

植物生长调节剂复配对棉花产量的影响

马春梅 田阳青 赵强 李江余 吴雪琴

(新疆农业大学农学院/棉花教育部工程研究中心, 830052, 新疆乌鲁木齐)

摘要 以闫棉 67 号为供试材料, 探究不同植物生长调节剂复配对棉花成铃和产量的影响。结果表明, 不同植物生长调节剂复配可以有效调节棉花株高和果枝数, 增加棉花果节量, 提高棉铃数, 同时增加棉铃体积和棉铃重, 显著提高棉花伏前桃和伏桃数量, 增加籽棉产量, 其中复硝酚钠和胺鲜酯复配处理效果最佳。各复配处理对棉花纤维品质影响均较小。

关键词 植物生长调节剂复配; 棉花; 产量; 纤维品质

随着作物栽培技术的不断完善, 植物生长调节剂在作物栽培过程中的应用越来越广泛^[1-2], 植物生长调节剂在一定程度上调节植物的生长发育。复硝酚钠是一种广谱型植物生长调节剂, 在植物全生育期具有调节作用, 能够加速植株生长发育, 促进保花保果, 改善产品品质, 提高产量^[3-5]。萘乙酸钠与多种调节剂和肥料配合使用, 可以促进植物枝叶茂盛, 提高产量, 改善品质^[6-7]。胡兆平等^[8]研究发现, 萘乙酸钠能明显提高茄子叶片数量, 并且与复硝酚钠复配可显著提高产量, 提高果实中的维生素 C、可溶性糖、粗纤维和粗蛋白含量等。曹莹等^[9]研究发现, 萘乙酸钠与木醋液复合施用对花生单株结果数和单株果重具有促进作用。调环酸钙是一种环己烷羧酸钙盐, 施用后无残留, 主要应用于小麦^[10]、水稻^[11]和棉花^[12]等作物中, 通过控制其徒长, 增加叶绿素含量, 增强光合作用, 从而提高产量。胺鲜酯能促进作物早熟、增产, 提高作物的品质。黄文婷等^[13]研究发现, 胺鲜酯能够有效提高大豆各生育时期光合作用能力, 促进碳代谢产物及相关酶的合成, 有利于提高产量。孙晓慧等^[14]研究发现, 适宜浓度胺鲜酯既能提高菠菜产量, 又可改善其营养品质。各种植物生长调节剂在棉花生长发育中具有增效作用, 但大多为单一调节剂的应用。本试验选用萘乙酸钠、调环酸钙和胺鲜酯分别与复硝酚钠复配, 旨在探究各植物生长调节剂与复硝酚钠复配对促进棉铃生长发育的增效作用, 筛选出对棉花产量及品质效果最优的复配剂。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试棉花品种为闫棉 67 号, 为新疆当地推广品种。

供试植物生长调节剂: 复硝酚钠 (compound sodium nitrophenolate, 简称 CSN) 购买于河南新雨化工科技有限公司, 有效成分含量 98%, 红色粉剂, 可溶于水; 萘乙酸钠购买于河南新雨化工科技有限公司, 有效成分含量 98%, 白色粉剂, 易溶于水; 调环酸钙购买于安阳全丰生物科技有限公司, 有效成分含量 15%, 白色粉剂, 易溶于水; 胺鲜酯(diethyl aminoethyl hexanoate, 简称 DA-6) 购买于河南新雨化工科技有限公司, 有效成分含量 98%, 白色粉剂, 易溶于水。以上均为原药。

化学打顶剂: 自封鼎 (粉剂甲哌噻, 有效成分含量 98%, 购买于国欣诺农生物有限公司)。

1.2 试验地概况

试验于 2020 年在新疆库尔勒和什力克乡柳林村 (85°5' E, 41°4' N) 进行, 该地属温带大陆性气候, 年均气温 12°C, 降水量 51.5mm, 无霜期 228d。4 月 14 日播种, 一膜 4 行, 株行距配置为 66cm+10cm 和 10cm, 前茬作物均为棉花。5 月 23 日出现局部地区冰雹天气, 棉花真叶出现破裂。

