

## 缩节胺对棉花生长及产量影响的应用研究进展

张超<sup>1</sup>, 于起庆<sup>2</sup>, 马晓丽<sup>1</sup>, 卢晓峰<sup>1</sup>, 耿计彪<sup>2\*</sup>, 于文勇<sup>2</sup>, 赵薇<sup>2</sup>, 李晨昊<sup>2</sup>

(1. 山东金沂蒙生态肥业有限公司, 山东临沭 276700; 2. 山东省水土保持与环境保育重点实验室, 临沂大学资源环境学院, 山东临沂 276005)

**摘要** 缩节胺是一种植物生长抑制剂, 可用于调控棉花的无限生长, 使干物质更多的由营养器官转至生殖器官。研究表明, 科学合理地使用缩节胺, 可提高棉花的萌芽率与幼苗活力、改善棉花株型、增强棉花的光合作用和减少棉花生长过程中的病虫害等, 从而改善棉花生长, 提高棉花产量与品质。近年来, 随着工业化不断推进和农村劳动力转移, 棉花的管理、采摘由人工向机械化转型已是大势所趋, 在其生长过程中使用缩节胺, 可以有效塑造棉花株型, 适应农业机械化采棉效果。通过查阅相关中文文献, 评述了缩节胺在棉花种植上的应用概况, 总结了缩节胺对棉花生长及产量的影响, 对今后缩节胺的应用方式提出了相关建议。

**关键词** 缩节胺; 棉花; 农艺性状; 产量; 品质

**中图分类号** S482.8; S562 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)09-0011-03

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.09.003



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Advances in the Application of Mepiquat Chloride to the Growth and Yield of Cotton

ZHANG Chao<sup>1</sup>, YU Qi-qing<sup>2</sup>, MA Xiao-li<sup>1</sup> et al (1. Jinyi Meng Group Co., Ltd, Linshu, Shandong 276700; 2. Shandong Provincial Key Laboratory of Water and Soil Conservation and Environmental Protection, College of Resources and Environment, Linyi University, Linyi, Shandong 276005)

**Abstract** Mepiquat chloride is a plant growth inhibitor, which can be used to regulate the unlimited growth of cotton, so that more dry matter is transferred from vegetative organs to reproductive organs. The research shows that scientific and rational use of mepiquat chloride can improve cotton germination rate and seedling vigor, improve cotton plant type, enhance cotton photosynthesis and reduce pests and diseases in the process of cotton growth, thereby improving cotton growth and yield and quality. In recent years, with the continuous increase of industrialization and the transfer of rural labor force, the management and harvesting of cotton from manual to mechanized has become a general trend. The use of mepiquat chloride amine in its growth process can effectively shape the cotton plant type and adapt to the effect of agricultural mechanization cotton harvesting. This paper reviews the general situation of the application of mepiquat chloride in cotton cultivation by consulting relevant literatures at home and abroad, summarizes the effects of mepiquat chloride on cotton growth and yield, and puts forward some suggestions on the application of mepiquat chloride in the future.

**Key words** Mepiquat chloride; Cotton; Agricultural traits; Yield; Quality

棉花是重要的纺织原料, 在经济作物中占有较大比重。我国是棉花产品消费大国, 棉花的商品率 95% 以上<sup>[1]</sup>, 同时我国也是重要的棉花种植国, 南疆盆地、长江中下游平原和冀中南、鲁西北、豫北平原都是我国主要的商品棉种植区。随着人工成本的升高以及城市化发展, 具有无限生长特性、管理繁琐的棉花种植面积减少, 我国棉花产业正面临着严重威胁。因此, 亟需由复杂的管理程序、大量施加化肥等现状, 逐渐顺应我国“减肥增产”的新形势, 在保护生态环境的基础上, 将研究重心向生产模式、机械化管理方面转移<sup>[2]</sup>。

缩节胺(1-dimethyl-piperidinium chloride)通过抑制植株内生赤霉素合成, 减少植物徒长, 是一种高效、低毒、无药害的内吸性药剂。在植物不同生长期喷洒, 可调节植物生长, 使植株坚实抗倒伏, 改进色泽, 增加产量, 因此在棉花种植中被广泛应用<sup>[3-6]</sup>。缩节胺可调节棉花源库生长, 塑造良好株型, 从而增加籽棉产量, 提高纤维品质。笔者结合当前已有研究成果, 评述了缩节胺对棉花根系生长、农艺性状和产量的影响, 以期对缩节胺在棉花上的合理施用提供理论指导。

