

吴一帆, 彭增莹, 段松江, 等. 不同施氮水平下化学调控对棉花光合特征及产量的影响[J]. 华中农业大学学报, 2023, 42(5): 132-140.  
DOI: 10.13300/j.cnki.hnlkxb.2023.05.015

## 不同施氮水平下化学调控对棉花光合特征及产量的影响

吴一帆<sup>1</sup>, 彭增莹<sup>1</sup>, 段松江<sup>1</sup>, 申莹莹<sup>1</sup>, 李宗润<sup>1</sup>, 郭仁松<sup>2</sup>, 张巨松<sup>1</sup>

1. 新疆农业大学农学院/教育部棉花工程研究中心, 乌鲁木齐 830052;  
2. 新疆农业科学院经济作物研究所, 乌鲁木齐 830091

**摘要** 为探明不同施氮水平与缩节胺对棉花光合特性及产量的互作效应, 以“新陆中88号”为试材, 采用双因素裂区试验设计, 设置320(N<sub>1</sub>)、480 kg/hm<sup>2</sup>(N<sub>2</sub>) 2个施氮(纯氮)水平和67.0(F1)、150.0(F2)、260.5(F3)、371.0 g/hm<sup>2</sup>(F4) 4个缩节胺喷施剂量, 研究不同施氮水平下缩节胺喷施剂量对棉花光合特征及产量构成因素的影响。结果显示, 施氮水平与缩节胺剂量对棉花净光合速率(P<sub>n</sub>)、蒸腾速率(T<sub>r</sub>)、干物质积累、氮素积累与产量构成因素均存在互作效应。氮肥与缩节胺对棉花P<sub>n</sub>与T<sub>r</sub>的促进作用主要在棉花盛铃期与吐絮期, 且P<sub>n</sub>与T<sub>r</sub>均以N<sub>1</sub>F3处理较高。N<sub>1</sub>最终生殖器官干物质积累量、氮素积累与皮棉产量均高于N<sub>2</sub>, 各指标依次高出5.6%、11.32%、7.68%。同一施氮水平下, F3剂量能够显著提高棉花生殖器官干物质及氮素积累量, 增加棉花单株结铃数、单铃质量与皮棉产量, 亦均以N<sub>1</sub>F3处理较高, 但其与N<sub>1</sub>F2处理相比均未达显著差异水平, 其中N<sub>1</sub>F3皮棉产量为2 803.32 kg/hm<sup>2</sup>, 但其仅较N<sub>1</sub>F2处理增产0.3%。因此, 综合考虑各测定指标表现, 在本试验条件下, 推荐新疆棉田适宜施氮量为320 kg/hm<sup>2</sup>, 同时配合喷施缩节胺剂量150.0 g/hm<sup>2</sup>为宜, 节本的同时可保证较高的棉花产量。

**关键词** 氮肥; 缩节胺; 化学调控; 棉花; 营养积累; 产量

**中图分类号** S562 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2023)05-0132-09

棉花是新疆主要的经济作物, 2021年种植面积达250.61万hm<sup>2</sup>, 总产量为512.9万t, 分别占全国的82.8%和89.5%<sup>[1]</sup>。氮素是作物生长必需的三大营养元素之一<sup>[2]</sup>, 对提高作物产量、改善农产品质量有重要作用。目前, 由于农户施肥观念的影响<sup>[3]</sup>, 农田施肥量不断增加, 尤其是长期高量施用氮肥。氮肥的合理施用可提高棉花叶片光合性能, 增加生殖器官干物质积累量, 提高棉花对氮素的利用与吸收, 最终提高棉花产量<sup>[4]</sup>。例如, 施氮量为320 kg/hm<sup>2</sup>时可促使棉花增产<sup>[5]</sup>, 但当施氮水平超过360 kg/hm<sup>2</sup>时, 则会造成棉花产量报酬递减<sup>[6]</sup>。此外, 棉花在充足的氮肥和灌溉条件下极易营养生长过旺, 使棉花更易遭受病虫害危害和贪青晚熟, 最终导致产量降低<sup>[7]</sup>。

缩节胺是一种抑制性季铵盐类植物生长调节

剂, 通过抑制赤霉素(GA)的合成缩短植株节间长度, 使株型紧凑, 防止植物旺长<sup>[8]</sup>。研究表明, 适宜的缩节胺喷施剂量可调节棉花的营养生长与生殖生长, 提高群体净光合速率, 促进生殖器官干物质积累与氮素利用<sup>[9]</sup>, 增加单株结铃数与棉铃质量, 最终使棉花增产<sup>[10]</sup>。例如, 刘翠等<sup>[11]</sup>在棉花全生育时期喷施缩节胺3~4次能够提高棉花叶片生理活性, 使棉花增产32.7%~41.4%。彭增莹等<sup>[12]</sup>研究发现, 不同施氮量下喷施缩节胺150.0~260.5 g/hm<sup>2</sup>能够塑造棉花合理株型, 有利于棉花高产。张特等<sup>[13]</sup>研究表明, 合理的滴施缩节胺与氮肥有利于干物质积累向生殖器官转运, 促使棉花单株结铃数、单铃质量与籽棉产量增加。目前, 有关氮肥与缩节胺的研究多集中在施氮水平与打顶剂组合<sup>[14-15]</sup>, 而施氮水平与常规缩节胺组合对棉花光合特性及内部养分分配近年

收稿日期: 2023-03-27

基金项目: 新疆维吾尔自治区重大科技专项(2020A01002-4)

吴一帆, E-mail: 1141358752@qq.com

通信作者: 张巨松, E-mail: xjndzjs@163.com

研究较少。为此,笔者通过设置不同施氮水平与常规缩节胺不同喷施剂量,研究施氮水平与缩节胺组合对棉花光合参数、干物质积累动态变化、氮素积累与产量的影响,以期筛选出适宜的施氮水平与缩节胺用量组合,为南疆棉区合理施肥化控提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

本试验于2021年4—10月在新疆阿瓦提县农科院试验基地(E79°45′~E81°05′, N39°31′~40°50′)进行,该区年平均降水量为46.4 mm,日照时间长,蒸发量大,属温带大陆性干旱气候。试验开展区土壤质地为砂壤土,播前测定小区土壤基础肥力见表1。

