

非充分灌溉下氮肥对棉花蕾铃消减及产量的影响

窦海涛,石洪亮,李春艳,向 勤,张巨松
(新疆农业大学农学院/教育部棉花工程研究中心,新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要: 研究膜下非充分灌溉条件下施用氮肥对棉花生长发育的调节效应,揭示不同灌溉量下施用氮肥对棉花产量构成因子的效应,为干旱区发展节水高产高效农业提供依据。在南疆生态条件下,选用新陆中 54 为试验材料,研究灌溉量及氮肥对棉花的农艺性状及产量形成的影响。与灌溉量为 $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理相比, $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 生育进程提前,现蕾增加率、成铃增加率及产量增加率均最高;与不同施氮水平(4 个施氮水平 0、150、300、450 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,分别用 N0、N1、N2、N3 表示)相比,总体趋势表现为 $\text{N2} > \text{N3} > \text{N1} > \text{N0}$ 。灌溉量及氮肥对棉花干物质形成及其分配有显著的调节效应,灌溉量为 $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理相比灌溉量为 $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 的处理,更有利提高棉花增产率。结合灌溉棉田灌溉量可控的特点,制定相应的灌溉施肥制度,对实现棉田节水高产高效有重大意义。

关键词: 灌溉量;氮肥;棉花;产量
中图分类号: S526 **文献标志码:** A

Effect of nitrogen fertilizer on cotton bud and boll reduction and yield under non sufficient drop irrigation

DOU Hai-tao, SHI Hong-liang, LI Chun-yan, XIANG Qin, ZHANG Ju-song
(College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University/Cotton Engineering Research Center,
Ministry of Education, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

Abstract: The effects of nitrogen fertilizer on growth and development of cotton under non-sufficient irrigation under film condition were studied, and the effects of nitrogen fertilizer on yield components of cotton under different irrigation were studied to provide basis for developing water-saving, high-yield and high-efficiency agriculture in arid area. The effects of irrigation and nitrogen application on cotton agronomic traits and yield formation were studied under the condition of southern Xinjiang. The results showed that $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ had the highest growth rate of bud growth rate, boll growth rate and yield increment, compared with the treatments of $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ of irrigation rate. Compared with the different nitrogen application rates, the general trend was $\text{N2} > \text{N3} > \text{N1} > \text{N0}$. The effect of irrigation and nitrogen application on cotton dry matter formation and its allocation was significant. When the irrigation amount was $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ and the irrigation volume was $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$, and the cotton yield could be more utilized. Combine irrigation with irrigation controllable characteristics, to develop the appropriate irrigation and fertilization system, to achieve high water-saving cotton field is of great significance.

Keywords: irrigation amount; nitrogen fertilizer; cotton; yield

新疆不但是全国产棉大省,而且是干旱地区,还是我国目前最重要的内陆灌溉棉区。气候条件优越,光热及气候条件适宜棉花产业的发展^[1]。膜下灌溉技术以其先进的节水、节肥、增产、增效和改善作物品质等优点,促进了新疆棉花生产的发展^[2-3]。然而目前新疆的棉花膜下灌溉理论和技术还不完善,在节水灌溉与氮肥施用方面还没有形成完整的技术体系。近年来,为了提高棉花产量,棉农在生产上常常更倾向于增施氮肥来获得高产,甚至超过棉花生长所需,造成了贪青晚熟,产量和品质大幅度下降,水肥利用率不高,生产成本增加及生态环境恶化等问题,已成为影响新疆棉花优质、增产的突出问题^[4-6],因此研究水氮分配技术备受关注。开展灌溉量与氮肥对棉花生长发育的影响的研究,总结水氮分配对棉花产量的影响具有重要的意义。研究表明,在棉花生长前期,适当的水分胁迫可有效降低棉

花主茎高度,有助于蕾花铃的生长发育,提高生殖器官生物量所占比例,增加优质成铃数,有利于提高棉花产量和纤维品质^[7-9]。此外,水分胁迫对棉花植株的影响与叶片光合作用密切相关^[10-11],研究表明,棉花幼苗期持续水分胁迫对叶片光合能力无显著影响,但高度持续水分胁迫会造成叶片光合能力下降和光合系统受到抑制^[12-13]。目前,有关水氮分配的研究主要集中在增产方面,但是有关非充分灌溉下氮肥对棉花生长发育的影响进而影响产量的增加效率研究较少。采用灌溉技术可有效地调节土壤水分,控制棉花生长过程中氮肥的施用量,实现膜下灌溉棉花高产高效。研究针对新疆棉区棉花生产现状,在探讨水分胁迫和不施用氮肥处理以及施用氮肥处理的棉花植株生长发育的同时,调节植株生长状态实现产量增加效率最大化,为干旱区精准水氮分配管理提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验概况