### 1 缩节胺对棉花种子萌发及根系生长的影响

棉花具有无限生长特性, 在水热条件良好的情况下会持续生长。可利用叶面喷洒或地面施肥的方式施用缩节胺, 通过叶片或根部吸收, 传导至全株, 降低体内赤霉素活性, 从而抑制细胞伸长, 控制植株纵向生长, 缩短植株节间, 防止旺长<sup>[7]</sup>。通过缩节胺浸种或拌种, 增强发芽率和根系活力。用缩节胺拌种, 可显著增强棉花幼苗的根系活力, 提高根尖部位四唑红染色光密度<sup>[8]</sup>, 有效降低棉花子叶节高度。

王宁等<sup>[9]</sup>利用缩节胺浸种棉花, 提高了根系对土壤中钾素的吸收能力, 且降低了棉花根系中  $H_2O_2$  与  $O_2^-$  的生成速率。植物根系的体积大小决定植物吸收土壤水分和养分的能力, 根系体积越大, 与土壤的接触面积越大, 越能更好地吸收水分和养分。陈晓娇<sup>[10]</sup>发现, 利用缩节胺浸种处理后, 棉花幼苗的侧根原基数量明显增加, 表明缩节胺浸种后, 可增强棉花幼苗对营养物质的吸收。

减少棉花根系中棉酚含量和降低过氧化物酶活性, 可降低棉花嫩根氧化程度。用缩节胺浸种后, 提高了棉花根中生长素、细胞分裂素含量, 提高棉酚氧化酶活性, 减少了棉酚含量, 降低了过氧化物酶活性, 增强了根系活力, 提高了棉花根系吸收水分、营养和合成氨基酸的能力, 促进了根系的建立<sup>[11]</sup>。叶中的 MDA(丙二醛)含量也低于未用缩节胺处理的对照组。此外, 植物侧根发育与营养物质的吸收及抵抗低温、干旱等逆境的能力有重要关系, 还在一定程度上增强了

**基金项目** 山东省自然科学基金(ZR2018PD001); 中国博士后科学基金资助项目(2017M622120); 山东省重点研发计划(2016ZD JQ0703)。

**作者简介** 张超(1979—), 男, 山东临沂人, 工程师, 从事生态肥料的研究开发工作。\* 通信作者, 讲师, 博士, 从事土壤养分管理工作。

**收稿日期** 2019-09-23; **修回日期** 2019-11-11

棉花抗冻抗旱的逆境生长能力。

## 2 缩节胺对棉花农艺性状的影响

**2.1 缩节胺对棉花子叶的影响** 壮苗往往表现为子叶肥厚、平展、微微下垂、子叶节较粗等。利用缩节胺拌种可明显降低棉花幼苗子叶节的高度,在棉花生殖生长期,棉花的打蕾量明显增加。任天熙等<sup>[12]</sup>试验发现,施用缩节胺后,在一定时间段内可合理控制棉苗的生长量,减少棉花徒长或者羸弱的现象。

**2.2 缩节胺对棉花株高和茎粗的影响** 合适的水热条件下,棉花会不断生枝、长叶、现蕾、开花、结铃和吐絮。因此要提高棉花的产量须控制棉花各部位生长。研究表明,施用缩节胺可降低棉花株高和果枝长度<sup>[13-15]</sup>,防止棉花因生长过旺而造成产量下降,且株高及主茎间距与缩节胺的用量呈正相关<sup>[16]</sup>。同时也有研究表明,喷施缩节胺能降低棉花内源 GA 水平,从而抑制细胞伸长、缩短节间,达到降低株高的目的<sup>[17]</sup>。

