

氟节胺和氟乐灵复配打顶对棉花农艺性状及抗逆性的影响

陈佳林,李镇源,万素梅,胡守林,陈国栋,董红强

(塔里木大学植物科学学院,新疆 阿拉尔 843300)

摘 要:为了筛选适合于南疆机采棉田的化学打顶剂配方,于 2017—2018 年在新疆阿拉尔垦区开展棉田打顶试验。试验采用田间喷雾法,研究了氟节胺和氟乐灵按 1:1,2:1,3:1,4:1,5:1 这 5 种比例喷施对棉花株型、产量和纤维品质的影响。结果表明,随着氟乐灵喷施比例增大,药后 30~60 d 的棉花株高增幅减小,控顶持效性增强;相反,氟节胺比例越高,棉花冠层横切面积越小,株型越紧凑。各配方中以氟节胺:氟乐灵为 3:1 处理棉花产量最高,单产可达 $6\,036\pm162\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;与人工打顶处理相比,该配方处理棉花平均株高增加 $7.5\pm1.6\text{ cm}$,单产、衣分、纤维长度、纤维伸长率间无明显差异,棉叶 POD 酶和 SOD 酶活性分别提高 17.8%、7.1%,对棉花抗高温胁迫能力有积极作用。

关键词:棉花打顶;氟节胺;氟乐灵;农艺性状;抗逆性

中图分类号:S562;S482.8⁺92 **文献标志码:**A

Effect of cotton topping formula, flumetralin and trifluralin, on agronomic traits and resistance of cotton

CHEN Jialin, LI Zhenyuan, WAN Sumei, Hu Shoulin, CHEN Guodong, DONG Hongqiang

(College of Plant Science, Tarim University, Alaer, Xinjiang 843300, China)

Abstract: To screen suitable topping chemicals for cotton in southern Xinjiang, a cotton topping experiment was carried out in Alar cotton reclamation area in 2017 and 2018. Flumetralin and trifluralin mixed in five ratios of 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, and 5:1, and the spraying effects of the mixture on plant shape, yield, and fiber quality of cotton were studied. The results showed that with the increase of trifluralin ratio, the cotton plant height increase was slow between 30 and 60 days after application, which indicated the lasting effect on cotton top increased. In contrast, with the increase of flumetralin ratio, cotton canopy size was smaller, meaning more compact plant shape. Among all the formulas, the highest cotton yield was obtained with the mixture of flumetralin and trifluralin at ratio of 3:1, and the seed cotton yield per unit area was $6\,036\pm162\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$. Compared with the manual topping treatment, the average plant height of cotton with the treatment of 3:1 ratio increased by $7.5\pm1.6\text{ cm}$, whereas, no significant differences were observed for the seed cotton yield per unit area, fiber percent, fiber length and fiber elongation, the POD and SOD in cotton leaves increased by 17.8% and 7.1%, respectively, which indicated that the 3:1 ratio improved tolerance of cotton to high temperature stress.

Keywords: cotton topping; flumetralin; trifluralin; agronomic characters; resistance

近年来,随着“矮、密、膜、滴”种植模式和航空植保、采棉机等先进农业装备技术的推广,南疆棉花机械化管理已达到较高水平,但棉花生产所遇到的瓶颈并没有得到根本改观,如棉花打顶技术滞

后、密度过大后期脱叶难、机械采收品质低等问题^[1]。打顶是促进棉花早熟,获取棉花优质、高产的重要手段,目前无法摆脱手工操作成为棉花实现生产全程机械化和规模化的制约因素,直接影响植