试验于 2015—2016 年在新疆阿克苏市阿瓦提县新疆农科院经济作物研究所棉花综合试验基地进行。该地处于天山南麓,塔克拉玛干大沙漠北缘,阿克苏河、叶尔羌河与喀什噶尔河的冲积平原上。地

里坐标为东经 79°45′~81°05′,北纬 39°30′~40°50′,海拔 1 028~1 064 m,年平均降雨量 64.7 mm,年平均蒸发量为 2 497.4 mm,年均日照时数 2 878 h,≥10℃的积温 4 252.2℃,无霜期 205 d。地下水位 2.0~2.5 m。属暖温带大陆性干旱气候。试验地土质为砂壤土,试验地土壤基础养分见表 1。基肥为:尿素施用总量的 20%,颗粒状过磷酸钙 300 kg·hm⁻²,农用颗粒钾肥 150 kg·hm⁻²;追肥:全部施用尿素(总量的 80%),不同处理具体水氮分配见表 2。两年分别在 4 月 8 日、4 月 12 号机械播种。

1.2 试验设计

本试验采用裂区试验设计,主区为总灌溉量,分别为 2 800、3 800 m³·hm⁻²;副区为 4 个施氮(纯 N)水平,即 0、150、300、450 kg·hm⁻²,分别用 N0、N1、N2、N3 表示。供试棉花(*Gossypium hirsutum* L)品种为新陆中 54。采用机采棉种植模式,行距配置(66+10) cm,株距 11 cm,理论株数为 24.25 万株·hm⁻²,长 6.5 m,宽 6.9 m,小区(3 膜)面积 44.85 m²,重复 3 次,重复间距 50 cm,占地面积为 1 131.6 m²。5 月 20 日灌头水,每隔 7~8 d 浇水一次,本试验共灌水 10 次,缩节胺调控 6 次,7 月 10 日打顶,其他管理措施按大田生产进行。

表 1 实验地土壤基础养分
Table 1 Soil nutrient in the test site

时间 Year	全氮 Total N /(g·kg ⁻¹)	有机质 Organic matter /(g·kg ⁻¹)	水解性氮 Hydrolytic N /(mg·kg ⁻¹)	有效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available K /(mg·kg ⁻¹)
2015	0.37	4.90	73.60	18.87	179.67
2016	0.47	4.33	23.20	10.87	129.67

表 2 不同处理水氮分配表
Table 2 Water and nitrogen allocation table for different treatments

处理 Treatment	时期 Period										
	播种前 Before planting	蕾期(2 次) Bud stage (2 times)		初花期(2 次) Early flowering (2 times)		盛花期(2 次) Flowering period (2 times)		盛铃期(3 次) Flourishing period (3 times)		吐絮期 Boll opening period	
2800	—	168	224	280	336	392	392	336	280	224	168
3800	—	228	304	380	456	532	532	456	380	304	228
N0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N1	30	7.2	9.6	12	14.4	16.8	16.8	14.4	12	9.6	7.2
N2	60	14.4	19.2	24	28.8	33.6	33.6	28.8	24	19.2	14.4
N3	90	21.6	28.8	36	43.2	50.4	50.4	43.2	36	28.8	21.6

1.3 测试项目及方法

1.3.1 生育进程 记载出苗期、现蕾期、盛蕾期、初花期、盛花期、盛铃期、吐絮期的时间。

1.3.2 农艺性状调查 在试验小区内选择长势均

匀具有代表性区域定 2 个样点,每点选定连续 6 株,内外行各 6 株。自现蕾期开始每隔 10 天调查棉花现蕾数、成铃数。

1.3.3 “三桃” 分别于 7 月 15 日、8 月 15 日、9 月

5 日调查伏前桃、伏桃、秋桃数量。

1.3.4 产量及构成因素 收获期每个处理选取 3 个样点”每样点面积 2.0 m×3.0 m,调查样点全部株数和铃数,折算出单株结铃数和单位面积总铃数,每个样点选取内外行各 6 株长势一致、具有代表性棉株,收取全部棉铃,分开装袋、称重,计算单铃重。

1.3.5 数据处理 采用 Microsoft Office2016 和 spss 19.0 分析处理数据,用 excel 2016 进行作图。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉水平下氮肥对棉花生育时期及生育进程的影响