表1 土壤基础肥力

Table 1 Basic soil fertility prior to sowing

土壤深度/cm Soil depth	全氮/(g/kg) Total nitrogen	有机质/(g/kg) Organic matter	水解性氮/(mg/kg) Hydrolyzable nitrogen	速效磷/(mg/kg) Available P	速效钾/(mg/kg) Available K
0~10	0.42	8.26	35.0	26.3	83
10~20	0.49	7.65	66.4	32.9	89
20~30	0.46	7.08	44.4	32.0	87
30~40	0.30	5.90	40.6	16.6	103
40~50	0.24	4.24	35.0	7.3	138
50~60	0.25	4.06	51.7	26.6	145

表2 施肥方案

Table 2 Fertilization treatment

处理 Treatment	基肥 Base fertilizer	追肥日期 Rations of topdressing date(month/day)									总量 Total
		06/16	06/24	07/01	07/08	07/16	07/24	08/01	08/08	08/18	
N <sub>1</sub>	64	16	32	16	32	64	32	32	16	16	320
N <sub>2</sub>	96	24	48	24	48	96	48	48	24	24	480

表3 缩节胺喷施时间及剂量

Table 3 DPC spraying time and dosage

处理 Treatment	喷施日期 Spraying date (month/day)				总量 Total
	06/21	07/05	07/17	07/23	
F1	4.0	8.0	15.0	40.0	67.0
F2	8.0	12.0	30.0	100.0	150.0
F3	12.0	28.5	60.0	160.0	260.5
F4	16.0	45.0	90.0	220.0	371.0

### 1.3 测定指标

1) 光合参数。利用英国 Hansatech 公司生产的 TPS-2 光合仪,在棉花盛蕾期、初花期、盛花期、盛铃前期、盛铃后期、吐絮期(即出苗后第48、67、78、100、

### 1.2 试验设计

供试品种为“新陆中88号”,由新疆农业科学院提供,氮肥为尿素(N<sub>2</sub>≥46%),试验采用双因素裂区试验设计,以施氮量为主区,分别设置320 kg/hm<sup>2</sup>(N<sub>1</sub>:常规氮)和480 kg/hm<sup>2</sup>(N<sub>2</sub>:高氮)2个水平;以缩节胺剂量为副区,分别设置:67.0(F1)、150.0(F2)、260.5(F3)和371.0 g/hm<sup>2</sup>(F4)4个水平,氮肥施用及缩节胺喷施方案分别见表2与表3。采用76 cm等行距种植模式,株距8 cm,膜宽2.1 m,膜厚0.01 mm,滴灌毛管铺设为一膜三管(滴孔间距20 cm,滴管出水量2.1 L/h),每个处理设置3个重复,小区面积为44.85 m<sup>2</sup>(6.5 m×2.3 m),理论密度16.4万株/hm<sup>2</sup>。2021年4月16日播种,4月29日出苗,7月11日进行化学封顶(化学打顶剂“向铃转”,750 g/hm<sup>2</sup>,兑水450 kg/hm<sup>2</sup>),田间其他管理措施均同当地大田。

114、140天)测定棉花主茎倒四叶的净光合速率( $P_n$ )及蒸腾速率( $T_r$ ),每个小区测定3片叶,重复3次,在晴朗无风天气的11:00—13:00时段内测定。

2) 棉花地上部干物质积累量。在棉花盛蕾期、初花期、盛花期、盛铃前期、盛铃后期、吐絮期各处理小区选取长势一致具有代表性的6株棉花,将营养器官(茎、叶)和生殖器官(蕾、花、铃)分开,放入电热恒温鼓风干燥箱105℃杀青30 min后,温度调至80℃烘干至恒质量,测定其干物质质量,并用 Logistic 方程进行拟合。

3) 植株氮素。将棉花盛蕾期、初花期、盛花期、盛铃前期、盛铃后期、吐絮期烘干的棉株分为营养器

官和生殖器官两部分粉碎,用 $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮后采用奈氏比色法测定植株不同部位全氮含量,则:氮素吸收量( $kg/hm^2$ )=植株生物量( $kg/hm^2$ ) $\times$ 含氮量( $g/kg$ )/1000。

4)产量及其构成因素。各处理达吐絮标准后,每小区选取 $6.67 m^2$ ( $2.3 m \times 2.92 m$ )长势均匀一致的棉田,调查株数及总结铃数,则:单株结铃数=总结铃数/株数,另于每小区内分别取植株上部吐絮铃(8果枝及以上)30朵、中部(4~7果枝)40朵、下部(1~3果枝)30朵,共100朵,自然晾干后称量其单铃质量,轧花后计算棉花衣分(衣分=皮棉产量/籽棉产量),重复3次。

#### 1.4 数据处理

试验数据使用SPSS19软件进行方差分析,采用Duncan's法进行处理间多重比较(显著性水平为 $\alpha=0.05$ ),利用Excel整理数据,GraphPad

Prism 8绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮肥与缩节胺对棉花光合参数的影响

1)氮肥与缩节胺对棉花净光合速率的影响。如表4所示,不同生育时期,施氮水平对棉花 $P_n$ 均无显著影响,但在吐絮期 $N_1$ 水平较 $N_2$ 水平相比 $P_n$ 提高了17.5%。在盛铃前期,缩节胺剂量对 $P_n$ 产生极显著影响( $P<0.01$ ),同时施氮水平与缩节胺剂量互作对 $P_n$ 产生显著差异, $N_1$ 水平较 $N_2$ 水平 $P_n$ 降低了3.2%, $N_1$ 水平下,随着缩节胺的剂量增加, $P_n$ 表现为 $F1>F3>F2>F4$ , $N_2$ 水平下表现为 $F3>F2>F1>F4$ , $P_n$ 在 $N_2F3$ 达到最大值,为 $37.57 \mu mol/(m^2 \cdot s)$ 。盛铃后期缩节胺剂量亦对 $P_n$ 存在显著差异,2个施氮水平下均以 $F3$ 剂量的 $P_n$ 最高, $N_1$ 和 $N_2$ 水平下的 $F3$ 剂量,分别较 $F1$ 、 $F2$ 、 $F4$ 剂量提高了13.5%、0.2%、40.3%( $N_1$ 水平)和16.7%、10.4%、10.6%( $N_2$ 水平)。