缩节胺可控制棉花的果台数,减少无用果台对营养的消耗,促进棉花生殖器官的生长发育。韩焕勇等<sup>[18]</sup>研究表明,随缩节胺喷施剂量增加,除株高降低外,棉花果枝台数也呈降低趋势。利用缩节胺浸种,也可将棉花果台数控制在合理范围内。缩节胺对棉花的株型控制有显著作用,增大缩节胺用量,可减小棉花果枝方位夹角、株高,增加果枝倾角、叶长和叶柄长,铃干物质分配系数呈先升高后降低趋势<sup>[19]</sup>。

**2.3 缩节胺对棉花化学打顶的影响** 打顶是棉花生产上重要的农艺措施,可以防止棉花徒长,避免养分流失,将养分集中供应给生殖器官,构建良好的株型和群体结构。棉花打顶有物理和化学打顶 2 类,其中物理打顶又有人工和机械打顶 2 种。人工打顶对劳动力经验和数量要求较高,由于现阶段劳动力价格上升,导致种植成本提高;机械打顶对棉花株型要求较高,且利用机械打顶容易出现因机械厂对棉花性状测量的误差,导致在打顶过程中出现遗漏、打顶严重、智能化程度低等问题<sup>[20-21]</sup>。而化学打顶节约了人工成本,也避免了人工打顶过程中由于人为原因造成的叶铃损伤和脱落现象,缩短了打顶时间<sup>[22]</sup>,提高了工作效率;另一方面,利用缩节胺进行化学打顶精准高效,可以调整棉花农艺性状,减少对棉花植株的损害<sup>[23]</sup>。

利用缩节胺进行棉花打顶已经积累了比较成熟的经验。叶春秀等<sup>[24]</sup>利用缩节胺进行化学封顶,有效控制了棉花的株高和始节高;刘燕等<sup>[25-26]</sup>研究得出,合理喷施缩节胺打顶,可以得到与人工打顶相同的产量和质量,并有增产提质的趋势。

**2.4 缩节胺对棉花光合作用的影响** 叶绿素是棉花进行光合作用的主要色素,棉花生长阶段和营养状况等重要生化参数都可从叶绿素的含量表现出来<sup>[27]</sup>。严根土等<sup>[28]</sup>发现,棉株苗期喷施缩节胺,能够有效抑制棉花细胞分裂生长,使叶片叶绿素合成量增加、绿色加深,促进了棉花的光合作用。

苗期生长期期间喷施缩节胺,棉花幼苗的叶绿素、氨基酸和可溶性蛋白含量有明显的增加,能有效提高幼苗的光合作

用,以及增加一定的叶面保水能力<sup>[29]</sup>,刘铨义等<sup>[30]</sup>的试验也论证了这一点。同时邢晋等<sup>[14]</sup>试验研究还发现,缩节胺的喷施量与棉花叶片干物质的分配率呈一定的正相关,但与茎干物质分配率呈负相关,表明干物质更多地转移至叶片部位。棉花喷施缩节胺后,上部叶片面积减小,但叶片之间的空隙增大,透光率增加,改善了下部叶片的光照条件,使得下部叶片更好地进行光合作用,提高整体的光合速率<sup>[31]</sup>。平文超等<sup>[32]</sup>在棉花表面喷施缩节胺,提高了棉花主茎功能叶片的叶绿素含量和光合速率,增强了叶片的光合能力,进而有助于提高叶片的生物产量。喷施缩节胺,使得棉花叶片表面的气孔阻力减小,降低了棉叶气孔阻力,提高叶片对二氧化碳吸收与转化能力,可更好地改善棉花的呼吸作用。

**2.5 缩节胺对棉花病虫害的影响** 棉蚜损害棉花的正常生长环境,使棉花发育不良,影响产量。棉蚜的分泌物会影响棉花叶片的光合作用,同时也会对棉花的品质造成严重危害<sup>[33]</sup>。研究发现,缩节胺除对棉花的产量和株型产生影响外,也通过影响棉蚜体内的各种生物成分,对棉蚜有一定的控制作用<sup>[34]</sup>。在棉花生长期施用缩节胺,可调整棉蚜体内的总糖、蛋白质和各种生物酶的占比,对于缩短蚜虫的寿命和其生长周期有显著的效果;同时,缩节胺对棉蚜繁殖系统也产生影响,可有效降低棉蚜的生殖能力,提高棉花对棉蚜的抗性,从而控制棉蚜暴发的危害<sup>[35-36]</sup>。