1.3 试验方法

试验设置 5 个处理, 以复硝酚钠 15g/hm² (CK1) 为基础, 分别复配萘乙酸钠 15g/hm² (T1)、调环

作者简介: 马春梅, 研究方向为作物化学控制原理与技术, E-mail: 1287408495@qq.com

赵强为通信作者, 主要从事作物化学控制原理与技术研究, E-mail: qiangzhao99@163.com

基金项目: 新疆兵团科技攻关项目“棉花化学打顶整枝综合配套技术集成与示范”(2018AB039)

收稿日期: 2021-06-08; 修回日期: 2021-11-11; 网络出版日期: 2022-10-11

酸钙 30g/hm² (T2) 和胺鲜酯 30g/hm² (T3), 同时设置清水对照 (CK2) 处理, 分别于棉花化学打顶前 10d 和后 10d 各喷施 1 次, 7 月 12 日化学打顶, 打顶剂为粉剂甲哌噻 225g/hm² (自封鼎), 选择晴朗无风天气用背式喷雾器进行人工喷施, 用水量为 450L/hm², 均匀喷施于叶面和植株茎秆。以上药剂均为现配现用, 不添加表面活性剂 (增效剂)。每个处理设 3 个重复, 采用随机区组试验设计, 每个小区 4 膜×10m, 面积为 60m², 总面积为 900m², 水肥管理与大田一致。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 棉花“三桃”数量 每个小区定点选取 50 株棉花, 分别于 7 月 15 日、8 月 11 日和 9 月 4 日调查伏前桃、伏桃和秋桃数量。

1.4.2 棉铃体积和铃重 于第 2 次药后 14d (8 月 3 日), 在各小区随机采取连续 10 株棉花中部棉铃, 洗干净后擦干, 用排水法测定棉铃体积, 然后将纤维与铃壳分开烘干, 测定棉铃干重, 每 7d 采集 1 次。

1.4.3 产量 棉花进入吐絮期后, 试验小区内选取

代表性样点调查株数和铃数等, 计算棉花产量。

1.4.4 纤维品质 棉花进入吐絮期后, 每个处理采集 100 朵籽棉混合考种, 然后取各处理的棉花样品 20g, 由农业部棉花质量监督检验测试中心 (乌鲁木齐) 测定纤维品质。

1.5 数据处理

利用 Microsoft Excel 2010 软件整理数据, 利用 SPSS 21.0 软件对各项指标数据进行方差分析, 并采用新复极差法 (Duncan) 进行差异显著性检验 ($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 植物生长调节剂复配对棉铃体积的影响

如表 1 所示, 随施药天数的增加, 不同植物生长调节剂复配处理的棉铃体积不断增大。施药后 10d, 各处理间棉铃体积出现差异, 且达到显著性, 其中 T3 处理棉铃体积最大, 为 15.17cm³, 其次为 T2 处理, 为 13.97cm³。施药后 17~31d, T2 与 T3 处理间差异逐渐减小。施药后 38d, 各处理间差异显著, 棉铃体积表现为 T3>T2>T1>CK1>CK2。

表 1 植物生长调节剂复配对棉铃体积的影响
Table 1 Effects of plant growth regulators compound on boll volume cm³

处理 Treatment	施药后天数 Days after application				
	10d	17d	24d	31d	38d
T1	13.07±0.17c	15.87±0.29bc	18.17±0.39c	20.73±0.54b	23.13±0.25bc
T2	13.97±0.29b	16.60±0.29b	20.07b±0.48b	23.07±0.25a	24.23±0.38b
T3	15.17±0.40a	19.93±0.63a	22.00±0.57a	24.07±0.40a	26.03±0.78a
CK1	13.77±0.29b	16.00±0.45b	18.00±0.54c	20.57±0.54b	22.07±0.82cd
CK2	12.80±0.14c	15.00±0.22c	17.10±0.24c	19.77±0.65b	21.40±0.71d

同列不同字母表示不同处理间在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同
Different letters in the same column indicate significant difference between different treatments at $P<0.05$ level. The same below