如表 3、4 所示,在 2 800、3 800 m³·hm⁻²处理下的不同氮肥棉花生育进程从播种到现蕾期保持一致。在盛蕾期,同 3 800 m³·hm⁻²相比,2 800 m³·hm⁻²生育进程平均提前 0.5 d;在初花期,同

3 800 m³·hm⁻²相比,2 800 m³·hm⁻²生育进程平均提前 0.5 d;在盛花期,同 3 800 m³·hm⁻²相比,2 800 m³·hm⁻²生育进程平均提前 1 d;在盛铃期,同 3 800 m³·hm⁻²相比,2 800 m³·hm⁻²生育进程平均提前 0.25 d;在吐絮期,同 3 800 m³·hm⁻²相比,2 800 m³·hm⁻²生育进程平均提前 0.75 d;在棉花生育期,同 3 800 m³·hm⁻²相比,2 800 m³·hm⁻²生育进程平均提前 2~2.75 d,两年试验结果大致趋势一致。综上所述,2 800、3 800 m³·hm⁻²处理下的不同氮肥棉花生育阶段与生育时期在花铃期出现显著差异。表明棉花在不同灌溉量和氮肥的处理下,对蕾期之前生长影响不大。在花铃期,2 800、3 800 m³·hm⁻²处理下 N0、N1 营养生长缓慢,与其他处理相比,生育时期缩短,N2、N3 营养生长旺盛,与其他处理相比,生育期延长。进一步分析认为,南疆新陆中 54 号棉花生育期保持在 159 d 左右为宜。

表 3 生育进程
Table 3 Fertility process

年份 Year	灌溉量 Irrigation quantity /(m ³ ·hm ⁻²)	氮肥处理 Nitrogen fertilizer treatment	播种 Sowing (m-d)	苗期 Seedling stage (m-d)	初蕾期 Budding period (m-d)	盛蕾期 Full squaring stage (m-d)	初花期 Appearing flowers stage (m-d)	盛花期 Full flowers stage (m-d)	盛铃期 Full bolls stage (m-d)	吐絮期 Opening bolls stage (m-d)
2015	2800	N0	04-12	04-25	06-11	06-18	06-30	07-08	07-23	09-07
		N1	04-12	04-25	06-11	06-18	06-30	07-09	07-25	09-11
		N2	04-12	04-25	06-11	06-18	07-01	07-10	07-27	09-14
		N3	04-12	04-25	06-11	06-18	07-02	07-12	07-28	09-16
	3800	N0	04-12	04-25	06-11	06-18	06-30	07-09	07-24	09-09
		N1	04-12	04-25	06-11	06-18	07-01	07-10	07-26	09-12
		N2	04-12	04-25	06-11	06-18	07-01	07-11	07-28	09-16
		N3	04-12	04-25	06-11	06-18	07-03	07-14	07-31	09-19
2016	2800	N0	04-08	04-22	05-30	06-06	06-17	06-22	07-10	09-09
		N1	04-08	04-22	05-30	06-06	06-22	06-30	07-14	09-13
		N2	04-08	04-22	05-30	06-08	06-25	07-02	07-17	09-14
		N3	04-08	04-22	05-30	06-08	06-26	07-02	07-17	09-16
	3800	N0	04-08	04-22	05-30	06-07	06-19	06-26	07-15	09-11
		N1	04-08	04-22	05-30	06-07	06-24	07-01	07-16	09-13
		N2	04-08	04-22	05-30	06-08	06-26	07-03	07-18	09-17
		N3	04-08	04-22	05-30	06-08	06-27	07-04	07-20	09-19

2.2 不同灌溉水平下氮肥对棉花现蕾数的影响

如图 1、2 所示,各处理棉花现蕾数差异显著。同一氮肥处理下,随着灌溉量的增加棉花现蕾数增加,与灌溉量 2 800 m³·hm⁻²相比,3 800 m³·hm⁻²处理现蕾数平均增加了 1.69 个。同一灌溉量下,不同处理随着氮肥的增加现蕾强度呈现先上升后降低的单峰曲线,在盛蕾期达到峰值。不同氮肥处理现蕾数表现为 N2>N3>N1>N0;在 2 800 m³·hm⁻²灌溉

量下,N1、N2、N3 处理较 N0 处理分别增加了 11.67%、29.45%、23.76%;在 3 800 m³·hm⁻²灌溉量下,N1、N2、N3 处理较 N0 处理分别增加了 11.14%、25.37%、21.76%;2 800 m³·hm⁻²较 3 800 m³·hm⁻²灌溉量下 N1、N2、N3 处理现蕾强度增加效果显著,分别增加了 4.75%、16.11%、9.22%。两年试验结果证明大致趋势一致。综上所述,2 800 m³·hm⁻²较 3 800 m³·hm⁻²灌溉量的现蕾数增加率有显著差异。

