

灌水频次对化学封顶棉花生长发育的影响研究

聂志勇,康正华,崔月,贾喜宁,赵强
(新疆农业大学,新疆乌鲁木齐 830052)

摘要: 试验比较分析 4 种不同灌水频次对化学封顶与人工打顶棉花干物质积累、氮素吸收利用及农艺性状的影响。选用新陆早 57 号作为试验材料,采用裂区试验设计,主区为 6 次、8 次、10 次、12 次 4 个灌水频次,副区为打顶方式,分为化学封顶、人工打顶。研究发现:灌水频次与产量呈正相关,且随着灌水频次的增加干物质快速积累时期延长,最多延长 18 d。不同灌水频次下,化学封顶棉花干物质快速积累时期较人工打顶长 1~5 d,说明提高灌水频次和化学封顶均能使棉株干物质快速积累持续时间延长、积累量增大,同时使氮素吸收量增多。不同灌水频次下,化学封顶棉花蕾铃脱落率较人工打顶高 2.47%~9.21%,化学封顶及人工打顶单铃重分别为 0.06~0.49 g 和 0~0.28 g,籽指分别为 0.19~1.67 g 和 0.11~0.81 g,说明化学封顶棉株对水肥更加敏感,化学封顶能延长棉株生育期使棉籽更加饱满,有优质育种潜力。

关键词: 棉花;化学封顶剂;灌水频次;干物质积累;氮素吸收;蕾铃脱落;农艺性状

中图分类号: S562; S274.1 **文献标志码:** A

Effect of irrigation frequency on the growth and development of chemical topping cotton

NIE Zhi-yong, KANG Zheng-hua, CUI Yue, JIA Xi-ning, ZHAO Qiang
(Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

Abstract: The influence of four irrigation frequencies on dry matter accumulation, nitrogen absorption & utilization and agronomic traits of cotton with chemical and manual topping treatment were compared and analyzed. Xinluzao No.57 was used as the test material with four irrigation frequencies (6 times, 8 times, 10 times and 12 times) adopted in main plot (split-plot test design) and chemical & manual topping treatment adopted in secondary plot. The results showed that there was a positive correlation between irrigation frequency and yield, and the rapid accumulation of dry matter was prolonged with the increase of frequency of irrigation, extending for up to 18d. Under different irrigation frequency, the period that chemical topping cotton's rapid accumulation of dry matter was 1~5 d longer than the artificial topping cotton, showing that increasing the irrigation frequency and chemical capping both prolonged the rapid accumulation period of dry matter, increased the accumulation of dry matter and the amount of nitrogen uptake. Under different irrigation frequency, the abscission rate of chemical topping cotton buds and bolls was 2.47%~9.21% higher than artificial topping cotton. Under chemical topping and artificial topping, the changes of single boll weight were 0.06~0.49 g and 0~0.28 g respectively, and the changes of seed index were 0.19~1.67 g and 0.11~0.81 g. These indicate that chemical topping cotton plants are more sensitive to water and fertilizer, and that chemical topping can prolong the growth period of cotton plants to make cottonseed more full and have high quality breeding potential.

Keywords: cotton; chemical detopping; irrigation frequencies; dry matter accumulation; nitrogen uptake; boll retention abscission rate; agronomic character

新疆热量资源丰富,是我国的重要棉花高产区之一^[1],但同时新疆深居大陆可灌溉水资源在时间及空间上分布极不均匀。加之近年来随着棉花生产全程机械化的快速发展,人工打顶投入费用连年上

收稿日期:2016-07-28 修回日期:2017-11-09
基金项目:国家自然科学基金(3156100654)
作者简介:聂志勇(1993—),男,新疆伊犁人,硕士,研究方向为作物化学控制原理与技术。E-mail:1723648109@qq.com。
通信作者:赵强(1981—),男,安徽灵璧人,副教授,博士,研究方向为作物化学控制原理与技术。E-mail:42384563@qq.com。