2.2 植物生长调节剂复配对棉铃重的影响

如表 2 所示, 随施药天数的增加, 不同处理的棉铃重不断增加。施药后 17~31d, 各处理间棉铃重有差异, 且达到显著水平, 其中 T3 处理棉铃重明

显高于其他处理。药后 31d 时, T3 处理棉铃重较 CK1 处理增加了 14.32%, 较 CK2 处理增加了 14.80%。之后, 各处理间的差异逐渐减小, 药后 38d 时差异不显著。

表 2 植物生长调节剂复配对棉铃重的影响
Table 2 Effects of plant growth regulators compound on boll weight g

处理 Treatment	施药后天数 Days after application				
	10d	17d	24d	31d	38d
T1	2.99±0.03a	3.07±0.08c	3.57±0.13b	4.38±0.14b	6.08±0.29a
T2	2.97±0.12a	3.59±0.07ab	3.73±0.12b	4.29±0.12b	5.91±0.35a
T3	2.97±0.13a	3.75±0.08a	4.50±0.08a	5.43±0.26a	6.14±0.11a
CK1	2.98±0.10a	3.71±0.19a	3.91±0.18b	4.75±0.50b	5.95±0.09a
CK2	3.03±0.02a	3.41±0.26b	3.74±0.26b	4.73±0.20b	5.75±0.21a

2.3 植物生长调节剂复配对棉铃分布的调节效应

由表 3 可知，不同植物生长调节剂复配处理不同程度地增加了棉花的伏前桃、伏桃和秋桃铃数。T1 和 T3 处理显著提高了棉花伏前桃铃数，较 CK1 处理分别增加 12.04%和 18.52%，较 CK2 处理分别增加 6.14%和 12.28%。T3 处理显著提高

了棉花伏桃铃数，较 CK1 处理增加 9.27%，较 CK2 处理增加 13.25%。不同植物生长调节剂复配提高了棉花的总铃数，各处理间出现差异，且达显著性，其中 T3 处理总铃数最高，各处理对棉花的总铃数表现为 T3>T1>T2>CK1>CK2，说明植物生长调节剂复配可以促进棉铃生长。

表 3 不同打顶方式对棉铃时间分布的调节效应
Table 3 Adjusting effects of different topping methods on boll time distribution

处理 Treatment	总铃数 Total number of bolls	伏前桃 Before summer boll		伏桃 Summer boll		秋桃 Autumn boll	
		铃数 Number of bolls	比例 Ratio (%)	铃数 Number of bolls	比例 Ratio (%)	铃数 Number of bolls	比例 Ratio (%)
T1	5.64±0.13b	1.21±0.03ab	21.51	3.08±0.23b	54.54	1.35±0.24a	23.95
T2	5.45±0.11bc	1.16±0.08bc	21.24	2.94±0.06b	53.95	1.36±0.17a	24.81
T3	6.15±0.10a	1.28±0.01a	20.79	3.42±0.03a	55.57	1.46±0.12a	23.63
CK1	5.44±0.20bc	1.08±0.03c	18.77	3.13±0.13b	54.52	1.24±0.10a	22.78
CK2	5.32±0.11c	1.14±0.10bc	21.05	3.02±0.05b	55.57	1.16±0.11a	21.21

由表 4 可知，不同植物生长调节剂复配处理可增加棉花果节量和棉铃数。T3 处理增加了果节量总量，但各处理间无差异。与 CK2 处理相比，T1 和 T2 处理提高了棉花下部果节量，T3 处理增加了中部果节量，但 T2 处理中部果节量降低，且低于 CK1

处理。不同植物生长调节剂复配处理增加了棉铃数，主要影响中部棉铃数，T3 和 T1 处理棉铃数显著高于其他处理。各处理间棉铃总数出现差异，且达显著性，T3 处理显著提高了棉铃数总量，较 CK1 处理增加了 13.37%，CK2 处理增加了 14.04%。

表 4 植物生长调节剂复配棉花果节量及棉铃调节的空间效应
Table 4 The spatial effects of plant growth regulator compound and boll regulation in cotton