棉经济效益,有关棉花打顶技术的研究一直备受关注^[2-3]。

人工打顶即人工掐除棉花主茎生长点,费工费时,劳动效率难以提高,无法满足新疆大面积高效栽培的需求;机械打顶可提高工作效率,但由于棉株高度的个体差异,无法保证预留的果枝台数,易造成棉花减产^[4-5]。李新裕等^[6]曾用植物生长调节剂缩节胺(DPC)进行长绒棉的控顶试验,虽因持效期短导致棉花生育有延缓,但表现出了很好的控顶潜力;赵强等^[7]研究了含有缩节胺、缓释剂和助剂的化学打顶剂,在南疆棉花生产应用中取得了初步成效。苏成付等^[8]使用氟节胺进行棉花打顶获得了一定增产效果,但需2次施药,施药成本与用药量较大,有待进一步改善。因此,在新疆兵团棉花生产中,化学打顶有望成为高效打顶技术的主要手段。目前,在新疆棉区有一定应用面积的化学打顶剂主要有土优塔^[9]、禾田福可^[10]、新疆金棉^[11]等,这些化学打顶剂在生产中应用还不成熟,棉田易出现棉株营养生长与生殖生长不协调,顶部果枝冗余不成铃,从而造成养分的浪费^[12]。此外,化学打顶对施药技术要求较高,施药不当易造成棉花减产,这也阻碍了化学打顶技术的大面积推广应用^[13]。在现有研究基础上,本试验选择安全性较高、成本更低且具有抑芽作用的氟乐灵与氟节胺混配^[14]进行棉花化学打顶试验,以棉花的农艺性状、产量与品质性状为衡量指标,筛选适合于阿拉尔垦区的棉花打顶剂配方,为南疆棉田化学打顶剂的使用和应用推广提供理论依据和实践参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试棉花品种:新陆中63号(新疆第一师农科所提供)。

试验药剂:25%氟节胺悬浮剂,由张掖市大弓农化有限公司生产;25%氟乐灵乳油,实验室自制;25%氟节胺:氟乐灵乳油,实验室自制。

1.2 试验处理

试验于2017—2018年在新疆生产建设兵团第一师9团(40°51'N,80°82'E)进行。试验土壤为壤土,前茬为棉花,耕层土壤有机质含量为16.2 g·kg⁻¹,碱解氮23.7 mg·kg⁻¹,速效磷20.8 mg·kg⁻¹,速效钾174.8 mg·kg⁻¹。试验棉田栽培模式为一膜6行,采用宽窄行66 cm+10 cm,株距11 cm,理论密度24万株·hm⁻²。

试验共设8个处理,分别为25%氟节胺:氟乐

灵(1:1)乳油(T1)、25%氟节胺:氟乐灵(2:1)乳油(T2)、25%氟节胺:氟乐灵(3:1)乳油(T3)、25%氟节胺:氟乐灵(4:1)乳油(T4)、25%氟节胺:氟乐灵(5:1)乳油(T5)、25%氟乐灵乳油(T6)、25%氟节胺悬浮剂(T7)、人工打顶(T8)以及清水对照(CK),4次重复,共计36个小区,随机区组排列,小区面积100 m²,小区间设置保护行。药液量均为1 200 g·hm⁻²。于7月12日棉花花期使用四旋翼无人飞机施药1次,一周后用98%甲哌磺可溶性粉剂150 g·hm⁻²喷雾1次,并开始记录田间一月内温度变化。试验期间未施用其他杀菌剂和植物生长调节剂,棉花农事管理及虫害、杂草防治与当地生产一致。

1.3 研究方法

1.3.1 天气调查 记录2017年和2018年7月12日至8月11日棉田日均温度(由当地气象站提供)。

1.3.2 农艺性状调查 药前和药后10、20、30、60 d,每小区随机选择10株棉株,调查棉花株高(子叶节到主茎顶端的长度)、倒四果枝长度、株宽(棉株横向最大宽度)^[11]。

1.3.3 生理指标 药前和药后10、20、30、60 d,每小区随机选择10株棉花,上中下各取3片叶片,每小区随机选择10株棉花,上中下各取3片叶片,迅速放入冰袋,带回实验室在-80℃超低温冰箱保存,测定生理指标时均匀剪取样品各叶片组织,重复3次。