表4 棉花功能叶(倒四叶) $P_n$ 的比较

处理 Treatment	盛蕾期 B	初花期 PF	盛花期 FF	盛铃前期 FB	盛铃后期 LFB	吐絮期 BO	
$N_1$	F1	31.22 $\pm$ 0.15a	32.93 $\pm$ 1.75ab	34.48 $\pm$ 2.54a	36.26 $\pm$ 1.14ab	22.66 $\pm$ 2.47ab	13.81 $\pm$ 0.20ab
	F2	28.56 $\pm$ 2.51a	33.13 $\pm$ 1.38ab	36.48 $\pm$ 0.26a	34.40 $\pm$ 0.70b	25.22 $\pm$ 1.42a	17.40 $\pm$ 4.36ab
	F3	30.41 $\pm$ 2.71a	33.61 $\pm$ 2.25ab	35.14 $\pm$ 1.51a	35.00 $\pm$ 1.90b	25.73 $\pm$ 1.93a	20.53 $\pm$ 7.53a
	F4	28.50 $\pm$ 5.07a	34.63 $\pm$ 1.50a	34.60 $\pm$ 1.55a	29.02 $\pm$ 0.05c	18.34 $\pm$ 4.90b	15.68 $\pm$ 0.64ab
$N_2$	F1	28.40 $\pm$ 1.73a	32.54 $\pm$ 1.17ab	33.04 $\pm$ 2.62a	34.12 $\pm$ 1.58b	22.39 $\pm$ 4.87ab	13.42 $\pm$ 2.53b
	F2	30.14 $\pm$ 2.62a	30.68 $\pm$ 0.89b	33.19 $\pm$ 3.77a	36.34 $\pm$ 0.49ab	23.67 $\pm$ 0.63a	10.77 $\pm$ 2.42b
	F3	29.32 $\pm$ 0.72a	32.08 $\pm$ 2.05ab	34.04 $\pm$ 3.75a	37.57 $\pm$ 2.28a	26.14 $\pm$ 0.88a	16.89 $\pm$ 1.55ab
	F4	26.94 $\pm$ 1.69a	33.32 $\pm$ 2.19ab	36.93 $\pm$ 1.96a	31.00 $\pm$ 1.02c	23.64 $\pm$ 0.54a	16.31 $\pm$ 3.02ab
N	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
F	NS	NS	NS	**	*	NS	
N $\times$ F	NS	NS	NS	*	NS	NS	

注:B:盛蕾;PF:初花;FF:盛花;FB:盛铃前期;LFB:盛铃后期;BO:吐絮。同列不同小写字母表示不同处理间差异在 $\alpha=0.05$ 水平显著;\*和\*\*分别表示在 $\alpha=0.05$ 和 $\alpha=0.01$ 水平显著;NS表示不显著。表5、表7同。Note:B:Full bud;PF:Prelim flower period;FF:Full flower period;FB:Before full boll;LFB:After full boll;BO:Boll opening period. Different lowercase letters in same column indicate significant differences between different treatments at  $\alpha=0.05$  level; \* and \*\* indicate significant at  $\alpha=0.05$  and  $\alpha=0.01$  levels, respectively; NS means no significant. The same as Table 5 and Table 7.

2)氮肥与缩节胺对棉花蒸腾速率的影响。如表5所示,不同施氮水平与缩节胺不同剂量对棉花 $T_r$ 影响存在差异。不同施氮水平下,除盛花期与吐絮期棉花的 $T_r$ 表现为 $N_1>N_2$ ,其余生育时期均表现为 $N_2$ 水平的 $T_r$ 最高,且在盛蕾期时,施氮水平对 $T_r$ 存在显著影响。初花期缩节胺剂量对 $T_r$ 产生极显著影响,在 $N_1$ 水平下, $F4$ 剂量的 $T_r$ 最高,较 $F1$ 、 $F2$ 、 $F3$ 剂量分别提高了9.6%、51.3%、9.9%,在 $N_2$ 水平下, $F1$ 剂量的 $T_r$ 最高,较 $F2$ 、 $F3$ 、 $F4$ 剂量分别提高了20.7%、

13.2%、15.9%,同时施氮水平与缩节胺剂量互作对 $T_r$ 也产生显著影响,除 $N_1F4$ 处理外,其余剂量下均表现为 $N_2>N_1$ 。盛花期各处理 $T_r$ 均降到最低值,施氮水平与缩节胺剂量互作效应达显著水平, $N_1F1$ 与 $N_2F3$ 分别为2个施氮水平下的最大值。盛铃前期,缩节胺剂量对 $T_r$ 有极显著影响,各处理均在 $F3$ 剂量下达到最大值。

### 2.2 氮肥与缩节胺对棉花干物质积累的影响

如图1所示,棉花在盛花期及以前营养生长大于

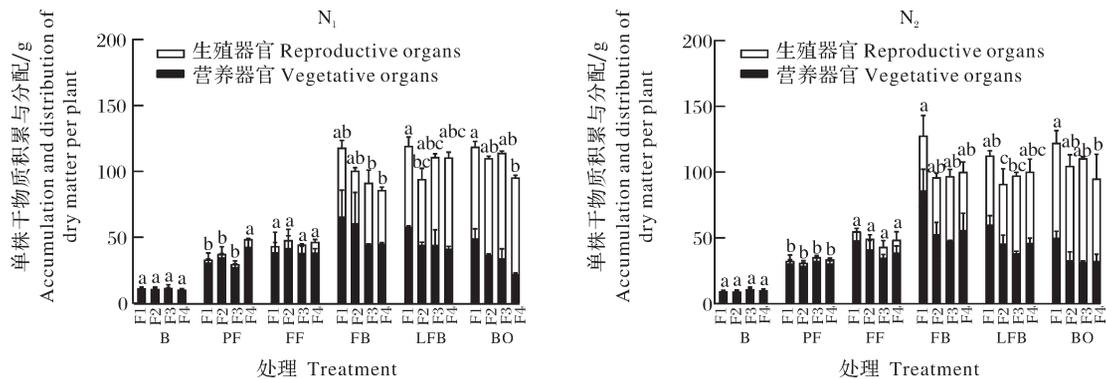
表5 棉花功能叶(倒四叶) $T_r$ 的比较

**Table 5 Comparison of  $T_r$  of functional leaves (inverted four leaves) in cotton**  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$