处理 Treatment	果节量 Fruit nodes				棉铃数 Number of bolls			
	下部 Underpart	中部 Middle part	上部 Top part	总量 Total	下部 Underpart	中部 Middle part	上部 Top part	总量 Total
T1	7.65±0.26ab	7.70±0.22ab	5.50±0.30a	20.85±0.38a	3.55±0.17a	3.65±0.30a	2.05±0.09a	9.25±0.26ab
T2	7.45±0.22ab	7.15±0.82b	5.55±0.26a	20.15±0.79a	3.50±0.30a	2.95±0.30b	2.35±0.30a	8.80±0.32b
T3	7.10±0.52b	8.15±0.36a	5.70±0.54a	20.95±1.28a	3.60±0.37a	3.55±0.48a	2.60±0.37a	9.75±0.64a
CK1	7.70±0.30a	7.65±0.26ab	4.55±0.38b	19.90±0.54a	3.65±0.09a	2.85±0.17b	2.10±0.46a	8.60±0.51b
CK2	7.10±0.10b	7.45±0.17ab	5.20±0.32a	19.75±0.36a	3.50±0.30a	3.00±0.14b	2.05±0.17a	8.55±0.26b

2.4 植物生长调节剂复配对棉花产量及其构成因素的影响

如表 5 所示，不同处理间棉花籽棉产量差异显著。不同植物生长调节剂复配处理籽棉产量均高于 CK1 和 CK2 处理，其中 T3 处理的籽棉产量最高，

并达到显著水平，较 CK1 处理产量提高 10.14%，较 CK2 处理提高 16.25%。各处理的株高和果枝数之间无差异，单株成铃数之间有差异，并达到显著水平，其中 T3 处理单株成铃数最高，为 6.14，CK2 处理最低，为 5.37。不同复配处理提高了棉花单铃

表 5 植物生长调节剂组合对棉花产量及其构成因素的影响
Table 5 Effects of plant growth regulator combinations on cotton yield and its components

处理 Treatment	株高 Plant height (cm)	果枝数 Number of branches	单株成铃数 Bolls per plant	单铃重 Boll weight (g)	籽棉产量 Lint yield (kg/hm ²)
T1	71.98±3.71a	10.33±0.16a	5.99±0.21a	5.43±0.19a	6154.27±79.26ab
T2	71.43±1.27a	10.18±0.54a	5.78±0.14ab	5.40±0.10a	6068.60±308.41ab
T3	73.10±2.47a	10.30±0.19a	6.14±0.13a	5.53±0.13a	6637.47±213.13a
CK1	70.88±2.37a	10.28±0.27a	5.48±0.15b	5.47±0.06a	6025.94±169.45ab
CK2	71.89±3.27a	10.15±0.11a	5.37±0.26b	5.36±0.17a	5709.69±498.64b

重,但未出现显著性差异。说明适宜的植物生长调节剂复配有利于提高棉花单株成铃数和单铃重,从而提高籽棉产量。

2.5 不同植物生长调节剂复配对纤维品质的影响

由表 6 可知,喷施不同植物生长调节剂复配处

理对棉花纤维品质影响较小。T1 和 T3 处理较 CK1 处理增加了纤维强度,较 CK2 处理纤维强度分别降低 0.95%和 1.14%,处理间存在显著差异。T1 和 T2 处理可提高纤维伸长率,与对照间出现差异,但未达到显著性水平。

表 6 植物生长调节剂复配对棉花纤维品质的影响
Table 6 Effects of plant growth regulator compound on cotton fiber quality

处理 Treatment	长度 Length (mm)	整齐度 Uniformity (%)	强度 Strength (CN/tex)	伸长率 Elongation (%)	短纤维率 Short fiber content (%)	成熟度 Maturity	马克隆值 Micronaire value
T1	25.99±0.34a	82.40±0.38a	26.05±0.32ab	13.13±0.11a	9.30±0.20a	0.84±0.00a	5.24±0.05a
T2	25.91±0.27a	81.83±0.38a	26.16±0.59a	13.15±0.20a	10.14 ±0.29a	0.84±0.00a	5.25±0.05a
T3	25.69±0.28a	81.20±0.31a	26.00±0.14ab	12.50±0.25b	10.29±0.24a	0.84±0.00a	5.31±0.05a
CK1	25.68±0.27a	81.33±0.46a	25.19±0.38b	12.84±0.25ab	10.33±1.06a	0.84±0.00a	5.34±0.08a
CK2	25.80±0.21a	81.73±0.63a	26.30±0.27a	12.97±0.28ab	10.37±0.33a	0.84±0.01a	5.37±0.04a