酶活性测定方法^[15-16]:SOD(超氧化物歧化酶)活性测定采用氮蓝四唑(NBT)法,POD(过氧化物酶)活性使用愈创木酚法测定,MDA(丙二醛)含量测定采用硫代巴比妥酸比色法。

1.3.4 产量及品质 棉花吐絮前期(9月25日)比较空白对照区与处理区红叶株率、棉铃大小与数量;吐絮后每小区实收测产(10月21日),选取每小区中间膜棉花统计收获株数和有效铃数,计算平均单株结铃数,同时选取代表性植株20株,取全部正常吐絮铃测定平均铃重,轧花后计算。测定衣分后取棉纤维样品,送农业部农产品质量监督检验测试中心(乌鲁木齐)测定。

1.4 数据分析

试验数据采用SPSS 17.0软件中的Duncan's新复极差法检验处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同处理对棉花株高及产量指标的影响

不同配方施药60 d后测定棉株高度、单株铃数、单铃重,收获后测定不同处理棉花衣分、单产。

由表 1 可知,氟乐灵、氟节胺单剂处理的棉花株高均比混配和人工打顶处理高,其单产也显著低于缩节胺与氟乐灵按 2 : 1、3 : 1、4 : 1、5 : 1 混配与人工打顶处理,说明两药剂混配对棉花的控顶效果优于单剂处理。在各配方中,以 T3(氟节胺 : 氟乐灵配比为 3 : 1)处理棉株控顶效果最好,单产达 6 036 ±162 kg · hm⁻²,与人工打顶产量相当,单株铃数、单铃重以及衣分无差异。可见,控制株高对棉花增产有促进作用,但并未表现出正相关线性关系。

通过对 2017—2018 年不同时期棉花株高变化动态与产量进行比较(图 1),发现与人工打顶相比,化学打顶剂处理后棉花株高均有一定程度伸长。其中 T7 与 T6 处理后棉株株高最高,单产最低,说

明单剂控顶效果较差。药后 10 d 时,氟节胺与氟乐灵混合配方中以 T1 处理后株高增幅最大,其次为 2 : 1、3 : 1、4 : 1 混配处理,5 : 1 混配处理株高增幅最小;药后 30 d 至 60 d T1 株高增幅最小,其次为 2 : 1、3 : 1、4 : 1 混配处理,5 : 1 混配处理株高增幅最大。说明打顶剂配方中氟节胺含量较高,控顶速效性较好,打顶剂配方中氟乐灵含量较高,控顶持效性较好。药后 10、20、30、60 d 株高平均增幅比较发现,T3 处理棉株平均每日株高增幅最小(0.13 cm),单产最高,其次为 4 : 1、2 : 1 混配处理,氟乐灵单剂处理株高增幅最大(0.46 cm),单产最低。可见,棉花打顶剂能控制棉花营养生长,且控顶持效期长,有利于棉花的增产。

表 1 不同处理对棉花株高及产量的影响

Table 1 Effects of different treatments on plant height and yield of cotton

处理 Treatment	株高/cm Plant height	单株铃数 Boll number per plant	单铃重/g Boll weight	衣分/% Lint percentage	单产/(kg · hm ⁻²) Yield per unit area
T1	92.9±1.1b	11.8±1.3a	4.3±0.5a	39.1±1.6ab	4921±152d
T2	91.6±1.2b	10.6±1.5a	4.4±0.4a	39.6±0.7a	5319±173bc
T3	91.4±0.7b	11.7±0.3a	4.3±0.3a	38.3±2.0ab	6036±162a
T4	92.1±1.8b	11.2±0.6a	4.3±0.4a	40.7±1.4a	5868±139a
T5	93.5±1.4b	10.1±0.8a	4.3±0.5a	40.7±1.5a	5571±192b
T6	111.6±1.9a	10.3±1.2a	4.2±0.2a	38.4±1.7ab	2912±131e
T7	109.1±1.5a	6.5±1.3b	4.1±0.3a	37.8±1.9b	5091±95cd
T8	83.9±0.9c	10.4±0.6a	4.2±0.3a	38.5±2.2ab	6038±157a

注:表中所用数据为 2017—2018 两年平均值;同一列数据后不同字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著,下同。
Note: Data used in the table were the average values of 2017 and 2018; Values within a column followed by different letters are significantly different at $P<0.05$ according to Duncan's multiple range test, the same below.