升且化学封顶有提高棉花品质及产量的潜力^[2]。所以如能揭示新疆棉花化学封顶条件下干物质积累分配与养分运移规律及其农艺形状、蕾铃脱落对于灌水频次的响应机理,对于新疆棉花化学封顶条件下高产栽培技术体系的建立有着重要意义。有关棉花干物质与养分积累前人已有大量研究^[3-7],胡国智等^[8]利用氮肥运筹方法研究棉花干物质积累及养分吸收利用;戴婷婷等^[9]对磷肥不同用量下棉花干物质及氮磷钾的吸收分配影响进行了探索;谢志良等^[10]研究了膜下滴灌水氮耦合对棉花干物质积累和氮素吸收利用及水氮利用效率的影响。前人开展的研究多为棉花在人工打顶条件下进行,本文对化学封顶条件下水分运筹对棉花干物质及养分运移、蕾铃脱落及农艺性状的影响进行研究,尝试阐明不同灌水频次下化学封顶棉花与人工打顶棉花的干物质、氮素运移特征及其对蕾铃脱落与农艺性状的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2015 年在新疆呼图壁县大丰镇中国农业大学教授工作站试验田进行,当地年平均气温 6.7℃,年降水量 167 mm,多集中在 6—9 月,无霜期平均 180 d,全年日照总时数 3 090 h,稳定在 10℃以上的年有效积温为 3 553℃。属温带大陆性干旱半

干旱气候。前茬作物为番茄,土壤基本养分状况:土壤 pH 8.1、有机质 11.2 g·kg⁻¹、碱解氮 57 mg·L⁻¹、速效磷 23 mg·L⁻¹、速效钾 325 mg·L⁻¹。

1.2 试验设计

供试棉花品种为常规棉新陆早 57 号,2015 年 4 月 25 日播种,理论播种密度为 28 万株·hm⁻²、实际播种密度为 19.88 万株·hm⁻²。化学封顶剂来自山东省美禾佳作物科学有限公司,商标为美禾佳 (BEAUTIFUL CROP),商品名称为棉花专用化学封顶剂(2015 年 4 月生产),主要成分为抑芽剂与助剂及钼、锌、铜、硼等微量元素。人工打顶为对照,两种打顶方式均按当地适当时间进行,化学封顶采用背负式喷药壶施用化学封顶剂(750 ml·hm⁻²)于 7 月 9 日进行,人工打顶采用传统方法去除一叶一心,于 7 月 5 日进行,两种处理皆为打顶后 10 d 喷施 120 g·hm⁻²缩节胺。试验田采用膜下滴灌、机采种植模式,使用常见 2.2 m 宽膜 1 膜 6 行,行株距配置为:66 cm + 10 cm(田间管理参照一般大田)每小区 3 膜 18 行,小区面积 72 m²。试验为裂区试验设计,其中灌水频次为主区,打顶方式为副区,重复三次。总灌水量及氮肥施用量均为北疆棉花目前认为的最优施用量,分别是 4 800 m³·hm⁻²、300 kg·hm⁻²(纯氮),在总灌水量不变的情况下,将灌水频次按梯度划分为 6 次、8 次、10 次、12 次,人工打顶以 M、化学封顶以 C 表示。具体灌水时间及用量见表 1。

表 1 不同频次灌水时间及灌水量
Table 1 Different frequency irrigation time and irrigation

6 次灌水 6 times frequency irrigation		8 次灌水 8 times frequency irrigation		10 次灌水 10 times frequency irrigation		12 次灌水 12 times frequency irrigation	
灌水时间 Date (m - d)	灌水量 Irrigation /(m ³ ·hm ⁻²)	灌水时间 Date (m - d)	灌水量 Irrigation /(m ³ ·hm ⁻²)	灌水时间 Date (m - d)	灌水量 Irrigation /(m ³ ·hm ⁻²)	灌水时间 Date (m - d)	灌水量 Irrigation /(m ³ ·hm ⁻²)
06 - 19	500	06 - 19	400	06 - 19	300	06 - 19	300
07 - 03	700	06 - 29	450	06 - 27	350	06 - 26	325
07 - 17	1000	07 - 09	500	07 - 05	400	07 - 03	325
07 - 31	1000	07 - 19	800	07 - 13	450	07 - 09	350
08 - 14	1000	07 - 29	800	07 - 21	625	07 - 15	350
08 - 30	600	08 - 09	800	07 - 29	625	07 - 21	470
		08 - 19	600	08 - 06	625	07 - 27	470
		08 - 29	450	08 - 14	625	08 - 02	470
				08 - 22	450	08 - 08	470
				08 - 30	350	08 - 15	470
						08 - 22	400
						08 - 30	400
总计 Total	4800		4800		4800		4800