表明 2 800 m³·hm⁻² 灌溉量现蕾数低于 3 800 m³·hm⁻²灌溉量现蕾数,但是 2 800 m³·hm⁻²灌溉量现蕾数的增加率高于 3 800 m³·hm⁻²灌溉量现蕾数的增加率,一定程度上节约资源并且提高产量。进一步分析认为,适时施肥灌水有利于棉花生殖生长,提高现蕾数,进一步提高产量。

表 4 生育阶段
Table 4 Fertility stages

年份 Year	灌溉量 Irrigation quantity /(m ³ ·hm ⁻²)	氮肥处理 Nitrogen fertilizer treatment	播种 ~ 出苗 Sowing ~ emergence /d	出苗 ~ 初蕾 Emergence ~ early bud /d	初蕾 ~ 盛蕾 Initial bud ~ Sheng Lei /d	盛蕾 ~ 初花 Full squaring ~ appearing flowers/d	初花 ~ 盛花 Appearing flowers ~ full flowers/d	盛花 ~ 盛铃 Full flowers ~ full bolls /d	盛铃 ~ 吐絮 Full bolls ~ opening bolls /d	生育期 Growth period /d
2015	2800	N0	13	47	7	13	9	16	47	152
		N1	13	47	7	13	10	17	49	156
		N2	13	47	7	14	10	18	50	159
		N3	13	47	7	15	11	17	51	161
	3800	N0	13	47	7	13	10	16	48	154
		N1	13	47	7	14	11	17	49	158
		N2	13	47	7	14	11	18	51	161
		N3	13	47	7	16	12	18	52	165
2016	2800	N0	14	38	7	12	9	15	47	154
		N1	14	38	7	13	9	16	48	158
		N2	14	38	9	13	10	17	50	159
		N3	14	38	9	15	11	17	50	161
	3800	N0	14	38	8	11	5	18	61	156
		N1	14	38	8	16	8	14	61	158
		N2	14	38	9	17	7	15	59	162
		N3	14	38	9	18	6	15	61	164

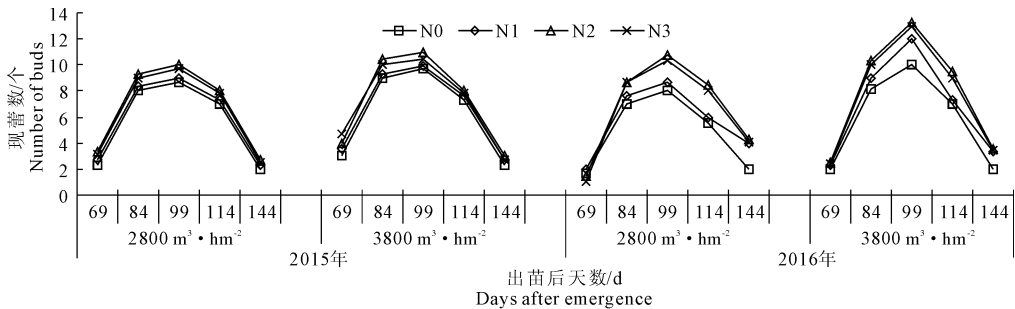


图 1 不同灌溉水平下氮肥对棉花现蕾数的影响

Fig.1 Effect of nitrogen fertilizer on budding number of cotton under different irrigation levels

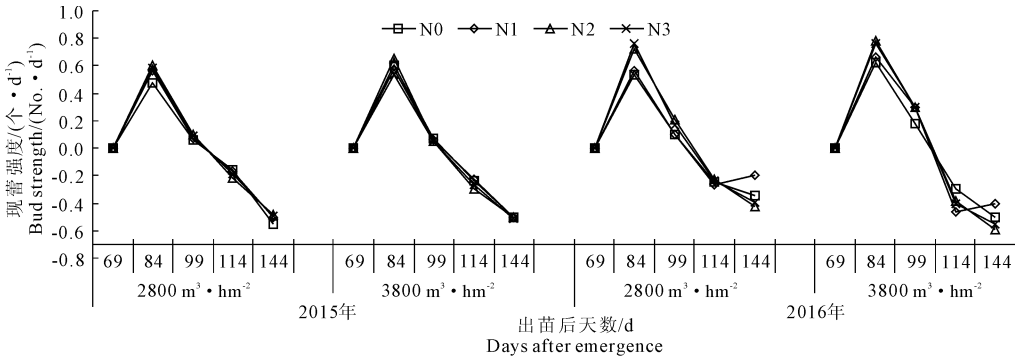


图 2 不同灌溉水平下氮肥对棉花现蕾强度的影响

Fig.2 Effect of nitrogen fertilizer on budding strength of cotton under different irrigation levels