3 讨论

棉花的产量通常由 3 个重要的因素构成,即单株棉铃个数、株数和棉铃重。付慧杰等^[15]研究发现,喷施外源植物生长调节剂能够定向调控植物的生长发育,在棉花蕾期喷施适宜的植物生长调节剂,能够有效增加棉花前期结铃率,优化棉花成铃,加快棉铃的生长。刘孟君等^[16]研究也发现,植物生长调节剂可增加棉花伏前桃和伏桃比例。本研究结果表明,各植物生长调节剂复配处理均可提高棉花伏前桃和伏桃铃数,伏桃铃数是伏前桃铃数的 2~3 倍,其中 T3 处理能显著提高棉花伏前桃和伏桃铃数,但是 T2 处理棉花伏桃铃数显著低于 T3 处理,这可能是胺鲜酯能够提高棉花植株的光合速率,从而促进棉铃的生长发育,而调环酸钙对棉花植株茎叶生长具有抑制作用,对棉铃生长发育产生影响,其具体作用机理还需要进一步的深入研究。

棉铃重是产量的基础,棉铃发育是提高棉花产量及纤维品质的关键^[17]。植物生长调节剂施用对棉花棉铃发育具有促进作用,是提高棉花的单株铃数和单铃重等的主要因素^[18]。李永山等^[19]研究认为,喷施植物生长调节剂可以加快棉花生育进程,提高单株结铃数和单铃重。本研究结果表明,植物生长调节剂复配处理能够增大棉铃体积,提高棉花单铃重,提高伏前桃和伏桃铃数,加快棉花生育进程,增加棉花果节量,提高单株棉铃数,从而增加籽棉产量,与前人^[18-19]研究结果一致。植物生长调节剂能有效增加棉花前期结铃率,加快棉铃生长,加速纤维成熟,显著改善棉花的纤维品质^[20-21]。同时也

有研究^[22]表明,化学打顶后喷施植物生长调节剂可改善棉花纤维品质,本研究得到相同结果。本研究中,植物生长调节剂复配处理可加快棉花生育进程,但对棉花纤维品质影响较小,仅对纤维强度和纤维伸长率有影响,这可能与棉花的品种和环境因素有关,造成其差异的具体原因还需要更进一步研究,T1 和 T3 处理较 CK1 处理增加了纤维强度,较 CK2 处理纤维强度分别降低 0.95%和 1.14%,T1 和 T2 处理可提高纤维伸长率。

4 结论

棉花化学打顶前 10d 和后 10d 各进行 1 次植物生长调节剂复配处理,复硝酚钠和胺鲜酯配剂处理较好,增加了棉花果节量和棉花铃数,同时增加了棉铃体积和棉铃重,籽棉产量较单施复硝酚钠处理提高 10.14%,较清水处理提高 16.25%,在生产中具有的增产潜能。

参考文献

[1] 卢政茂,崔东亮,马宏娟,等. 植物生长调节剂与除草剂混用对水稻的安全性及对除草效果的影响. 农药, 2017, 56(5): 388-390.

[2] 王兰英,唐莉,敬华英,等. 胺鲜脂对麦冬块根膨大的促进效应. 中国中药杂志, 2005(17): 1378-1379.

[3] 彭波,鞠东. 复硝酚钠对马铃薯生长发育的影响. 当代生态农业, 2009 (增 1): 112-113.

[4] 段强,王冲,孙艳,等. 1.8%复硝酚钠水剂对棉花生长的调节作用. 农药研究与应用, 2011, 15(2): 26-28.

[5] 于彩莲,刘波,燕红,等. 复硝酚钠及其组分对大豆种子萌发的影响. 大豆科学, 2010, 29(3): 440-443.

[6] 黄毅,刘杰,李衍素,等. 羧乙酸钠根施对日光温室春茬黄瓜生长、产量及品质的影响. 中国蔬菜, 2017(1): 36-40.