1.3 样品采集

1.3.1 干物质样品采集与测定 取样及测定方法:选取每个小区具有代表性的棉株 6 株(1 膜 6 行每行取一株,剪去子叶节以上部分),测定干物质积累量,从 7 月 5 日开始测定(即开始打顶日期,为出苗后 60 d)、7 月 15 日(打顶后 10 d,出苗后 70 d)、7 月 25 日(打顶后 20 d,出苗后 80 d)、8 月 5 日(打顶后 31 d,出苗后 91 d)、8 月 15 日(打顶后 41 d,出苗后 101 d)、8 月 25 日(打顶后 51 d,出苗后 111 d)。每次取样后将茎、叶片、蕾铃不同器官分开后 105℃ 下杀青 30 min,接着 70℃ 下烘干直至恒重,称重记录干物质质量。

将干物质粉碎过 0.5 mm 筛,之后用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,用奈氏比色法测定植株不同部位全氮含量。

1.3.2 蕾铃脱落统计 在各小区随机选取具有代表性植株 10 株,调查其整个生育时期蕾铃脱落情况,9 月 5 日停止调查,标准为以直径 1.5 cm 以上棉铃认为其是有效铃。

1.3.3 农艺性状 收获期间测产,选取各处理 2.28 m×3 m 的小区,以可机械采收的含絮力为标准采集下部吐絮铃 30 朵(1~3 果枝)、中部吐絮铃 40 朵(4~6 果枝)、上部吐絮铃 30 朵(7 个以上果枝),共计 100 朵,测定单铃重及籽棉产量,轧花后测定衣分及皮棉产量。

1.4 数据统计与分析

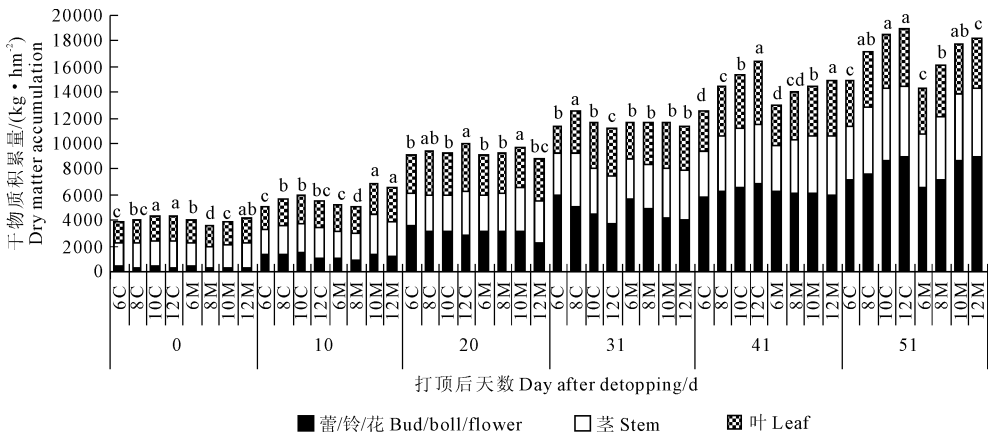
使用 Microsoft Word 2010 统计分析数据,使用 DPS7.05 处理数据。

2 结果与分析

2.1 灌水频次对不同打顶方式棉株干物质积累和分配的影响

各小区干物质积累过程的趋势基本一致,符合作物生长的“S”型曲线,整体生育期干物质积累呈现慢—快—慢的基本特点,不同灌水频次干物质总量呈现出递增趋势,且化学封顶干物质积累量均高于人工打顶。灌水频次与干物质最终积累量呈现正相关,且化学封顶干物质积累总量较人工打顶高 3%~10%;同时 10 次与 12 次灌水干物质质量差均在 4% 以内,远低于其它灌水梯度,表明 10 次灌水基本满足作物所需,可获得较好经济效益;打顶后 31 d 内蕾铃干物质积累与灌水频次呈现负相关,而打顶 41 d 后 10 次和 12 次灌水棉花蕾铃干物质相较于 6 次和 8 次灌水出现快速增长;打顶后 31 d 内化学封顶蕾铃干物质积累略低于人工打顶,而打顶后 41 d 后蕾铃干物质积累高于人工打顶 2%~11%,说明灌水频次及化学封顶可以有效调控棉花生殖生长。

上述规律与表 2 的 Logistic 模型结果相符合。说明高灌水频次及化学封顶均能推迟棉花生殖生长开始时间,有利于干物质的积累从而提高产量。高灌水频次及化学封顶条件下,棉花生殖生长较迟,因而其营养生产及生殖生长并进时期较晚,花铃肥可适当晚施(见图 1)。



注:不同字母表示差异达 5% 显著水平。下同。
Note: Different small letters in a column mean significant difference at 5% levels. The same as below.