2.3 不同灌溉水平下氮肥对棉花成铃数的影响

如图 3、4 所示,各处理棉花成铃数差异显著。同一氮肥处理下,随着灌溉量的增加棉花成铃数增加,与灌溉量 $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 相比, $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理成铃数平均增加了 1.58 个。同一灌溉量下,不同处理随着氮肥的增加成铃强度呈现先上升后降低的单峰曲线,在播种后第 81 天达到峰值。不同氮肥处理成铃数表现为 $\text{N2} > \text{N3} > \text{N1} > \text{N0}$; 在 $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 灌溉量下, N1 、 N2 、 N3 处理较 N0 处理分别增加了 7.60%、24.90%、17.50%; 在 $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 灌溉量下, N1 、 N2 、 N3 处理较 N0 处理分别增加了 7.41%、22.26%、16.30%; $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 较 $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 灌溉量下 N1 、 N2 、 N3 处理增加效果显著,分别增加了 2.62%、11.87%、7.36%。两年试验结果证明大致趋势一致。综上所述, $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 较 $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 灌溉量的成铃数增加率有显著差异。尽管 $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 成铃数低,但是成铃率高于 $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 成铃数。表明合理施肥适时灌水利于棉铃生长,提高成铃强度。进一步分析认为,在花铃期关键时期适时施肥、灌水促进棉铃结铃率,提高棉花产量。

2.4 不同灌溉水平下氮肥对棉花“三桃”比例的影响

在新疆试验所在地区,伏前桃指 7 月 15 日以前形成的棉铃(直径大于 2 cm),7 月 16 日至 8 月 15 日所形成的棉铃称为伏桃,8 月 16 日以后形成的棉铃称为秋桃。不同灌溉量和氮肥处理下对棉花“三桃”比例均有一定影响。不同处理下的棉花“三桃”成铃数及其占总铃数的比例均以伏桃最多,伏前桃次之,秋桃最少。如图 5 所示,各处理“三桃”比例出现显著差异。随着氮肥的增加,与灌溉量 $2\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 相比, $3\,800\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 灌溉量处理下伏前桃比例平均增加了 3.24%,伏桃平均降低了 8.73%,秋桃平均增加了 5.50%。同一灌溉量下,随着氮肥的增加,伏前桃表现为 $\text{N0} > \text{N1} > \text{N2} > \text{N3}$,伏桃表现为 $\text{N2} > \text{N3} > \text{N1} > \text{N0}$,秋桃表现为 $\text{N3} > \text{N2} > \text{N1} > \text{N0}$ 。两年试验结果证明大致趋势一致。综上所述,在苗期对棉花进行适当的干旱胁迫处理,有利于控制棉花长势,调节生殖器官的分布,使最佳结铃期内的有效成铃率增加,提高优质棉花的比率。进一步分析认为,棉花前期适量控制水分,限制棉花前期茎、叶、枝的生长,不仅有利于提高产量,而且有利于提高优质棉的比例。

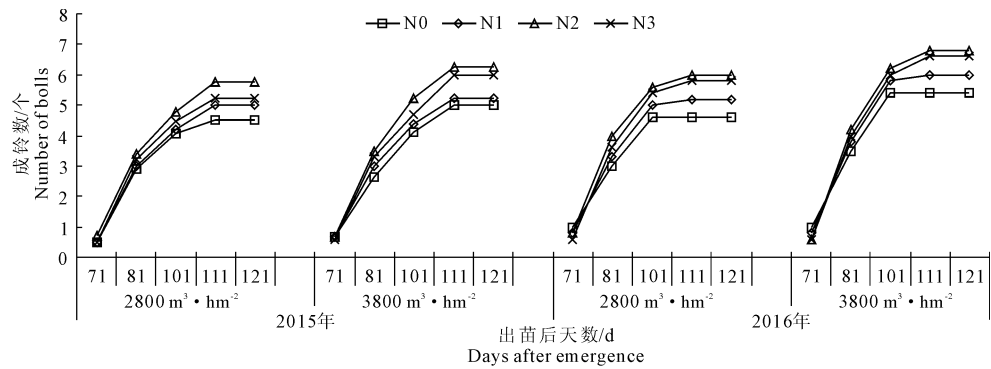


图 3 不同灌溉水平下氮肥对棉花成铃数的影响

Fig.3 Effect of nitrogen fertilizer on boll number of cotton under different irrigation levels