黄萎病是严重的土传性病害,每年给世界各地陆地棉生产造成重大损失<sup>[37-38]</sup>。我国大部分地区耕地因不具备休耕条件,连年重茬连作和棉秆还田,使土壤中病残体的积累量越来越大,黄萎病的发生逐年加重<sup>[39]</sup>。现阶段防治棉花黄萎病主要集中在生物防治,即用植物提取物、细胞壁降解酶类、芽孢杆菌等防御大丽轮枝菌,达到生物治菌和以菌抗菌的效果<sup>[40]</sup>。研究发现,缩节胺可抑制大丽轮枝菌,将植物疫苗与缩节胺混合使用,抑制效果更显著<sup>[41]</sup>。

## 3 缩节胺对棉花产量和品质的影响

棉花产量与品质不仅受到遗传因素影响,也受环境的直接影响。棉花生育前期高温多雨,易造成植株营养生长过旺,营养生长与生殖生长不协调,影响产量和品质<sup>[13]</sup>。控制棉花的单铃重、铃数、衣分和单位面积株数等,便可控制棉花的产量与品质。刘帅等<sup>[42]</sup>利用缩节胺对棉花进行处理,棉铃的脱落率明显降低,且棉花的干物质总量有所增加。增加使用缩节胺,棉花的光合速率、光合物质积累量明显增加<sup>[5]</sup>,可增加棉花的籽棉产量,提高棉花干物质分配率<sup>[13]</sup>;用缩节胺配比施用促根剂、多效唑等,棉花的增产效果更加显著。

棉花从开花到吐絮的这一阶段称作花铃期,该期的栽培管理直接影响棉花的产量和品质。延长棉花的花铃期,减少赘芽,控制铃数,尽可能提高棉花的成铃率和铃重,是提高棉花产量的关键<sup>[43]</sup>。棉花的花铃期增加缩节胺使用量,果枝台数减少、单株成铃数增加<sup>[44]</sup>,有效控制蕾铃的脱落,单株结铃数增多,提高了棉花的产量<sup>[15]</sup>;喷施缩节胺可有效延长花铃期,为棉桃提供更充分的生长发育时间,进而增加单铃重量。苗期化学调控也可有效增加单株成铃、果台数和单铃重<sup>[31]</sup>。

棉花的品质包括纤维的马克隆值、比强度、极限应力比、衣分比、整齐度指数等。马克隆值在 3.7~4.2 范围内,比强度等其他指标越高,反映棉花品质越好。闫强<sup>[6]</sup>研究发现,不同密度条件下施用缩节胺,对棉花品质有不同的影响;缩节胺在低密度种植条件下,对品质影响更显著,可有效提高籽棉油分产量、产量和蛋白质产量等各项指标。科学合理使用缩节胺进行化学调控,有利于增加棉花纤维长度,提高棉纤维比强度,显著改善棉纤维品质。

#### 4 展望

农业轻简化是传统农业向新农业发展的重要标志,也是促进农业“增产增值,降劳降费”的重点研究对象。将传统的高投入、低回报进行精简化、集约化处理,利用与各种农作物生长相关的技术手段,实现高产、优质的目的。以往棉花种植、管理、采摘各环节都需大量劳动力,是标准的劳动密集型产业,但随着社会发展、劳动力成本提高,效率要求提高,棉花种植对机械化和轻简化的要求成为大势所趋。

缩节胺在棉花株型控制方面有显著效果,能够塑造适合机采的株型,更好实施采摘机械化。但利用缩节胺往往需要在苗期、打顶、铃期和蕾期内多频率施用,这又加大了人力使用量,增加了种植成本,需在缩节胺的施用方式上再作创新。

我国目前所施用的化肥大多是单质速效化肥,其肥效期短,养分易淋失、挥发或固定,肥料利用率很低,农户不得不进行多次追肥,增加了化肥使用量和施用次数。因此拥有缓慢可控释放肥料的控释肥成为如今的研究热点。在缩节胺的使用方式上,可以借鉴控释肥的方法,将缩节胺与化肥精准配比后进行包膜处理。利用一次性土壤施用的方法代替多次喷施在棉花植株表面,一方面由棉花的根系吸收然后传送到各个组织,提高了缩节胺的利用率;另一方面,由包膜处理后,依据释放规律可在一定情况下减少施用次数,降低劳动力成本,增加效益。