图 1 不同灌水频次各器官干物质分配

Fig. 1 Different frequency irrigation of dry matter in cotton plant under different treatments

2.2 灌水频次对不同打顶方式棉株干物质积累动态模拟

对不同灌水频次下棉株干物质进行 Logistic 模

拟,曲线相关指数 R^2 均达 0.98 以上,效果较好。随着灌水频次的增加,化学封顶及人工打顶棉花干物质快速积累开始时间 t_1 分别推迟 2~12 d 和 1~7

d;结束时间 t_2 分别推迟 2 ~ 28 d 和 3 ~ 30 d。不同灌水频次下,化学封顶各处理 t_1 、 t_2 均大于人工打顶,说明化学封顶干物质快速积累开始及结束时间均晚于人工打顶。从干物质快速积累持续时间 Δt 分析,灌水频次与 Δt 呈正相关;不同灌水频次下,化学封顶各处理 Δt 均大于人工打顶,且随着灌水频次增加化学封顶与人工打顶间 Δt 差值由 5 d 减少至 1 d,说明干旱时化学封顶有助于干物质积累;不同打顶方式,灌水频次由 8 次提高至 10 次时, Δt 提高 34.9% ~ 42.5%,而灌水频次由 6 次提高至 8 次和由 10 次提高至 12 次时 Δt 分别为:4.9% ~ 11.1%、1.7% ~ 3.5%,说明 10 次灌水的经济效益较优,这与图 1 得出的结论一致。从干物质积累速率最大时刻 t_0 来看,随着灌水频次增加 t_0 依次递增且均为化学封顶大于人工打顶,这也与 t_1 、 t_2 、 Δt 的数据所得出的结论符合。以上结果表明:灌水频次与 t_1 、 t_2 、 Δt 均呈正相关,且化学封顶 t_1 、 t_2 、 Δt 均大于人工打顶,棉花灌水频次的增加及化学封顶有利于棉花干物质的积累,从而影响棉花产量。但不能一味追求高灌水频次,试验表明灌水频次在 10 次时具有较优的整体经济效益。同时化学封顶相较于人工打顶有利于干物质的积累,具有增加棉花产量的作用及潜力(见表 2)。

2.3 灌水频次对不同打顶方式棉株氮素积累的影响

由表 3 可以看出,棉株中叶片与茎秆中的 N 积累基本规律为随着生育进程的推进逐渐增加,在盛铃期前后达到最大值后开始下降,呈由低到高再到

低的抛物线。而棉株中蕾铃中的 N 积累是一个逐渐增大的过程。同一时间下灌水频次与 N 素积累具有一定的正相关性,化学封顶各时期 N 积累总量的合计大于人工打顶,且同一时间下化学封顶 N 积累总量及各处理茎叶、蕾铃 N 积累量大部分大于人工打顶。以上结果表明,灌水频次的增加及化学封顶有助于棉株 N 素的吸收利用。

2.4 灌水频次对不同打顶方式棉株蕾铃脱落的影响

结合图 2 及相关数据可以得知:人工及化学封顶总蕾铃脱落率分别为 56.37%、60.81%。人工打顶 6、8、10、12 次灌水条件下的蕾铃脱落率分别为 56.80%、58.19%、56.56%、53.94%,平均单株结铃数分别为 7.15、6.58、7.32、7.68,平均单株脱落铃数为 9.40、9.16、9.53、9.00。化学封顶 6、8、10、12 次灌水条件下的蕾铃脱落率分别为 61.23%、61.43%、59.75%、59.70%,平均单株结铃数分别为 6.63、6.75、7.00、7.50,平均单株脱落铃数为 10.47、10.75、10.39、11.11,化学封顶果枝台数多于人工打顶。综合分析可以得出结论:不同灌水频次下化学封顶棉花蕾铃脱落率均大于人工打顶,且除 6 次灌水处理外,灌水频次与蕾铃脱落呈现负相关。灌水频次与单株结铃数及单株落铃数均呈现正相关,同时化学封顶各处理棉株单株结铃数小于相同处理人工打顶棉株。以上说明在盛铃期遭遇到 2015 年这种极端异常的高温天气提高灌水频次虽然会使脱落铃增加,但结铃数也会增加从而降低蕾铃脱落率,提高单株结铃数从而使棉花增产。