[7] 郭允娜,李衍素,贺超兴,等. 亚适宜温光下羧乙酸钠对番茄幼苗生长与生理特性的影响. 应用生态学报, 2015, 26(10):

- 3053-3058.
- [8] 胡兆平, 李伟, 陈建秋, 等. 复硝酚钠、DA-6 和 α -萘乙酸对茄子产量和品质的影响. 中国农学通报, 2013, 29(25): 168-172.
- [9] 曹莹, 张贺楠, 孟军, 等. 木醋液与萘乙酸复合作用对花生光合特性及产量的影响. 干旱地区农业研究, 2017, 35(1): 185-191, 210.
- [10] 郭世保, 徐雪松, 王朝阳, 等. 调环酸钙对小麦群体性状和产量的调控作用. 湖北农业科学, 2016, 55(7): 1706-1709.
- [11] 汪洪洋, 徐宗进, 张立智, 等. 5%调环酸钙泡腾片在水稻生产上应用效果分析. 中国农村小康科技, 2010(4): 20-21, 69.
- [12] 阿力木江·克来木, 赵强, 姜善伟, 等. 调环酸钙对棉花农艺性状及产量形成的调控效应. 中国农业科技导报, 2019, 21(10): 39-46.
- [13] 黄文婷, 冯乃杰, 郑殿峰, 等. 烯效唑和胺鲜酯对大豆叶片光合特性与碳代谢的调控效应. 大豆科学, 2020, 39(2): 243-251.
- [14] 孙晓慧, 李成亮, 陈剑秋, 等. 不同胺鲜酯 (DA-6) 浓度及施用方式对菠菜生长的影响. 北方园艺, 2017(13): 122-128.
- [15] 付慧杰, 薛国娟, 廖宝鹏, 等. 棉花苗蕾期喷施生长调节剂促进早熟效应研究. 棉花学报, 2020, 32(6): 561-568.
- [16] 刘孟君, 程乾生. 缩节安对棉铃发育的影响. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 1990, 18(2): 88-92.
- [17] 曹新川, 胡守林, 韩秀锋, 等. 海岛棉棉铃阶段性发育与产量品质的关系. 作物学报, 2020, 46(2): 300-306.
- [18] 刘保军, 吴琼, 李慧, 等. 复硝酚钠与胺鲜酯对棉花化肥吸收率的影响. 新疆农业科学, 2020, 57(4): 754-761.
- [19] 李永山, 董哲生, 张建诚, 等. 山西省棉区棉花促早熟集成避霜技术研究. 中国生态农业学报, 2005, 13(1): 85-87.
- [20] 李秉华, 李香菊, 王贵启, 等. 芸苔素内酯和复硝酚钠对夏播棉产量和品质的调节作用比较. 河北农业科学, 2003, 7(2): 12-15.
- [21] 邓忠, 白丹, 翟国亮, 等. 不同植物生长调节剂对新疆棉花干物质积累、产量和品质的影响. 干旱地区农业研究, 2011, 29(3): 122-127.
- [22] 吴雪琴, 崔延楠, 赵强. 化学打顶后使用外源物质对棉花脱叶催熟及产量品质的影响. 中国农业科技导报, 2021, 23(12): 151-160.

Effects of Plant Growth Regulator Compound on Cotton Yield

Ma Chunmei, Tian Yangqing, Zhao Qiang, Li Jiangyu, Wu Xueqin

(College of Agriculture, Xinjiang Agricultural University/Engineering Research
Centre of Cotton, Ministry of Education, Urumqi 830052, Xinjiang, China)

Abstract Taking Yanmian 67 as experimental material, the effects of different plant growth regulators on boll formation and yield of cotton were investigated. The results showed that different plant growth regulators compound could effectively adjust the plant height and the number of fruit branches, increase the number of fruit nodes and bolls, increase the volume and weight of bolls, significantly increase the number of before summer bolls and summer bolls, and increase the lint yield. The combination of sodium nitrate-phenol and fresh amine had the best effect. Each compound treatment had little effect on cotton fiber quality.

Key words Plant growth regulator compound; Cotton; Yield; Fiber quality