#### 参考文献

- [1] 卢秀茹,贾肖月,牛佳慧. 中国棉花产业发展现状及展望[J]. 中国农业科学,2018,51(1):26-36.
- [2] 李继福,何俊峰,陈佛文,等. 中国棉花生产格局与施肥研究现状:基于 CNKI 数据计量分析[J]. 中国棉花,2019,46(4):17-24,28.
- [3] 刘丽英,戴茂华,吴振良. 缩节胺对黄河流域机采棉农艺性状、产量和品质的影响及化控技术研究[J]. 中国农学通报,2018,34(33):38-42.
- [4] 徐道青,关喆峰,王维,等. 机采棉管理模式下缩节胺用量对安徽沿江棉花的影响[J]. 中国棉花,2018,45(5):16-19.
- [5] 冯国艺,姚炎帝,杜明伟,等. 缩节胺(DPC)对干旱区杂交棉冠层结构及群体光合生产的调节[J]. 棉花学报,2012,24(1):44-51.
- [6] 闫强. 种植密度与缩节胺对棉子产量和品质的影响[D]. 南京:南京农业大学,2016.
- [7] 杨晨芳. 缩节胺对棉花的生长调控效应试验[J]. 新疆农业科技,2016(3):52-53.
- [8] 王宁,田晓莉,段留生,等. 缩节胺浸种提高棉花幼苗根系活力中的活性氧代谢[J]. 作物学报,2014,40(7):1220-1226.
- [9] 王宁,杨富强,李召虎,等. 缩节胺(DPC)浸种对棉花幼苗根系活力、细胞凋亡及钾吸收能力的影响[C]//《棉花学报》编辑部. 中国棉花学会 2012 年年会暨第八次代表大会论文集汇编. 安阳:中国棉花杂志社,2012.
- [10] 陈晓娇. DPC 浸种促进棉花侧根发育的激素机制及结合态 ABAsFc 的制备[D]. 北京:中国农业大学,2017.
- [11] 魏霞,任樱,张松林,等. 缩节胺拌种对棉花生长的影响[J]. 新疆农垦科技,2014,37(8):34.
- [12] 任天熙,艾尼瓦尔,刘鹏. 棉花缩节胺拌种试验简结[J]. 新疆农业科技,1998(2):15.
- [13] 石治鹏,李敏,林忠旭,等. 缩节胺对棉花生长发育的调控效应研究进展[J]. 河南农业科学,2017,46(7):1-8.
- [14] 邢晋,张思平,赵新华,等. 种植密度和缩节胺互作对棉花株型及产量的调控效应[J]. 棉花学报,2018,30(1):53-61.
- [15] 李林. 缩节胺调控方式对棉花农艺性状及产量影响研究[D]. 阿拉尔:塔里木大学,2016.
- [16] 黄颖. 夏直播棉花应用缩节胺效果研究[D]. 武汉:华中农业大学,2017.
- [17] WANG L, MU C, DU M W, et al. The effect of mepiquat chloride on elongation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) internode is associated with low concentration of gibberellic acid[J]. Plant science, 2014, 225:15-23.
- [18] 韩焕勇,杜明伟,王方永,等. 北疆棉区增效缩节胺应用剂量对棉花农艺和经济性状的影响[J]. 西南农业学报,2019,32(2):327-330.
- [19] 黎芳,杜明伟,徐东永,等. 黄河流域不同密度及施氮量下增效缩节胺化学封顶对棉花生长、产量和成熟期的影响[J]. 中国农业大学学报,2018,23(3):10-22.
- [20] PENG Q J, KANG J M, HE Q H, et al. Experimental study of intelligent precision cotton topping machine[J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 439(3):715-719.
- [21] 杨苏龙,史俊东,席凯鹏,等. 晋南机采高密度棉田创新技术可行性研究[J]. 山西农业科学,2018,46(9):1465-1469.
- [22] 艾麦尔江·阿布力提甫,龙朝宇,戴路. 棉花化学打顶剂应用效果[J]. 农村科技,2018(5):31-34.
- [23] 李健,宋美珍,贵会平,等. 棉花化学调控技术研究进展[J]. 中国棉花,2016,43(7):1-5.
- [24] 叶春秀,庄振刚,李有忠,等. 北疆早熟陆地棉化学打顶效果研究[J]. 西北农业学报,2015,24(1):91-96.
- [25] 刘燕,原保忠,张献龙,等. 缩节胺和整枝打顶对棉花产量及品质的影响[J]. 农学学报,2013,3(6):8-12.