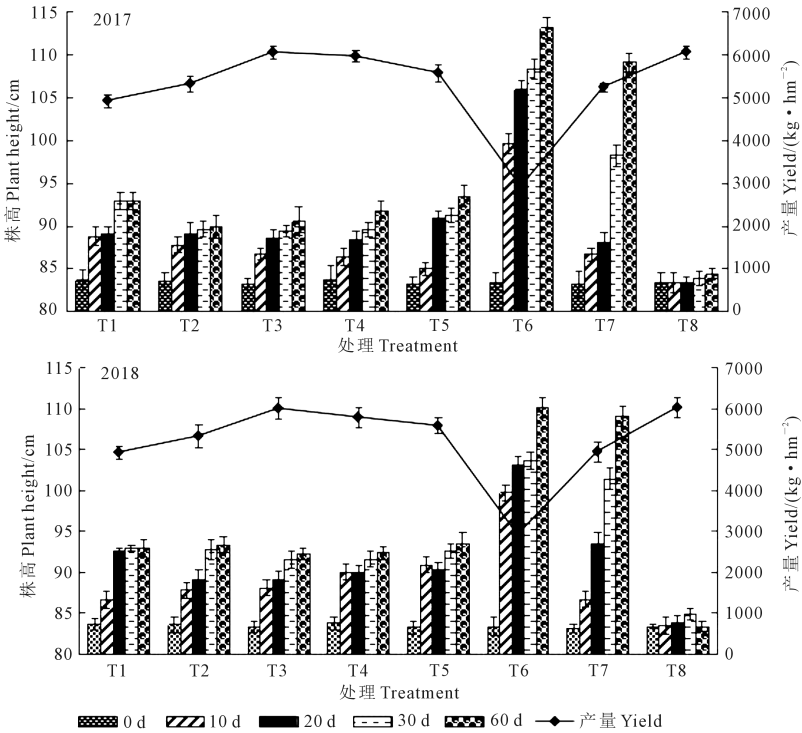


图 1 各处理棉花株高动态及其产量

Fig.1 Plant height dynamics and yield of cotton under different treatments

2.2 不同处理对棉花植株冠层结构的影响

通过比较人工打顶与各药剂处理的棉花株宽变化(图 2)可知,人工打顶处理棉花株宽最大,棉株冠层横切平均面积为 1 392.61 cm²,其次为 T6(1 168.80 cm²)、T1(1 064.01 cm²)、T2(1 034.09 cm²)、T3(989.64 cm²)、T4(898.06 cm²)、T5(830.96 cm²),T7 处理最小,棉株冠层横切平均面积为 772.51 cm²。说明氟节胺处理棉花后使其株型变得紧凑,且打顶剂配方中氟节胺比例越高,株型越紧凑。

2.3 不同处理对棉花纤维品质的影响

调查表明(表 2),与人工打顶相比,化学打顶剂处理后棉花的纤维长度、马克隆值、断裂比强度、整齐度、伸长率和短绒指均未表现出显著性差异。

2.4 化学打顶对棉花生理生化指标的影响

2.4.1 天气情况观测 2017、2018 年试验期的温度情况见图 3。2017、2018 年喷施当天平均温度分别为 25℃和 27.2℃,无降雨、刮风现象。喷药后 8~10 d 进入高温天气(平均温度≥30℃),持续 8~10 d 左右。