处理 Treatment	盛蕾期 B	初花期 PF	盛花期 FF	盛铃前期 FB	盛铃后期 LFB	吐絮期 BO	
$N_1$	F1	7.94±0.25bc	7.88±0.33ab	5.15±0.39a	6.30±0.63abc	6.02±0.77a	6.44±0.30ab
	F2	6.81±0.52c	5.71±0.42c	4.99±0.16ab	5.50±0.02bc	6.50±1.05a	6.88±1.82ab
	F3	8.66±0.80ab	7.86±1.05ab	4.26±0.50bc	6.30±0.70abc	6.46±0.82a	7.26±2.30ab
	F4	8.10±0.58b	8.64±0.80ab	4.39±0.62abc	5.18±0.55c	4.75±0.48a	7.65±1.13a
$N_2$	F1	8.53±0.60ab	9.03±0.90a	3.83±0.30c	6.72±0.45ab	6.70±1.42a	6.91±1.00ab
	F2	8.31±0.71ab	7.48±0.32b	4.44±0.58abc	6.74±1.17ab	6.70±1.08a	4.96±0.40b
	F3	7.83±0.94bc	7.98±0.85ab	4.60±0.41abc	7.25±0.26a	5.92±0.45a	6.26±1.40ab
	F4	9.35±0.64a	7.79±0.83ab	4.08±0.45c	5.42±0.87c	6.19±2.37a	6.27±0.69ab
N	*	NS	NS	NS	NS	NS	
F	NS	**	NS	**	NS	NS	
N×F	NS	*	*	NS	NS	NS	

生殖生长,盛花期后,棉花以生殖生长为主,生殖器官的干物质积累量也相应增加。不同施氮水平下,除盛蕾期与初花期外,其余各时期营养器官干物质积累均表现为 $N_2 > N_1$ ,说明增加施氮水平能够促进棉花营养器官干物质积累。在初花期、盛铃前期、盛铃后期和吐絮期, $N_1$ 较 $N_2$ 生殖器官干物质积累量分别提高了20.0%、0.8%、17.0%、3.7%。盛花期后,在 $N_1$ 水平下,棉株营养器官干物质积累量总体随缩节胺

喷施剂量的增加呈降低趋势,但在 $N_2$ 水平下,F1、F2剂量在各生育时期营养器官干物质积累量始终保持较高水平。至吐絮期,2个施氮水平下,F3剂量下的棉株生殖器官干物质积累量均达到最大,分别为80.69 g和79.60 g,分别较F1、F2、F4剂量增加了15.2%、9.2%、9.4% ( $N_1$ 水平)和9.7%、9.8%、26.1% ( $N_2$ 水平)。



B: 盛蕾;PF:初花;FF:盛花;FB:盛铃前期;LFB:盛铃后期;BO:吐絮。图中不同小写字母表示不同处理间差异在0.05水平显著。B: Full bud;PF: Prelim flower period;FF: Full flower period;FB: Before Full boll;LFB: After Full boll;BO: Opening boll period. Different lowercase letters in the figure indicate significant differences between different treatments at 0.05 level.

图1 不同生育时期各处理棉花干物质积累和分布

Fig.1 Dynamic changes of dry matter accumulation and distribution in cotton in different growth periods

进一步通过Logistic方程对干物质积累进行拟合(表6)可知,拟合曲线的 $R^2$ 均在0.93以上,且均达显著或极显著差异水平。 $N_1$ 、 $N_2$ 水平棉花单株干物质快速积累期分别出现在出苗后56~102 d(6月24日—8月9日)和62~105 d(6月30日—8月12日), $N_1$ 快速积累期开始时间较 $N_2$ 有所提前,同时 $N_1$ 快速积累持续时间长于 $N_2$ ,说明适宜的施氮水平更有利于地上部干物质积累。2个施氮水平下,均表现为F3

剂量下最大生长速率出现时间( $t_0$ )、快速积累结束时间( $t_2$ )均最晚,但F1剂量棉株快速积累起始时间( $t_1$ )及特征值(GT)则均以F1剂量最大,F3剂量次之。快速积累持续时间( $\Delta t$ )分别以 $N_1$ F4和 $N_2$ F3处理时间最长,依次为38 d和42 d。最大积累速率 $V_m$ 分别以 $N_1$ F1与 $N_2$ F1处理最大,这可能由于缩节胺剂量过小,导致棉花仍侧重于营养器官干物质积累。

表6 棉株干物质积累 Logistic 方程及特征值

Table 6 Logistic equation and eigenvalue of dry matter accumulation in cotton plant

处理 Treatment	方程 Equation	$t_0/d$	$t_1/d$	$t_2/d$	$\Delta t/d$	$V_m/(g/d)$	GT/g	$R^2$
N <sub>1</sub>	F1 $y=124.2670/(1+e^{(8.1070-0.100456t)})$	81	68	94	26	3.12	81.83	0.973 2**
	F2 $y=109.0854/(1+e^{(5.8500-0.075023t)})$	78	60	96	35	2.05	71.83	0.974 1**
	F3 $y=118.8236/(1+e^{(6.0233-0.072234t)})$	83	65	102	36	2.15	78.25	0.995 2**
	F4 $y=104.6324/(1+e^{(5.1788-0.068606t)})$	75	56	95	38	1.79	68.90	0.932 1*
N <sub>2</sub>	F1 $y=123.4907/(1+e^{(8.9463-0.114898t)})$	78	66	89	23	3.55	81.32	0.971 5**
	F2 $y=102.7609/(1+e^{(6.5936-0.085123t)})$	77	62	93	31	2.19	67.67	0.985 0**
	F3 $y=121.7496/(1+e^{(5.2348-0.062256t)})$	84	63	105	42	1.89	80.17	0.979 6**
	F4 $y=101.6080/(1+e^{(7.2612-0.095443t)})$	76	62	90	28	2.42	66.91	0.976 4**

注:  $y$ : 干物质积累量, g;  $t$ : 出苗后时间, d;  $V_m$ : 干物质积累最大速率, g/d;  $t_0$ : 干物质积累最大速率出现的时间, d;  $t_1$ : 干物质快速积累期起始时间, d;  $t_2$ : 干物质快速积累期结束时间, d;  $\Delta t$ : 干物质快速积累持续时间, d; GT: 生长特征值, 表示干物质积累量已达到最大积累量的 65.8%, g;  $R^2$ : 相关系数。Note:  $y$ : Dry matter accumulation, g;  $t$ : Time after emergence, d;  $V_m$ : Maximum rate of dry matter accumulation, g/d;  $t_0$ : Time when the maximum rate of dry matter accumulation appears, d;  $t_1$ : Start time of rapid dry matter accumulation period, d;  $t_2$ : End time of rapid dry matter accumulation period, d;  $\Delta t$ : Rapid duration of dry matter accumulation, d; GT: Growth characteristic value, indicating that the dry matter accumulation has reached 65.8% of the maximum accumulation, g;  $R^2$ : Correlation coefficient.