- [26] 刘燕. 棉花缩节胺处理与整枝效应的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2013.
- [27] 洪帅,张泽,张立福,等. 滴灌棉花不同生育时期冠层叶片叶绿素含量的高光谱估测模型[J]. 棉花学报,2019,31(2):138-146.
- [28] 严根土,马宗斌,黄群,等. 黄河中游滩区植棉适宜的缩节胺用量研究[J]. 中国棉花,2014,41(7):23-27.
- [29] 周运刚,王俊刚,马天文,等. 不同 DPC(缩节胺)处理对棉花生理生化特性的影响[J]. 新疆农业科学,2010,47(6):1142-1146.
- [30] 刘铨义,周晶,王文博,等. 缩节胺对棉花品种生理生育特性影响研究[J]. 新疆农业科学,2015,52(7):1280-1284.
- [31] 程小峰. 棉田缩节胺应用存在的误区与应对措施探讨[J]. 农村科技,2016(10):28-29.
- [32] 平文超,张忠波,李洪芹,等. 新型增铃剂与种植模式对棉花发育及产量的互作效应[J]. 河北农业科学,2015,19(5):9-13.
- [33] GONZÁLEZ-MAS N, CUENCA-MEDINA M, GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ F, et al. Bottom-up effects of endophytic *Beauveria bassiana* on multitrophic interactions between the cotton aphid, *Aphis gossypii*, and its natural enemies in melon[J]. Journal of pest science, 2019, 92(3):1271-1281.
- [34] 钟亮,王巧利,崔家丽,等. 缩节胺调节棉花对无翅棉蚜酶系活性的影响[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2017,35(2):195-200.
- [35] DUBOVSKIY I M, MARTEMYANOV V V, VORONTSOVA Y L, et al. Effect of bacterial infection on antioxidant activity and lipid peroxidation in the midgut of *Galleria mellonella* L. larvae (Lepidoptera, Pyralidae)[J]. Comparative biochemistry and physiology part C, 2008, 148(1):1-5.
- [36] 丘安升. 缩节胺在棉花上的应用研究概述[J]. 长江大学学报(自科版),2016,13(3):4-6.
- [37] ZHANG K, ZHAO P, WANG H M, et al. Isolation and characterization of the *GbVPI1* gene and response to *Verticillium* wilt in cotton and tobacco[J]. Journal of cotton research, 2018, 1(4):21-31.
- [38] 张海萍,马前程,麻浩,等. 黄萎病菌激活蛋白的提取及对棉花发芽的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):96-98.
- [39] 师勇强,冯自力,魏锋,等. “棉萎克”滴灌对棉花黄萎病、产量及纤维品质的影响[J]. 中国棉花,2019,46(3):28-30.
- [40] 徐妮,谢成建,杨星勇. 棉花黄萎病生物防治研究进展[J]. 安徽农业科学,2019,47(2):18-22.
- [41] 朱荷琴,冯自力,师勇强,等. 利用植物疫苗及生长调节剂缩节胺控制棉花黄萎病[J]. 中国棉花,2010,37(8):10-12.
- [42] 刘帅,董合林,李亚兵,艾福迪和缩节胺不同处理对黄河流域棉花产量的影响[J]. 中国棉花,2018,45(2):19-23,27.
- [43] 张忠波,刘贞贞,平文超,等. 棉花花铃期的主要生育特点及管理关键技术[J]. 农业科技通讯,2017(12):280-282.
- [44] 高山,王冀川,韩秀峰,等. 杂交棉兆丰 1 号密度、化控效应的最佳配合模型[J]. 江苏农业科学,2012,40(4):74-77.