表 2 棉株干物质积累的 Logistic 模型及其特征值								
Table 2 The Logistic equation and its features of cotton dry matter accumulation								
处理 Treatment	方程 Equation	t_1 /d	t_2 /d	Δt /d	t_0 /d	V_m /(kg·hm ⁻² ·d)	R^2	
6C	$Y = 16393.2896/[1 + e^{(5.1664 - 0.065324)}]$	59	100	41	78	267.71	0.9827 * *	
6M	$Y = 15423.1642/[1 + e^{(5.5423 - 0.072701)}]$	58	94	36	76	280.31	0.9895 * *	
8C	$Y = 20102.9695/[1 + e^{(5.1098 - 0.061216)}]$	61	104	43	84	322.94	0.9947 * *	
8M	$Y = 18041.7886/[1 + e^{(5.5466 - 0.068030)}]$	60	100	40	81	306.84	0.9916 * *	
10C	$Y = 28485.1681/[1 + e^{(4.4534 - 0.045473)}]$	69	126	58	97	323.82	0.9970 * *	
10M	$Y = 25146.1282/[1 + e^{(4.2786 - 0.046073)}]$	64	121	57	92	278.12	0.9879 * *	
12C	$Y = 29075.5579/[1 + e^{(4.6623 - 0.044888)}]$	71	128	57	103	326.28	0.9868 * *	
12M	$Y = 25819.3925/[1 + e^{(4.1897 - 0.044095)}]$	65	124	59	95	284.62	0.9896 * *	

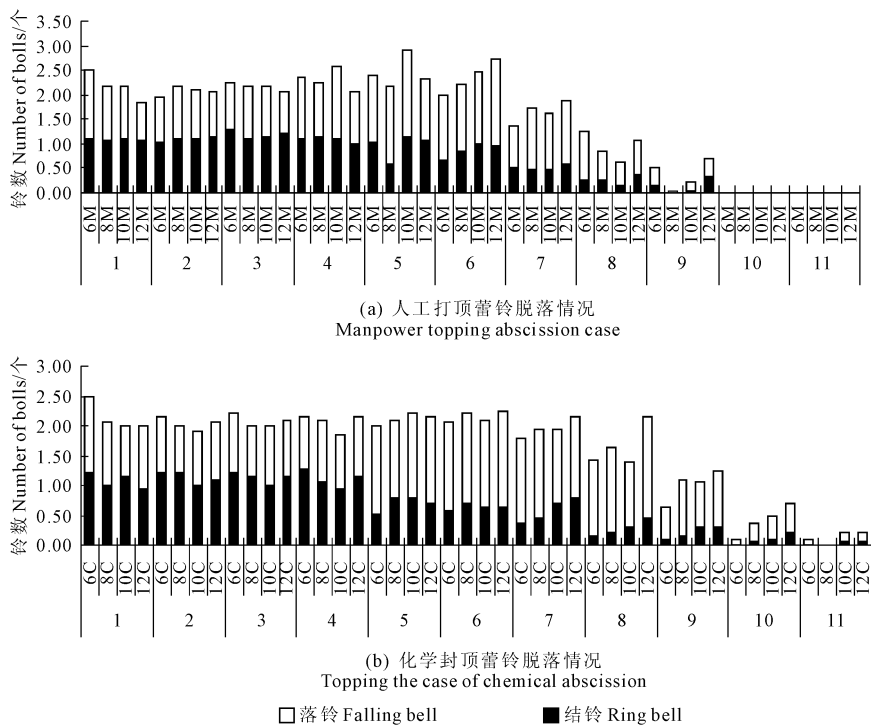
注: t :棉花出苗后的天数(d); y :棉花干物质积累量(kg·hm⁻²); V_m :最大积累速率; t_0 :最大积累速率出现时间; t_1 :进入快速积累期时间拐点; t_2 :结束快速积累期时间拐点; Δt :快速积累持续时间; GT :快速积累期生长特征值。 R^2 :相关系数。

Note: t : The days after the emergence of cotton (d); y : The cotton dry matter accumulation(kg·plant⁻¹); V_m : The maximum increase rate; t_0 : The time of the maximum accumulation rate occurred; t_1 : Inflection point of rapid growth into the time; t_2 : Inflection point of rapid growth the end of time; Δt : Duration of rapid growth; GT : The growth eigenvalue of fast growth. R^2 : Related coefficient.