### 2.3 氮肥与缩节胺对棉花氮素积累与分配的影响

如表7所示,随着生育进程的推进,各处理氮素积累总量呈先上升后下降的趋势,其峰值出现在盛铃前期(N<sub>1</sub>F3处理除外),生殖器官氮素积累量则呈持续上升趋势,在吐絮期达到最大。施氮水平仅对棉株盛铃后期生殖器官氮素积累存在显著影响,对其他各生育时期均无显著影响,可能是由于水分、温度等因素造成影响。N<sub>1</sub>F2、N<sub>1</sub>F3、N<sub>2</sub>F4处理营养器官积累量在盛花期达到最大值,其余各处理则均在盛铃前期达到最大值。生殖器官氮素积累量表现为N<sub>1</sub>>N<sub>2</sub>,N<sub>1</sub>水平较N<sub>2</sub>水平增加了11.3%。同一氮肥水平下,氮素积累总量随缩节胺剂量增加大致表现为先上升后下降的趋势,盛铃前期,氮素积累总量分别以N<sub>1</sub>F2与N<sub>2</sub>F1处理最高,2个施氮水平下营养器官氮素积累量均以F1剂量最高,生殖器官氮素积累量则均以吐絮期F3剂量最大,F3剂量较F1、F2、F4剂量分别提高了13.1%、26.1%、9.8%(N<sub>1</sub>水平)和12.8%、12.6%、19.4%(N<sub>2</sub>水平)。

### 2.4 氮肥与缩节胺对棉花产量及产量构成因素的影响

如表8所示,施氮水平与缩节胺剂量对收获株数无显著影响。不同施氮水平皮棉产量存在显著差异,表现为N<sub>1</sub>水平较N<sub>2</sub>水平增加了7.7%。缩节胺剂量对棉花单株结铃数产生极显著影响,其中2个施氮水平下均以F2剂量单株结铃数最多,其较F1、F3、F4剂量分别增加了32.1%、4.1%、14.5%(N<sub>1</sub>水平)和15.3%、0.5%、1.5%(N<sub>2</sub>水平)。缩节胺剂量对单

铃质量、衣分均有显著影响,其中,2个施氮水平下的单铃质量均以F3剂量最大,其较同等施氮水平下F1、F3、F4剂量分别增加了8.7%、4.7%、3.9%(N<sub>1</sub>水平)和0.6%、1.2%、1.6%(N<sub>2</sub>水平);衣分则均在F4剂量下达到最高,仅在N<sub>1</sub>F4与N<sub>1</sub>F3、N<sub>2</sub>F1、N<sub>2</sub>F2处理间有显著差异。施氮水平与缩节胺剂量对皮棉产量存在互作效应,以N<sub>1</sub>F3处理下的皮棉产量达到最高,较N<sub>1</sub>F1、N<sub>1</sub>F2、N<sub>1</sub>F4、N<sub>2</sub>F1、N<sub>2</sub>F2、N<sub>2</sub>F3、N<sub>2</sub>F4处理依次增加了37.4%、0.3%、10.4%、32.7%、15.6%、13.4%、14.7%,但其与N<sub>1</sub>F2、N<sub>1</sub>F4处理未达显著差异水平。

## 3 讨论

作物的群体光合能力是产量形成的重要基础,施肥化控技术对作物群体光合能力产生重要影响<sup>[16]</sup>。本试验结果表明,合理施用氮肥能够提高棉花生育后期净光合速率,增加光合产物的积累,这与石洪亮等<sup>[17]</sup>研究结果相似。田雨等<sup>[18]</sup>研究发现,在等行距密植条件下,施氮量为480 kg/hm<sup>2</sup>时降低棉花盛铃后期的蒸腾速率,但本试验结果表明,施氮量为480 kg/hm<sup>2</sup>时的蒸腾速率仍高于施氮量为320 kg/hm<sup>2</sup>,可能是由于缩节胺的调控,促使高施氮量下棉花蒸腾速率仍保持较高水平。前人研究发现,轻量缩节胺喷施下,棉花冠层内光分布较合理,群体光合速率增加,有利于光合产物的积累<sup>[16]</sup>,随着缩节胺剂量的增加,叶面积指数、叶倾角和群体光合速率明显降低且生育后期下降快<sup>[19]</sup>。霍飞超<sup>[20]</sup>研究表明,

表7 棉花营养与生殖器官氮素积累及变化

氮素积累量		处理	盛蕾期	初花期	盛花期	盛铃前期	盛铃后期	吐絮	
Accumulation of nitrogen		Treatment	B	PF	FF	FB	LFB	BO	
总量 Total	N <sub>1</sub>	F1	34.72±4.60abc	79.79±20.08ab	110.08±40.90ab	189.00±45.76abc	168.21±10.04bc	144.51±6.56a	
		F2	35.63±6.09abc	97.71±29.69a	147.97±51.02a	196.06±49.12ab	154.83±1.31cd	121.70±7.20ab	
		F3	39.22±8.05ab	68.48±5.68ab	102.36±3.53ab	126.96±28.60d	181.54±15.93b	137.92±11.63ab	
		F4	31.60±1.09bcd	64.21±1.10b	90.14±15.41b	158.90±10.63bcd	151.07±13.30cde	118.25±1.93ab	
	N <sub>2</sub>	F1	22.75±4.53d	77.01±20.67ab	149.75±29.85a	231.62±30.47a	200.90±9.32a	121.15±30.63ab	
		F2	28.03±5.86cd	79.95±10.85ab	125.72±30.19ab	183.79±17.50abc	146.23±4.47de	108.34±24.61b	
		F3	42.87±4.77a	94.32±6.32ab	91.00±6.88b	155.53±7.85bcd	151.87±6.87cde	118.25±17.92ab	
		F4	31.90±7.23bcd	99.21±11.02a	91.10±12.89b	138.61±11.70cd	136.65±4.41e	112.00±4.19b	
			N	*	NS	NS	NS	NS	NS
			F	*	NS	NS	**	**	NS
			N×F	NS	*	NS	NS	**	NS
	营养器官 Vegetative organs	N <sub>1</sub>	F1	33.61±4.68abc	73.80±19.17ab	97.48±39.51abc	109.06±24.94b	80.27±9.98b	43.45±6.32a
F2			34.62±6.33abc	85.90±29.24a	122.80±39.51ab	107.54±45.25b	65.24±1.84bc	31.95±2.30b	
F3			38.04±7.14ab	62.51±6.07ab	78.82±3.26bc	37.23±5.71c	76.35±17.85bc	24.73±9.10bcd	
F4			30.43±0.96bcd	45.54±0.97b	68.92±12.79c	86.49±6.11b	71.76±12.81bc	15.13±2.53d	
N <sub>2</sub>		F1	21.75±4.71d	68.46±18.91ab	127.92±22.89a	163.81±31.26a	122.63±10.08a	31.63±5.48b	
		F2	26.79±5.74cd	71.49±10.46ab	100.85±24.46abc	114.78±18.24b	67.04±5.02bc	18.67±4.78cd	
		F3	41.39±4.82a	82.16±5.83a	74.82±6.64c	82.52±7.94b	67.96±8.59bc	17.24±3.29d	
		F4	31.22±7.23abcd	84.98±7.89a	75.98±12.76c	73.49±12.36bc	57.38±5.44c	27.38±3.70bc	
		N	*	NS	NS	NS	NS	NS	
		F	*	NS	*	**	**	**	
		N×F	NS	*	NS	NS	**	**	
生殖器官 Reproductive organs		N <sub>1</sub>	F1	1.11±0.77a	5.98±1.02c	12.60±1.51b	79.94±22.06ab	87.94±1.78b	100.06±0.43ab
	F2		1.01±0.42a	11.81±1.43b	25.18±11.76a	88.51±80.4a	89.59±0.55b	89.75±8.21ab	
	F3		1.18±0.91a	5.97±0.86c	23.54±2.43ab	89.73±23.00a	105.19±1.92a	113.19±2.78a	
	F4		1.17±0.53a	18.67±0.31a	21.22±4.19ab	72.41±5.27ab	79.30±0.85d	103.12±0.61ab	
	N <sub>2</sub>	F1	0.99±0.53a	8.54±2.59c	21.83±6.97ab	67.81±0.99ab	78.27±0.97d	89.52±26.17ab	
		F2	1.24±0.22a	8.47±0.64c	24.88±8.42a	69.01±0.75ab	79.19±1.00d	89.67±21.90ab	
		F3	1.48±0.06a	12.16±1.26b	16.19±0.33ab	73.01±2.88ab	83.90±1.73c	101.00±14.69ab	
		F4	0.68±0.01a	14.23±3.57b	15.12±3.27ab	65.11±4.42b	79.27±1.07d	84.62±2.04b	
			N	NS	NS	NS	NS	**	NS
			F	NS	**	NS	NS	**	*
			N×F	NS	**	NS	NS	**	NS