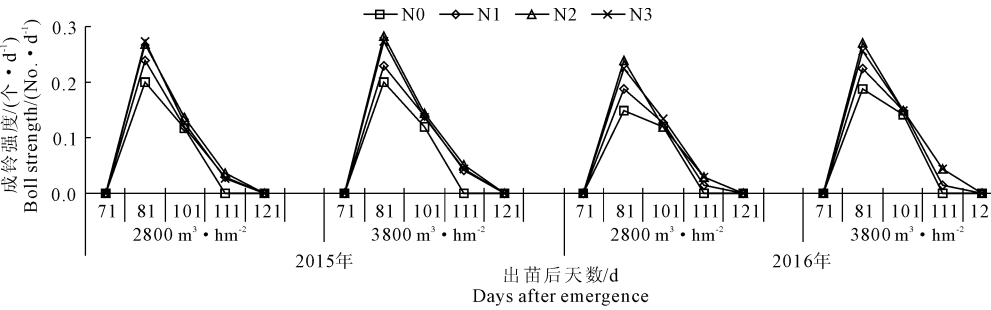


图 4 不同灌溉水平下氮肥对棉花成铃强度的影响

Fig.4 Effect of nitrogen fertilizer on boll strength of cotton under different irrigation levels

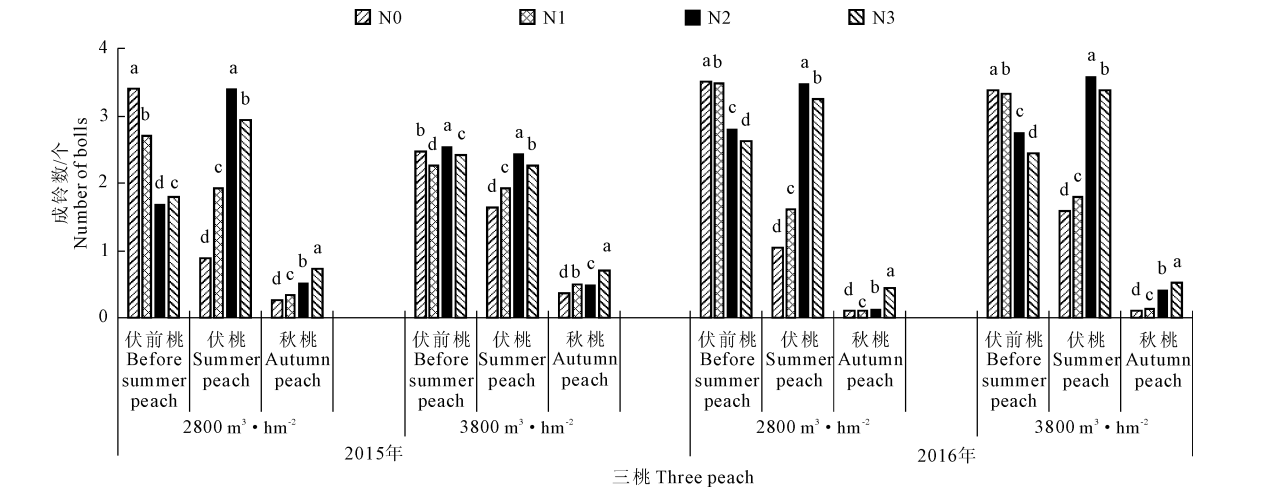


图 5 不同灌溉水平下氮肥对棉花“三桃”比例的影响

Fig.5 Effect of nitrogen fertilizer on proportion of “three peach” of cotton under different irrigation levels

2.5 不同灌溉水平下氮肥对棉花产量构成因素的影响

如表 5 所示,各处理棉花产量及其产量构成因素存在差异显著。同一氮肥处理下,随着灌溉量的增加棉花产量增加,与灌溉量 2 800 m³·hm⁻²相比,3 800 m³·hm⁻²处理产量平均增加了 2.85%。同一灌溉量下,不同处理随着氮肥的增加产量呈现 N2>N3>N1>N0;在 2 800 m³·hm⁻²灌溉量下,N1、N2、N3 处理较 N0 处理分别增加了 27.40%、67.47%、59.44%;在 3 800 m³·hm⁻²灌溉量下,N1、N2、N3 处