2.4.2 化学打顶对棉花生理生化指标的影响 打顶后 8~10 d,棉花陆续进入高温环境条件,在高温胁迫下,不同处理的棉花叶片细胞膜系统感受到胁迫信号,通过信号传递途径将胁迫信号传递到细胞内,引起植物体内酶活性的变化^[17](图 4)。

在高温胁迫下,棉花体内存在着抗氧化防御系统,过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)是植物体内清除过氧化物,降低活性氧伤害的酶^[18-19]。由图 4A、4B 可知,打顶处理后 1~10 d,人工打顶和化学打顶处理的棉花 POD、SOD 活性上升速率比未打顶快,说明高温来临前进行打顶处理有利于增强棉花的抗氧化能力;氟节胺与氟乐灵复配处理后 1~30 d 的棉花叶片 POD、SOD 活性显著高于人工打顶,药后 60 d,T3 处理与人工打顶相比,棉叶 POD 和 SOD 酶活性分别提高了 17.8%、7.1%,说明化学打顶剂处理比人工打顶处理更有利于增强棉花对高温胁迫的抵抗能力。棉花叶片丙二醛(MDA)含量影响着细胞膜脂过氧化水平,在一定程度上反映了组织衰老的程度^[20]。由图 4C 可知,随棉花生育进程的推进,各处理棉花叶片 MDA 含量