过量的喷施缩节胺会降低叶片气孔开度,影响棉花气孔导度和蒸腾速率。本研究与前人<sup>[16,19-20]</sup>研究结果基本一致,即适量的喷施缩节胺可提高棉花叶片P<sub>n</sub>与T<sub>r</sub>,但随着缩节胺剂量增加,P<sub>n</sub>与T<sub>r</sub>不再增加,且有下降趋势。

干物质积累与分配直接影响作物的生长与发育,进而影响作物产量。本试验结果表明,氮素积累的变化规律与干物质积累与分配相同,这与李春艳等<sup>[21]</sup>研究结果一致。研究表明,随着施氮水平的增加,棉株干物质积累量也增加<sup>[22]</sup>,但氮肥施用过多则会造成棉株生殖器官干物质和产量降低。马宗斌

等<sup>[23]</sup>研究表明,施氮量为300 kg/hm<sup>2</sup>时,棉花干物质积累量最大,且分配到生殖器官的比例较高,有利于棉花高产。王士红<sup>[24]</sup>研究发现,随着施氮量增加,干物质积累与氮素积累增加,但分配到生殖器官比例下降。本研究表明施氮水平为320 kg/hm<sup>2</sup>时,棉花盛铃前期、盛铃后期与吐絮期生殖器官氮素积累量与干物质积累量分配比例较高,当施氮水平为480 kg/hm<sup>2</sup>时,棉花营养器官氮素、干物质积累量明显增加,生殖器官干物质积累量减少,不利于棉花高产,常规施氮水平较高氮水平平均增产7.7%,与前人<sup>[22-24]</sup>研究基本一致。本试验结果表明,随着缩节

表8 不同处理下棉花产量及产量构成因素的比较

Table 8 Comparison of cotton yield and yield components under different treatments

处理 Treatment	株数/(10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> ) Number of cotton	单株结铃数 Boll number per plant	单铃质量/g Boll weight	衣分/% Lint percentage	皮棉产量/(kg/hm <sup>2</sup> ) Lint yield	
N <sub>1</sub>	F1	16.40±0.02a	5.73±0.48c	4.96±0.02b	43.71±1.12ab	2 041.00±213.28c
	F2	16.42±0.01a	7.57±0.10a	5.15±0.15ab	43.71±1.12ab	2 795.14±153.93a
	F3	16.40±0.02a	7.27±0.05ab	5.39±0.08a	43.61±0.69b	2 803.32±19.67a
	F4	16.41±0.00a	6.61±0.52b	5.19±0.10ab	45.16±0.64a	2 540.32±168.98ab
N <sub>2</sub>	F1	16.43±0.02a	5.75±0.19c	5.17±0.15ab	43.24±0.34b	2 113.02±124.23c
	F2	16.42±0.02a	6.63±0.66b	5.14±0.11ab	43.47±0.39b	2 425.13±169.14b
	F3	16.42±0.02a	6.60±0.59b	5.20±0.24ab	43.96±1.06ab	2 472.27±97.13b
	F4	16.42±0.02a	6.53±0.63bc	5.12±0.08ab	44.50±0.59ab	2 443.27±255.06b
N	NS	NS	NS	NS	*	
F	NS	**	*	*	**	
N×F	NS	NS	NS	NS	*	

胺剂量的增加,棉花氮素、干物质积累量大致都呈先上升后下降的趋势,这与前人<sup>[9]</sup>研究结果不同,可能由于F4剂量对棉花有较强的抑制作用。研究发现,喷施缩节胺后,棉株单株结铃数与单铃质量较对照均增加,籽棉产量与皮棉产量也有显著提高<sup>[25]</sup>。本试验结果表明,缩节胺喷施剂量在F2、F3剂量下,两施氮水平处理均有较高的皮棉产量,剂量过高则会抑制产量形成,与前人<sup>[25]</sup>研究结果相似。