表 3 不同灌水频次对棉花各器官 N 积累动态变化

Table 3 Dynamic change of N accumulation of various organs in different frequency irrigation of cotton

调查时间 Date	处理 Processing	氮素积累量 N accumulateon amount/(kg·hm ⁻²)			氮素分配比例 N distribution proportion/%	
		总量 Total	茎/叶 Leaf/stem	蕾/铃 Bud/boll	茎/叶 Leaf/stem	蕾/铃 Bud/boll
打顶后 0 d Processing 0 d	6C	84.31b	62.88b	21.42a	74.57	25.43
	6M	79.85b	62.32b	17.52b	77.96	22.04
	8C	88.98b	80.48b	8.49f	90.23	9.77
	8M	77.85b	66.75b	11.10e	85.73	14.27
	10C	134.20a	117.81a	16.35bc	86.93	13.07
	10M	86.30b	69.72b	16.58bc	80.39	19.61
	12C	95.69b	80.33b	15.36cd	83.91	16.09
	12M	93.71b	79.81b	13.91d	58.70	14.97
打顶后 10 d Processing 10 d	6C	90.879e	53.43e	37.45bc	54.92	41.30
	6M	111.61de	61.03de	50.58bc	47.24	45.08
	8C	164.64ab	76.81c	87.84a	57.77	52.76
	8M	116.98cde	66.98d	49.99bc	65.73	42.23
	10C	141.47bc	90.03b	51.44bc	66.45	34.27
	10M	167.35a	111.81a	56.51b	75.89	33.55
	12C	116.15cde	88.13b	28.02c	71.47	24.11
	12M	131.31cd	93.87b	37.43bc	71.50	28.53
打顶后 20 d Processing 20 d	6C	207.79b	110.61bc	97.18a	53.15	46.85
	6M	204.33b	119.77b	84.53b	58.64	41.36
	8C	183.61c	110.73bc	72.87c	60.24	39.76
	8M	173.15c	90.39d	82.76b	52.22	47.78
	10C	167.98cd	107.68bc	60.29d	64.09	35.91
	10M	170.41cd	101.11cd	69.30c	59.32	40.68
	12C	256.74a	168.92a	87.81b	65.77	34.23
	12M	153.38d	102.36cd	51.75e	66.66	33.34
打顶后 31 d Processing 31 d	6C	438.71a	95.83c	342.84a	25.93	74.07
	6M	361.30b	106.72c	255.57bc	29.64	70.36
	8C	378.66b	151.08ab	228.57c	40.23	59.77
	8M	389.85b	109.37c	280.48b	28.06	71.94
	10C	371.55b	146.49b	225.06c	39.43	60.57
	10M	302.36c	155.27ab	147.08d	51.36	48.64
	12C	405.19ab	165.99a	239.20c	40.92	59.08
	12M	405.91ab	164.65a	241.25c	40.56	59.44
打顶后 41 d Processing 41 d	6C	257.24d	114.43de	142.81e	44.50	55.50
	6M	346.55c	108.58e	238.97c	31.03	68.97
	8C	487.93a	147.23b	340.72a	30.21	69.79
	8M	440.19b	123.68cde	317.53ab	27.75	72.25
	10C	352.28c	142.15bc	210.12cd	40.62	59.38
	10M	431.31b	131.62bcd	300.69b	30.24	69.76
	12C	494.01a	198.91a	296.11b	40.19	59.81
	12M	331.03c	141.16bc	189.86d	42.70	57.30
打顶后 51 d Processing 51 d	6C	405.11de	126.93d	278.18bcd	31.47	68.53
	6M	368.15e	104.73e	263.41cd	28.47	71.53
	8C	513.94adc	175.79bc	338.15abc	34.33	65.67
	8M	441.55ab	146.08d	295.47abc	33.38	66.62
	10C	562.11ab	194.15abc	367.94ab	34.58	65.42
	10M	584.27a	197.32ab	386.95a	33.82	66.18
	12C	390.69de	199.23a	191.49d	56.52	43.48
	12M	470.65bcd	173.38c	297.27abc	36.84	63.16



注:图中横坐标的阿拉伯数字 1-11 分别对应棉株的第一台至第十一台果枝。
Note: Arabic numerals 1-11 refer to the first to the eleventh fruit branches of the cotton plant, respectively.