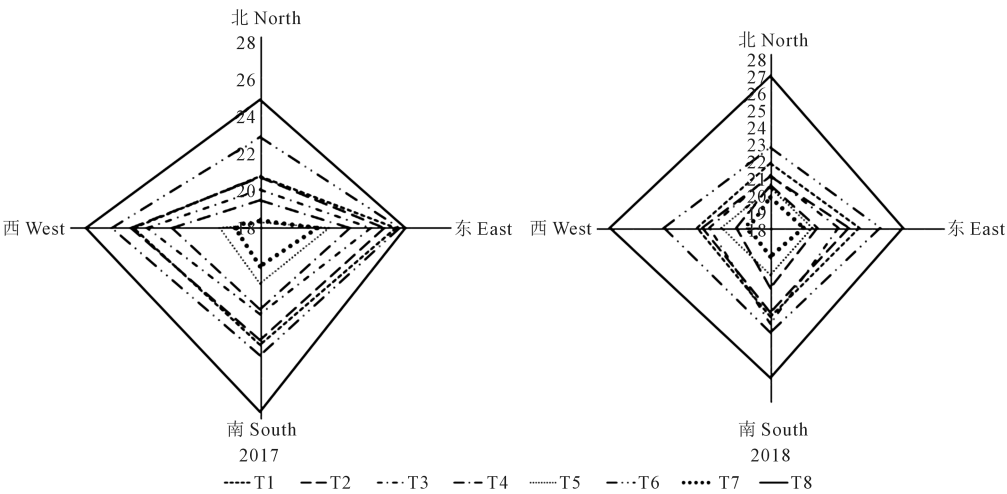


图 2 不同处理棉花株势图

Fig.2 Chart of cotton plant under different treatments

表 2 不同处理对棉花纤维品质的影响

Table 2 Effects of different treatments on cotton fiber quality

处理 Treatment	纤维长度/mm Fiber length	整齐度/% Length uniformity	强度/(CN·tex ⁻³) Fiber strength	伸长率/% Breaking elongation	短绒指数/% SFI	马克隆值 Micronaire
T1	28.1±0.2a	84.3±3.6a	29.6±0.7a	7.7±0.4a	6.1±0.6a	4.5±0.3a
T2	27.9±0.3a	85.0±2.7a	29.6±1.3a	7.7±0.3a	6.3±0.7a	4.6±0.2a
T3	27.9±0.2a	84.1±3.1a	29.7±1.4a	7.7±0.2a	6.1±0.2a	4.5±0.5a
T4	28.2±0.3a	85.3±3.7a	29.6±1.5a	7.6±0.6a	5.8±0.4a	4.5±0.1a
T5	28.3±0.4a	84.2±2.2a	28.6±1.8a	7.7±0.5a	6.2±0.3a	4.5±0.3a
T6	28.1±0.4a	84.5±2.8a	29.7±1.2a	7.8±0.4a	6.1±0.3a	4.5±0.4a
T7	28.1±0.3a	76.3±2.7a	29.6±1.1a	7.6±0.3a	5.8±0.5a	4.6±0.3a
T8	28.1±0.4a	85.1±3.6a	29.6±1.5a	7.8±0.4a	5.7±0.6a	4.5±0.4a

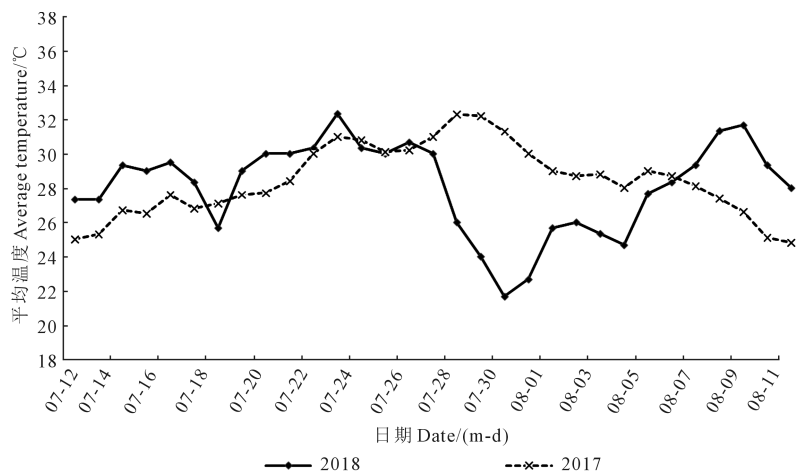


图 3 2017 年与 2018 年测试期日平均温度变化情况

Fig.3 Variation of average daily temperature in test period after spraying topping agent in 2017 and 2018

均呈现逐渐增高的变化趋势,施药 30 d 以后,未打顶处理的棉叶 MDA 含量显著高于打顶处理,说明打顶剂处理有利于棉花叶片高温胁迫的缓解。

3 讨 论

化学打顶技术的应用能有效提高植棉效率、节约成本,目前主要从药剂筛选、施药技术及棉花质量、安全性影响等方面入手来探究其对棉花的打顶效果。试验结果表明,2 种打顶剂配方处理后棉花产量较人工打顶出现减产、平产和略增等不一致的情况,王香茹等^[21]也有类似报道,说明化学打顶具有替代人工打顶的潜力。苏成付等^[8]提出氟节胺 $1\ 200\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理棉花后 10 d 左右,株高停止生长,具有较理想的打顶效果。本试验中,T4、T5 处理棉株 7 d 后主茎顶芽生长受到抑制,但药后 20~30 d 棉株又出现株高生长现象,说明以上配方持效性较差,导致棉株顶端棉桃脱落严重;T1、T2 处理棉株 10 d 时株高增长较多,说明以上配方抑制顶芽生长速效性较差,导致棉株下部棉桃脱落严重;T3 处理能在药后 1~60 d 有效控制棉株的营养生长,解决了氟乐灵单剂速效性差和氟节胺单剂持效性短的问题,使得棉花株型更为紧凑,达到了人工打顶的效果。因此,筛选出具有良好速效性和持效性的打顶剂,有利于棉花提前结铃吐絮。

姜善伟等^[22]研究表明,在 7 月 10 日同时进行人工打顶和化学打顶,两者产量没有明显差异。本试验结果发现,在 7 月 12 日进行氟节胺与氟乐灵复配处理,药后 10 d 的棉花体内过氧化物酶、超氧化