田雨等<sup>[14]</sup>与韩焕勇等<sup>[15]</sup>研究了氮肥与增效缩节胺对棉花生长特性及产量的影响,结果均表明施氮量与增效缩节胺间存在互作效应。本研究条件下,施氮水平与缩节胺也存在显著互作效应,其中以N<sub>1</sub>F3处理产量表现最优,N<sub>1</sub>F2处理次之,但二者差异不显著,可能与这2个处理条件提高了棉花盛铃期及吐絮期功能叶片的P<sub>n</sub>与T<sub>r</sub>,从而保证了棉花生育后期仍具有较高的光合产物积累能力有关。与此同时,本研究还发现,常规施氮水平(N<sub>1</sub>水平)棉花干物质快速积累开始时间及快速积累持续时间均优于高氮水平(N<sub>2</sub>水平),且仍以N<sub>1</sub>F3处理各特征值较为协调。然而,在同一施氮水平条件下,缩节胺喷施剂量为150.0 g/hm<sup>2</sup>(F2剂量)与260.5 g/hm<sup>2</sup>(F3剂量)虽均能提高生殖器官干物质、氮素积累量,进而增加棉花单株结铃数与单铃质量,但最终增产效应差异并不显著。因此,与本试验条件相同的南疆棉田,320 kg/hm<sup>2</sup>的施氮水平配合喷施缩节胺150.0 g/hm<sup>2</sup>,即可达到在节约成本的同时获得较高的棉花产量的效果。

## 参考文献References

[1] 徐爱武. 近十年我国棉花生产量与消费量分析及建议[J]. 棉

花科学, 2022, 44(4): 61-64. XU A W. Analysis and suggestion of cotton production and consumption in China in recent ten years[J]. Cotton sciences, 2022, 44(4): 61-64 (in Chinese with English abstract).

[2] 李鹏程,董合林,刘爱忠,等. 施氮量对棉花功能叶片生理特性、氮素利用效率及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(1): 81-91. LI P C, DONG H L, LIU A Z, et al. Effects of nitrogen application rates on physiological characteristics of functional leaves, nitrogen use efficiency and yield of cotton[J]. Journal of plant nutrition and fertilizer, 2015, 21(1): 81-91 (in Chinese with English abstract).

[3] 张卫峰,马文奇,王雁峰,等. 中国农户小麦施肥水平和效应的评价[J]. 土壤通报, 2008, 39(5): 1049-1055. ZHANG W F, MA W Q, WANG Y F, et al. Assessment on farmers' fertilization behavior for wheat production in China [J]. Chinese journal of soil science, 2008, 39(5): 1049-1055 (in Chinese with English abstract).

[4] LI P C, DONG H L, LIU A Z, et al. Effects of planting density and nitrogen fertilizer interaction on yield and nitrogen use efficiency of cotton[J]. Transactions of the CSAE, 2015, 31(23): 122-130.

[5] 李春艳,张巨松,向雁玲,等. 密度与氮肥对机采棉生长特性及产量的影响[J]. 南京农业大学学报, 2018, 41(4): 633-639. LI C Y, ZHANG J S, XIANG Y L, et al. Effects of density and nitrogen fertilizer on growth characteristics and yield of cotton harvested by machine[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2018, 41(4): 633-639 (in Chinese with English abstract).

[6] 秦宇坤,李鹏程,郑苍松,等. 施氮量对低肥力棉田土壤氮素及棉花养分吸收利用影响[J]. 棉花学报, 2019, 31(3): 242-253. QIN Y K, LI P C, ZHENG C S, et al. Effects of nitrogen application rates on soil nitrogen content, nutrient uptake and utilization of cotton in low fertility fields[J]. Cotton science, 2019, 31(3): 242-253 (in Chinese with English abstract).

[7] TUNG S A. 缩节胺对晚播高密棉花形态特征、生理特性的

- 影响[D].武汉:华中农业大学,2018.TUNG S A.Effect of DPC on morphological characteristics and physiological characteristics of late-sowing high-density cotton [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2018 (in Chinese with English abstract).
- [8] 张特,赵强,李广维.缩节胺对棉花生长发育影响研究进展[J].江苏农业科学,2021,49(18):14-18.ZHANG T,ZHAO Q,LI G W.Progress in the influence of DPC on growth and development of cotton [J].Jiangsu agricultural sciences,2021,49(18):14-18 (in Chinese).
- [9] 白文强.灌水量、施氮量和缩节胺用量对南疆棉花生长和氮利用的影响[D].杨凌:西北农林科技大学,2022.BAI W Q. Effects of irrigation amount, nitrogen application amount and mepiquat chloride amount on cotton growth and water and nitrogen utilization in South Xinjiang [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2022 (in Chinese with English abstract).
- [10] RUAN Y L, CHOUREY P S, DELMER D P, et al. The differential expression of sucrose synthase in relation to diverse patterns of carbon partitioning in developing cotton seed [J]. *Plant physiology*, 1997, 115(2):375-385.
- [11] 刘翠,张巨松,魏鑫,等.甲哌喹化控对南疆杂交棉功能叶生理指标及产量性状的影响[J].棉花学报,2014,26(2):122-129.LIU C, ZHANG J S, WEI X, et al. Effects of mepiquat chloride on physiological indicators of leaf function and characteristics of yield of hybrid cotton in South Xinjiang [J]. *Cotton science*, 2014, 26(2):122-129 (in Chinese with English abstract).
- [12] 彭增莹,申莹莹,段松江,等.化学调控对不同施氮量棉花冠层结构及产量的影响[J].中国农业科技导报,2022,24(7):177-186.PENG Z Y, SHEN Y Y, DUAN S J, et al. Effect of chemical regulation on canopy structure and yield of cotton with different nitrogen amounts [J]. *Journal of agricultural science and technology*, 2022, 24(7):177-186 (in Chinese with English abstract).
- [13] 张特,王蜜蜂,赵强.滴施缩节胺与氮肥对棉花生长发育及产量的影响[J].作物学报,2022,48(2):396-409.ZHANG T, WANG M F, ZHAO Q. Effects of DPC and nitrogen fertilizer through drip irrigation on growth and yield in cotton [J]. *Acta agronomica sinica*, 2022, 48(2):396-409 (in Chinese with English abstract).
- [14] 田雨,王方永,罗宏海,等.增效缩节胺化学封顶对不同施氮量条件下棉花群体生长特征的影响[J].西北农业学报,2020,29(4):559-569.TIAN Y, WANG F Y, LUO H H, et al. Effect of DPC<sup>+</sup> chemical capping on group growth characteristics of cotton under different application amounts of nitrogen condition [J]. *Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica*, 2020, 29(4):559-569 (in Chinese with English abstract).
- [15] 韩焕勇,王方永,陈兵,等.氮肥对棉花应用增效缩节胺封顶效果的影响[J].中国农业大学学报,2017,22(2):12-20.HAN H Y, WANG F Y, CHEN B, et al. Effect of nitrogen fertilizer on plant growth and yield formation of cotton applied with fortified DPC [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2017, 22(2):12-20 (in Chinese with English abstract).
- [16] 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.FENG G Y, YAO Y D, DU M W, et al. Dimethyl piperidinium chloride (DPC) regulation of canopy architecture and photosynthesis in a cotton hybrid in an arid region [J]. *Cotton science*, 2012, 24(1):44-51 (in Chinese with English abstract).
- [17] 石洪亮,张巨松,严青青,等.施氮量对南疆机采棉生长特性及产量的影响[J].西北农业学报,2017,26(3):397-404.SHI H L, ZHANG J S, YAN Q Q, et al. Effects of nitrogen application rates on growth characteristics and yield of machine-picking cotton in South Xinjiang [J]. *Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica*, 2017, 26(3):397-404 (in Chinese with English abstract).
- [18] 田雨,王旭文,韩焕勇,等.施氮量对等行距密植棉花气体交换和叶绿素荧光特性的影响[J].新疆农业科学,2020,57(11):1987-1997.TIAN Y, WANG X W, HAN H Y, et al. Effects of nitrogen application rates on gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters of cotton under wide-row spacing with high density [J]. *Xinjiang agricultural sciences*, 2020, 57(11):1987-1997 (in Chinese with English abstract).
- [19] 罗宏海,赵瑞海,韩春丽,等.缩节胺(DPC)对不同密度下棉花冠层结构特征与产量性状的影响[J].棉花学报,2011,23(4):334-340.LUO H H, ZHAO R H, HAN C L, et al. Effects of growth regulators (DPC) on canopy architecture and yield characteristics of cotton under different planting densities [J]. *Cotton science*, 2011, 23(4):334-340 (in Chinese with English abstract).
- [20] 霍飞超.南疆1膜3行模式密度与缩节胺对棉花生长及产量的影响[D].阿拉尔:塔里木大学,2020.HUO F C. Effects of 1 film and 3 rows pattern density and mepiquat chloride on cotton growth and yield in southern Xinjiang [D]. Alar: Tarim University, 2020 (in Chinese with English abstract).
- [21] 李春艳,石洪亮,文如意,等.海岛棉和陆地棉花铃期光合特性及氮素累积特性的差异[J].棉花学报,2018,30(2):164-171.LI C Y, SHI H L, WEN R Y, et al. Differences of the photosynthetic properties and nitrogen accumulation between island cotton and upland cotton [J]. *Cotton science*, 2018, 30(2):164-171 (in Chinese with English abstract).
- [22] 郑剑超,闫曼曼,张巨松,等.氮肥前移对果棉间作棉花干物质积累和氮肥利用效率的影响[J].中国土壤与肥料,2016(2):78-84.ZHENG J C, YAN M M, ZHANG J S, et al. Effects of nitrogen topdressing time on accumulation of cotton dry matter and nitrogen fertilizer use efficiency under fruit tree and cotton intercropping [J]. *Soil and fertilizer sciences in Chi-*