图 2 不同打顶方式下棉花蕾铃脱落对比
Fig.2 Cotton under different detopping buds and bolls shedding contrast

表 4 不同灌水频次处理下棉花产量
Table 4 The yield of cotton by Different frequency irrigation treatment

处理 Treatment	籽棉产量/(kg·hm ⁻²) Seed cotton yield	皮棉产量/(kg·hm ⁻²) Lint yield	单铃重/g Boll weight	衣分/% Lint percentage	籽指/g Seed index
6C	5205.17b	2125.21b	5.82a	40.83a	10.18bc
6M	5318.61ab	2228.50ab	5.63ab	41.90a	10.05bc
8C	5257.01b	2138.33b	5.52b	40.68ab	9.99c
8M	5450.41ab	2261.79ab	5.35b	41.50a	9.65c
10C	5665.92a	2273.23ab	6.01a	40.12bc	11.66a
10M	5837.51a	2365.68a	5.59ab	40.53ab	10.46b
12C	5479.22ab	2232.07ab	5.95a	40.73ab	10.98b
12M	5390.72ab	2191.51ab	5.59ab	40.65b	9.76c

2.5 灌水频次对不同打顶方式棉花产量的影响

由表 4 籽棉产量可以看出,10M 产量最高达到 5 837.51 kg·hm⁻²,6C 最低为 5 205.17 kg·hm⁻²,除 12 次灌水外籽棉产量随着灌水频次的增加而上升,同时各处理下均发现人工打顶的棉花产量高于化学封顶。从单铃重可以发现各处理下化学封顶棉花单铃重均大于人工打顶,其中 10C 的单铃重最高为 6.01 g,各处理下化学封顶棉花单铃重变化为0.06 ~ 0.49 g,人工打顶棉花单铃重变化为 0 ~ 0.28 g,灌水频次对化学封顶棉花的单铃重影响明显大于人工打顶。从衣分可以看出,不同处理下均为化学封顶

棉花衣分均低于人工打顶,其中又以 6M 的衣分最高为 41.50%,10C 最低为 40.12%。从籽指来看,化学封顶棉花籽指大于人工打顶棉花,棉籽更加饱满,其中 10C 达到最高 11.66 g,8M 最低为 9.65 g,不同灌水频次下化学封顶棉花籽指重为 0.19 ~ 1.67 g,不同灌水频次下人工打顶棉花籽指重为 0.11 ~ 0.81 g,灌水频次对化学封顶棉花的籽指重的影响明显大于人工打顶。

综合上述分析,灌水频次与籽棉产量呈现正相关,但 12 次灌水化学封顶及人工打顶籽棉较 10 次灌水产量分别降低 1.8%、7.9%,这可能是由于高

频次灌水导致作物贪青,浪费养分使上部棉铃无法被采收所致,故而 10 次灌水为最优频次;化学封顶棉没有去除顶端优势,作物生育时期长,可能是籽指及单铃重均大于人工打顶,而衣分小于人工打顶的原因。试验证明化学封顶棉花对水肥更为敏感,应因地、因时制宜合理调控水肥。

3 讨 论

随着喻树迅院士“快乐植棉”新理念的提出,棉花种植如何实现全程机械化,降低劳动强度,达到节水、节肥、减药、减膜的绿色环保可持续发展被提到了一个新高度。现今随着机采棉技术的推广,棉花打顶成为了最大的人工投入环节。近年来化学封顶技术日趋成熟,许多研究工作者从各方面开展有关棉花化学封顶的研究^[11-13]。人工打顶条件下配套栽培措施及水肥耦合等问题前人已经做了许多研究^[1,10,14-16],相关技术已经相当完善。但化学封顶作为近些年兴起的一项新的技术,与之配套的栽培管理体系不一定与人工打顶棉花相同,有必要研究化学封顶棉花各时期生育特点从而为其制定配套栽培管理体系,从而达到棉花优质、高产、稳产的目标。

试验研究表明无论何种打顶方式灌水频次与干物质积累成正相关,化学封顶干物质总量大于人工打顶,且灌水频次越少蕾铃干物质快速积累时期越早,同时人工打顶蕾铃干物质快速积累时期早于化学封顶。研究还发现随着灌水频次的增加干物质快速积累时期延长,最多延长 18 d,不同灌水频次下化学封顶棉花干物质快速积累时期较人工打顶长 1~5 d,且随着灌水频次的增加而减小,说明干旱时化学封顶棉花具有一定的抗逆境能力。无论是干物质积累条形图还是 Logistic 模拟均发现 10 次灌水干物质积累及干物质快速积累时间与 6 次、8 次灌水均有大幅提高,但与 12 次相差不大,说明 10 次灌水经济效益较高。