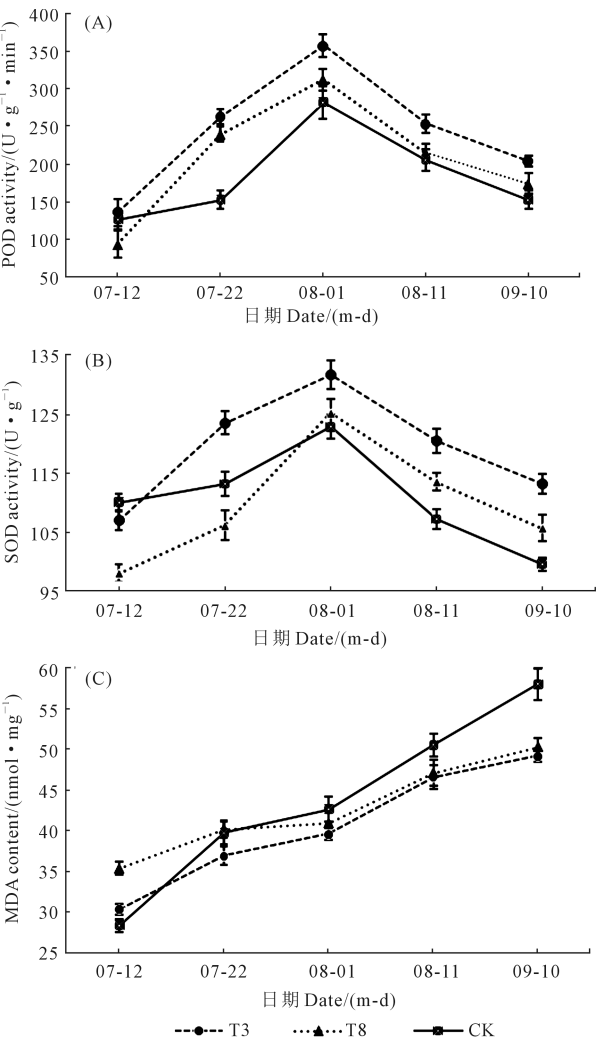


图 4 不同处理对棉花主要抗逆生理指标的影响

Fig.4 Effect of different treatments on physiological indicators of stress resistance of cotton

物歧化酶活性显著高于未打顶处理,根据南疆气温变化观测,这段时间南疆天气进入高温状态,说明氟节胺与氟乐灵复配处理 10 d 后对提高棉花抗高温胁迫能力有积极作用,这与娄善伟等^[22]提出的观点相一致。结合田间实际情况决定喷施化学打顶剂的时间,施药后酌情进行缩节胺调控,在适当的生长季节有效控制棉株生长,保证化学打顶不影响棉花结铃^[23]。

4 结 论

氟节胺与氟乐灵不同比例复配进行棉花打顶试验发现,配方中氟节胺比例越高,控顶速效性越好;氟乐灵比例越高,控顶持效性越好。25%氟节胺:氟乐灵(3:1)1 200 g·hm⁻²无人机施药处理能在药后长期有效控制棉花植株顶尖的生长,解决了氟节胺单剂需 2 次施药的问题,使得棉花株型更为紧凑,达到了人工打顶的效果。

棉花打顶后 10 d 左右,新疆天气进入高温状态,氟节胺与氟乐灵复配处理后棉花体内过氧化物酶、超氧化物歧化酶活性显著高于人工打顶处理,说明氟节胺与氟乐灵复配处理对提高棉花高温胁迫防御能力有促进作用。

参 考 文 献:

[1] 毛树春. 我国棉花种植技术的现代化问题——兼论“十二五”棉花栽培相关研究[J]. 中国棉花, 2010, 37 (3): 2-6.

[2] Yang Yanmin, Zhu Ouyang, Yang Yonghui, et al. Simulation of the effect of pruning and topping on cotton growth using COTTON2K model [J]. Field Crops Research, 2008, 106 (2):126-137.

