J]. 安徽农业科学，2011，39(7)：3869-3870.
[11] 陈天才，韦建玉，陈伦飞，等. 重庆市奉节县植烟区土壤养分演变趋势及施肥区划[J]. 山地农业生物学报，2021，40(6)：53-58.
[12] 罗建新，萧汉乾，方红，等. 钾肥施用量与施用期对烤烟产量和品质的影响[J]. 湖南农业大学学报，1997，23(2)：132-136.
[13] 赵久明，戴建军，丁伟. 不同施钾水平对烤烟产质量影响的研究[J]. 东北农业大学学报，1999，30(1)：41-43.
[14] 范艺宽，韩锦峰，李社潮，等. 不同追肥施用方法对烤烟生长发育及产质的影响[J]. 中国烟草科学，2001，22(2)：12-14.
[15] 李志鹏，刘浩，周涵君，等. 基肥与追肥比例对烤烟生长发育和品质的影响[J]. 江苏农业科学，2017，45(24)：59-63.
[16] 邢云霞. 施氮量和氮钾肥施用方法对土壤无机氮含量、烤烟生长及品质的影响[D]. 郑州：河南农业大学，2014.
[17] 何承刚，辛培尧. 不同用量硝酸钾追肥对烤烟产量质量的影响[J]. 干旱地区农业研究，2006，24(1)：70-72.
[18] 石俊雄，丁伟，刁朝强，等. 氮素和钾素在烤烟基追肥中的用量配比研究[J]. 贵州农业科学，2005，33(3)：64-67.
[19] 许星，张锋，王林萍. 不同栽培方式对 2 个水稻品种农艺性状、细菌性条斑病抗性和经济效益的影响[J]. 植物保护，2018，44(4)：92-98.
[20] 张建旗，杨永花，汉梅兰. 叶面追肥对地被月季生长及开花的影响[J]. 草原与草坪，2011，31(6)：58-61.