- na, 2016(2):78-84 (in Chinese with English abstract).
- [23] 马宗斌, 严根土, 刘桂珍, 等. 施氮量对黄河滩区棉花叶片生理特性、干物质积累及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(4):849-857. MA Z B, YAN G T, LIU G Z, et al. Effects of nitrogen application rates on main physiological characteristics of leaves, dry matter accumulation and yield of cotton cultivated in the Yellow River bottomlands[J]. Journal of plant nutrition and fertilizer, 2013, 19(4):849-857 (in Chinese with English abstract).
- [24] 王士红. 增密减氮对棉花产量品质的影响及氮高效生理基础研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019. WANG S H. Effects of densification and nitrogen reduction on cotton yield and quality and physiological basis of nitrogen efficiency[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2019 (in Chinese with English abstract).
- [25] SIEBERT J D, STEWART A M. Influence of plant density on cotton response to mepiquat chloride application[J]. Agronomy journal, 2006, 98(6):1634-1639.

## Effects of chemical regulation on photosynthetic characteristics and yield of cotton under different nitrogen application levels

WU Yifan<sup>1</sup>, PENG Zengying<sup>1</sup>, DUAN Songjiang<sup>1</sup>, SHEN Yingying<sup>1</sup>,  
LI Zongrun<sup>1</sup>, GUO Rensong<sup>2</sup>, ZHANG Jusong<sup>1</sup>

1. College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University / Research Center of Cotton Engineering, Ministry of Education, Urumqi 830052, China;

2. Institute of Economic Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China

**Abstract** To explore the interaction effect of different nitrogen levels and mepiquat chloricic (DPC) on cotton, a two-factor cleft zone test was designed with “XinLuzhong 88” as test material, two nitrogen levels of 320 ( $N_1$ ), 480 kg/hm<sup>2</sup> ( $N_2$ ), and four doses of DPC spray of 67.0 (F1), 150.0 (F2), 260.5 (F3), 371.0 g/hm<sup>2</sup> (F4), were applied, the effect of the DPC under different nitrogen levels on photosynthetic characteristics and yield formation was studied. The results showed that there were interactions between nitrogen level and DPC dosage on the net photosynthetic rate ( $P_n$ ), transpiration rate ( $T_r$ ), dry matter accumulation, nitrogen accumulation and yield composition factors in cotton. The promotion effects of nitrogen fertilizer and DPC on  $P_n$  and  $T_r$  of cotton were mainly in cotton after full boll and opening boll stages, and both  $P_n$  and  $T_r$  were higher under  $N_1F3$  treatment. The accumulation of dry matter, nitrogen accumulation and lint yield of final reproductive organs in  $N_1$  treatment were higher than that of  $N_2$ , and the indexes were 5.6%, 11.32% and 7.68% higher respectively. Under the same nitrogen level, the accumulation of dry matter and nitrogen in reproductive organs, the number of single knots, single bell mass and lint yield of cotton, were significantly increased with  $N_1F3$  treatment, but it did not reach a significant difference level compared with  $N_1F2$  treatment, among which the lint yield of  $N_1F3$  was 2 803.32 kg/hm<sup>2</sup>, only 0.3% higher than that of  $N_1F2$  treatment. Therefore, considering the performance of each measurement index, under the test conditions, it is recommended to apply a nitrogen amount of 320 kg/hm<sup>2</sup>, and a DPC dosage of 150.0 g/hm<sup>2</sup> to ensure a higher cotton yield.

**Keywords** nitrogen fertilizer; mepiquat chloricic; chemical regulation; cotton; accumulation of nutrients; yield

(责任编辑:边书京)