[3] 马富裕, 程海涛, 李少昆,等. 高产棉花打顶调控的群体适宜性研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(12): 1843-1848.

[4] 罗昕, 胡斌, 王维新,等. 3MDZK-12 型组控式单行仿形棉花打顶机[J]. 农机化研究, 2008, 30 (11): 136-138.

[5] 唐军, 罗昕, 胡斌,等. 3MDZK-12 型单行仿形棉花打顶机的结构设计 with 性能试验研究[J]. 石河子大学学报, 2008, 6 (4): 511-514.

[6] 李新裕, 陈玉娟. 新疆垦区长绒棉化学封顶取代人工打顶试验研

究[J]. 中国棉花, 2001, 28 (1):11-12.

[7] 赵强, 周春江, 张巨松,等. 化学打顶对南疆棉花农艺和经济性状的影响[J]. 棉花学报, 2011, 23 (4):329-333.

[8] 苏成付, 邱新棉, 王世林. 烟草抑芽剂氟节胺在棉花打顶上的应用[J]. 浙江农业学报,2012,24 (4):545-548.

[9] 王刚, 张鑫, 陈兵,等. 土优塔棉花打顶剂对新陆早 61 号倒四叶内源激素含量的影响[J]. 分子植物育种,2018, 16 (2):572-577.

[10] 刘继. 禾田福可在棉花上的应用效果分析[J]. 新疆农垦科技, 2017, (4), 51-52.

[11] 杨成勋, 张旺锋, 徐守振,等. 喷施化学打顶剂对棉花冠层结构及群体光合生产的影响[J].中国农业科学, 2016, 49 (9):1672-1684.

[12] 董春玲, 罗宏海, 张亚黎,等. 喷施氟节胺对棉花农艺性状的影响及化学打顶效应研究[J]. 新疆农业科学, 2013, 50 (11): 1985-1990.

[13] 王刚,张鑫,陈兵,等.棉花化学打顶剂在新疆的推广应用现状及发展策略[J].中国植保导刊,2016,36(1):76-80,75.

[14] 郑雄志, 李宏光, 易图永. 六种烟草抑芽剂对烟芽抑制效果的研究[J]. 湖南农业科学, 2013, 20(2): 33-34.

[15] Rao M V, Paliyath G, Ormrod D P. Ultraviolet -B -and ozone-induced biochemical changes in antioxidant enzymes of Arabidopsis thaliana [J]. Plant Physiology,1996,110 (1):125-136.

[16] Immoller, Jensen P E, Hansson A. Oxidative modifications to cellular components in plants [J]. Annual Review of Plant Biology, 2007, 58:459-481.

[17] 屠小菊, 汪启明, 饶力群. 高温胁迫对植物生理生化的影响[J]. 湖南农业学报, 2013, 24(13): 28-30.

[18] 李冰, 刘宏涛, 孙大业,等. 植物热激反应的信号转导机理[J]. 植物生理与分子生物学报, 2002, 28 (1): 1-10.

[19] 周祖富, 黎兆安. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社,2005:114-123.

[20] 高长敏, 马光恕, 廉华,等. 木霉菌对黄瓜幼苗生长和膜脂过氧化指标的影响及对枯萎病的防治效果[J]. 中国生物防治学报, 2018, 34(5): 762-770.

[21] 王香菇, 张恒恒, 庞念厂,等. 新疆棉区棉花化学打顶剂的筛选研究[J]. 中国棉花, 2018, 45(3): 7-12,31.

[22] 娄善伟, 康正华, 赵强,等.化学封顶高产棉花株型研究[J].新疆农业科学,2015,52(7):1328-1333.

[23] 赵强, 张巨松, 周春江,等.化学打顶对棉花群体容量的拓展效应[J]., 棉花学报, 2011, 23(5): 401-407.