理较 N0 处理分别增加了 21.13%、61.83%、51.83%;2 800 m³·hm⁻²较 3 800 m³·hm⁻²灌溉量下 N1、N2、N3 处理增加效果显著,分别增加了22.91%、8.35%、12.81%。两年试验结果证明大致趋势一致。综上所述,虽然 2 800 m³·hm⁻²灌溉量下产量低于 3 800 m³·hm⁻²灌溉量产量。但是 2 800 m³·hm⁻²灌溉量下增产率高于 3 800 m³·hm⁻²灌溉量增产率。进一步分析认为,单铃重和衣分的数量在相同情况下,增加棉铃数是进一步提高棉花产量的主要途径。

表 5 不同灌溉水平下氮肥对棉花产量及构成因素的影响

Table 5 Effect of nitrogen fertilizer on cotton yield and component factors under different irrigation levels

年份 Year	灌溉量 Irrigation /(m³·hm ⁻²)	处理 Treatment	收获株数 Harvest of plants /(万株·hm ⁻²)	单株结铃数 Number of bolls per plant/个	单铃重 Boll weight /g	衣分 Lint percentage /%	籽棉产量 Seed cotton yield /(kg·hm ⁻²)	皮棉产量 Lint yield /(kg·hm ⁻²)	增产率 Increase rate /%
2015	2800	N0	21.81a	3.80c	5.15b	39.91a	3415.7c	1363.1c	—
		N1	21.58a	4.44b	6.07a	40.92a	4663.4b	1908.6b	36.53
		N2	21.95a	5.28a	6.18a	41.29a	5731.5a	2366.6a	67.80
		N3	21.97a	5.05a	6.15a	41.31a	5465.3a	2257.9a	60.01
	3800	N0	21.83a	3.95c	5.32b	40.51a	3682.8c	1492.2c	—
		N1	21.92a	4.48b	5.97a	40.61a	4642.9b	1885.5b	26.07
		N2	21.87a	5.35a	6.18a	41.17a	5781.7a	2380.7a	56.99
		N3	21.73a	5.14a	6.17a	41.13a	5550.9a	2283.3a	50.72
2016	2800	N0	21.46a	4.76c	4.97b	38.67a	4064.66c	1572.03c	—
		N1	21.28a	5.26b	5.36a	39.47a	4807.57b	1897.84b	18.28
		N2	21.38a	6.74a	5.89a	41.07a	6793.88a	2790.80a	67.15
		N3	21.03a	6.66a	5.76a	40.64a	6457.48a	2624.92a	58.87
	3800	N0	21.34a	4.97c	5.04b	38.96a	4281.25c	1668.00c	—
		N1	21.71a	5.31b	5.39a	39.56a	4974.06b	1967.78b	16.18
		N2	21.36a	6.96a	5.99a	41.18a	7135.90a	2939.21a	66.68
		N3	21.13a	6.70a	5.77a	40.53a	6547.12a	2653.67a	52.93

3 讨论与结论

棉花产量水平的不断提高是棉花群体质量不断优化^[14-18]的结果,已有研究表明合理的株型是优质群体的空间结构基础^[14-18],适宜的蕾铃数是高产群体的质量基础,可见群体质量指标的优劣直接影响棉花产量。本研究认为:现蕾数前期增加快,在出苗后 99 天达到最大 10~11 个;现蕾强度前期增加快,最大达到 0.48~0.60(个/天),随后迅速降低;成铃数前期迅速,后期趋于稳定,最大达到 4~6.5 个;成铃强度前期增加快,最大达到 0.20~0.28(个/天),后期缓慢降低。从不同时间分布分析,高产棉花以伏前桃和伏桃为主,两者占 85% 以上。

资料表明,在作物一些生育期进行干旱处理,有利于同化物向产品器官中运输,能适当提高经济系数^[19-23]。在本实验中,棉田灌溉量为 2 800 m³·hm⁻²时,出现轻度胁迫,光合同化物质生产量大,同化产物运转分配效率高,有更多的同化产物分配到经济器官棉铃是其高产的原因;3 800 m³·hm⁻²灌溉量下处理棉田土壤水充分充足,但是同化物输出率低、向茎叶分配的比例高,导致铃重显著降低,虽然产量增加,但是增产效率显著低于灌溉量为 2 800 m³·hm⁻²处理。

肖俊夫等^[24]在桶栽条件下的研究结果表明,将土壤水分控制在 12%~16.9%(田间持水量的 50%~70%),不仅有利于棉花光合作用,而且可降低植株的蒸腾、减少土壤水分的无效消耗、提高水分利用效率。俞希根等^[25]对常规灌溉条件下棉花适宜土壤水分的研究表明,花铃期土壤相对含水量在 70%~75%,有利于实现棉田节水高产。在本实验下,灌溉量为 2 800 m³·hm⁻²的棉田,各处理皮棉产量分别比 3 800 m³·hm⁻²的棉田平均降低了 3.86%,但皮棉增产效率分别增加了 36.87%~42.46%。各氮肥处理间相比,N₂ 处理表现较高水平;各灌溉量处理间,2 800 m³·hm⁻²灌溉量下棉花增加效率处于较高水平。因此,这为大面积推广节水高产技术奠定了理论依据,为实现节本增效提供了保证。

参 考 文 献:

[1] 胡明芳,田长彦,吕昭智,等.氮肥施用量对新疆棉花产量及植株和土壤中硝态氮含量的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(4):63-67.