从蕾铃脱落规律及产量分析,虽然灌水频次与结铃数呈现正相关,但产量却表现出 12 次灌水低于 10 次灌水,这可能是高灌水频次下棉株贪青、上部棉铃无法正常吐絮所致。不同灌水频次下,化学封顶棉花蕾铃脱落率较人工打顶高 2.47%~9.21%,这可能是由于化学封顶棉花株型紧凑,叶片较多导致其通风、透光性较差,加上遇到 2015 年盛铃期极端异常高温致使其脱落率上升,造成减产。通过单铃重、籽指重变化范围及 N 积累可以发现,化学封顶棉花花铃期对水肥更加敏感。

4 结 论

1) 高灌水频次及化学封顶有助于棉株干物质积累提高及氮素吸收,但过高的灌水频次反而会使棉株出现贪青晚熟,机采收获时出现未完全吐絮棉桃,造成减产且浪费植株养分。

2) 高灌水频次及化学封顶会使干物质快速积累起始及终止时间推后 1~30 d,同时延长干物质快速积累时间 1~17 d,为棉花高产提供可能。

3) 化学封顶棉花由于没有去除顶端优势,生育进程长,不同灌水频次下籽指比人工打顶平均高 7.2%,棉籽饱满度高,为高质量棉花育种提供可能。

参 考 文 献:

- [1] 王 平,陈新平,田长彦,等.不同水氮管理对棉花产量、品质及养分平衡的影响[J].中国农业科学,2005,38(4):761-769.
- [2] 康正华,姜善伟,葛 杰,等.不同化学封顶剂对棉花农艺及产量性状的影响[J].新疆农业科学,2015,52(7):1200-1208.
- [3] 伍维膜,郑德明,董和林,等.南疆棉花干物质和氮磷钾养分积累的模拟分析[J].西北农业学报,2002,11(1):92-96.
- [4] 闫曼曼,郑剑超,张巨松,等.调亏灌溉对海岛棉生物量和氮素累积分配及产量的影响[J].中国生态农业学报,2015,23(7):841-850.
- [5] 王克如,李少昆,曹连莆,等.新疆高产棉田氮、磷、钾吸收动态及模拟初步探究[J].中国农业科学,2003,26(7):775-780.
- [6] Hebban K B, Perumal N K, Khadi B M. Photosynthesis and plant growth response of transgenic Bt cotton (*Gossypium hirsutum* L.) hybrids under field condition[J]. Photosynthetica,2007,45(2):254-258.
- [7] 张美良,刘桂华,唐建军,等.有机无机氮肥配施对棉花产量形成和干物质生产特性的影响研究[J].江西棉花,2003,25(3):10-14.
- [8] 胡国智,张 炎,李青军,等.氮肥运筹对棉花干物质积累、氮素吸收利用和产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(2):397-403.
- [9] 戴婷婷,盛建东,陈波浪.磷肥不同用量对棉花及氮磷钾吸收分配的影响[J].棉花学报,2010,22(5):466-470.
- [10] 谢志良,田长彦.膜下滴灌水氮耦合对棉花干物质积累和氮素吸收利用及水氮利用效率的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(1):160-165.
- [11] 赵 强,张巨松,周春江,等.化学封顶对棉花群体的扩展效应[J].棉花学报,2010,23(5):401-407.
- [12] 董春玲.棉花喷施氟节胺化学封顶剂对植株农艺及经济性状影响的研究[D].石河子:石河子大学,2013.
- [13] 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,2001,1:11-12.
- [14] 罗宏海,李俊华,勾 玲,等.膜下滴灌对不同土壤水分棉花花铃期光合生产、分配及籽棉产量调节[J].中国农业科学,2008,41(7):1955-1962.
- [15] 石洪亮,张巨松,严青青,等.非充分滴灌下施氮量对棉花生长特性、产量及水氮利用率的影响[J].干旱地区农业研究,2017,4(35):129-136.
- [16] 王海东,张富仓,吴立峰,等.滴灌施肥量对棉花生长、养分吸收及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2015,33(4):98-104.