[2] 陈宏坤,李 博.掺混型控释肥对棉花产量及氮肥利用率的影响[J].中国农学通报,2012,28(3):213-217.

[3] 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.

[4] 刘 涛,魏亦农,雷 雨,等.氮素水平对杂交棉氮素吸收、生物量积累及产量的影响[J].棉花学报,2010,22(6):574-579.

[5] 邓 忠,白 丹,翟国亮,等.膜下灌溉水氮调控对新疆棉花产量及水氮利用率的影响[J].应用生态学报,2013,9(24):2525-2532.

[6] 徐飞鹏,李云开,任树梅.新疆棉花膜下灌溉技术的应用与发展的思考[J].农业工程学报,2003,19(1):25-27.

[7] 程冬玲,林性粹,蔡焕杰.膜下灌溉技术对新疆绿洲农业持续发展的效应[J].干旱地区农业研究,2005,23(2):59-62.

[8] 高 龙,田富强,倪广恒,等.膜下灌溉棉田土壤水盐分布特征及灌溉制度试验研究[J].水利学报,2010,41(12):1158-1165.

[9] 张振华,蔡焕杰,杨润亚,等.膜下灌溉棉花产量和品质与作物缺水指标的关系研究[J].农业工程学报,2005,21(6):26-29.

[10] 李培岭,张富仓,贾运岗.沙漠绿洲地区膜下灌溉棉花利用的水氮耦合效应[J].干旱地区农业,2009,27(3):1346-1354.

[11] 王海江,崔 静,侯振安,等.膜下灌溉棉花水氮耦合对其干物质和水分利用效率的影响[J].西北农业学报,2010,19(3):76-80.

[12] 杜传莉,黄国勤.棉花主要抗旱鉴定指标研究进展[J].中国农学通报,2011,27(9):17-20.

[13] 杨贵羽,罗远培,李保国,等.水分胁迫持续时间对冬小麦根冠生物量积累的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(4):94-98.

[14] 山 仑.植物抗旱生理研究与发展半干旱农业[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):1-5.

[15] 徐飞鹏,李云开,任树梅.新疆棉花膜下灌溉技术的应用与发展的思考[J].农业工程学报,2003,19(1):25-27.

[16] Yang J, Zhang J, Liu L. Carbon remobilization and grain filling in Japonica/Indica hybrid rice subjected to post anthesis water deficit [J]. Agron. J, 2002,94:102-109.

[17] 胡继超,姜 木,曹卫星,等.短期干旱对水稻叶水势、光合作用及干物质分配的形响[J].应用生态学报,2004,15(1):63-67.

[18] 朱维琴,吴良欢,陶勤南.不同氮营养对干旱逆境下水稻生长及抗氧化性能的影响研究[J].植物营养与肥料学报,2006,12(4):506-510.

[19] 蔡 琳,南建福,刘恩科.水分胁迫对棉花养分吸收和优质铃率的影响[J].山西农业大学学报(自然科学版),2005,25(3):196-198.

[20] 胡明芳,田长彦.不同水肥条件下棉花苗期的生长、养分吸收与水分利用状况[J].干旱地区农业研究,2002,20(3):35-37.

[21] Bai Liping, Sui Fanggong, Ge Tida, et al. Effect of soil droughts tress on leaf water status, membrane permeability and enzymatic antioxidant system of maize[J]. Pedosphere, 2006,16(3):326-332.

[22] 李 平,张永江,刘连涛,等.水分胁迫对棉花幼苗水分利用和光合特性的影响[J].棉花学报,2014,26(2):113-121.

[23] 任新茂,李存东,孙红春,等.水分胁迫对棉花光合产物在下部铃-叶系统中运转分配的影响[J].2008,14(6):1149-1153.

[24] 肖俊夫,刘祖贵,孙景生,等.不同生育期干旱对棉花生长发育及产量的影响[J].灌溉排水,1999,8(1):23-27.

[25] 俞希根,孙景生,肖俊夫,等.棉花适宜土壤水分下限和干旱指标研究[J].棉花学报,1999,11(1):35-38.