

苗期干旱和施肥对棉花生长发育的影响

南建福¹, 刘恩科¹, 王计平², 徐珊珊¹

(1. 山西农科院旱地农业研究中心, 太原 030031; 2. 山西农业大学, 太谷 030801)

摘要:以晋棉 21 号为试材, 采用盆栽试验、大田仿真的方法, 研究了棉花苗期水分干旱胁迫和施肥互作对棉花生长发育的影响。结果表明: ①苗期干旱水分胁迫对控制棉花主茎生长速度、降低主茎高度、培育壮苗有明显作用; ②棉花苗期水分干旱胁迫持续 10~20 d, 能有效减少 6 月份以前早期花蕾的脱落率, 结果导致棉花群体吐絮高峰提前 10 d 左右, 在施肥不足情况下, 7 月底以前形成的早期幼铃脱落率较高, 但增加施肥具有降低脱落率的明显效果; ③晋中为特早熟棉区, 9 月 1—21 日采收的棉花铃重、衣分和衣指相对较高, 品质相对较好, 通过苗期水分干旱胁迫与施肥技术的合理搭配, 能使棉花吐絮高峰期集中在 9 月上、中旬, 提高棉花优质铃比率, 是晋中地区棉花高产优质栽培, 充分发挥优质品种增产潜力的关键措施。

关键词:棉花; 水分胁迫; 施肥; 优质铃率

中图分类号: S562.048 **文献标识码:** A

文章编号: 1002-7807(2005)06-0339-04

Effect of Drought Duration and Fertilizer at Seedling Period on Cotton Development

NAN Jian-fu¹, LIU En-ke¹, WANG Ji-ping², XU Shan-shan¹

(1. Arid Farming Research Centre, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031 China; 2. Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China)

Abstract: We studied the influence on the cotton growth and development of the interaction between the drought stress and fertilizer during the cotton seedling, through the method of basin and imitating in the field with Jinmian 21. The results showed that: ①The drought stress during the seedling had significant effect on regulating the speed of main stem growth, cultivating and strengthening seedling; ②10-20 days drought stress could alleviate the rate of the bud fall before June effectively, which resulted in the period of most bolls opening was earlier about 10 days than ever before. Though under the lack of fertilizer, the immature bolls before late July were easy to fall, addition to fertilizer could decrease the rate of the fallen boll effectively; ③Jinzhong was exceptional early mature cotton region, the cotton boll weight, lint percentage and lint index were higher relatively, cotton fiber quality was better, when collected between September 1st and 21st. The combination of the drought stress and fertilizer technique concentrated the period of boll opening in the September 1st and 20th, which was beneficial to the rate of better-quality boll, and the important measures which played a role in better quality and potentiality of addition to the output.

Key words: cotton; water stress; fertilize; bolls ratio of quality

已有的研究认为, 棉花苗期需水量较少, 土壤含水量保持田间持水量的 60%~75%, 初期单株

现蕾可增加 3~4 个^[1]。幼苗期棉花植株较小, 虽然吸收的肥料量不多, 但对肥料反应较敏感, 缺氮

收稿日期: 2005-06-16 作者简介: 南建福(1956-), 男, 研究员, njftaiyuan@126.com

基金项目: 国家 863 计划(2002AA2Z4011)

则抑制营养生长,推迟现蕾^[2]。事实上,苗期水肥调控作为棉花栽培的重要技术措施,不仅影响到现蕾数量,而且影响到蕾铃脱落率,影响到有效蕾铃在时间和空间上的分布,最终影响棉花吐絮高峰期出现的迟早和产品品质。

本试验采用盆栽和大田仿真相结合方法,研究了棉花苗期水肥控制对棉花生长、产量形成及有效成铃的时间分布规律,旨在探讨通过苗期合理水肥调控,提高优质棉比率的节能高效栽培技术。

1 材料和方法

供试品种为晋棉 21 号。试验于 2002—2004 年在山西省农科院旱地农业研究中心中试基地进行。土壤为沙质壤土,有机质、全氮、全磷、全钾含量分别为 7.63、0.64、0.95、15.2 g · kg⁻¹,碱解氮、速效磷、速效钾分别为 31.2、3.5、126.3 mg · kg⁻¹。试验采用盆栽与田间试验相结合方法,苗期干旱设水分充足(W₁)、干旱胁迫 10 d(W₂)、干旱胁迫 20 d(W₃) 3 个水平;肥料分别选用尿素、过磷酸钙和硫酸钾,在种植前以底肥按比例一次性施入土壤,设施肥(N₁)、不施肥(N₂)两种不同水平。两种试验共设 6 种试验处理,试验方案见表 1。

苗期干旱胁迫的实际操作为:播种前浇足底墒水,种子经 70℃ 的温水浸种,露白时选择发芽一致的种子播种,以确保出苗整齐度;出苗后,按要求留苗和苗龄基本一致,3 叶期定苗;按照试验要求分别对 W₂ 和 W₃ 进行水分胁迫 10 d 和 20 d 的干旱处理试验, W₁ 适时浇水,以保持适宜的土壤水分。为保证试验精确性,盆栽试验在早棚条件下进行,田间仿真试验遇雨进行棚膜覆盖。

试验选用直径 30 cm 聚乙烯塑料花盆,肥料与土混匀后装盆,每盆装土 7 kg。每盆留苗 1 株,3 叶期定苗。在早棚条件下种植,定期定量控水灌溉。棉株生长期随机抽取一重复进行定株、

表 1 试验方案

Table 1 Design of test

处 理	施 肥 水 平/(g · kg ⁻¹)			干旱胁迫 天数/d
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
N ₁ W ₁	0.0	0.0	0.0	0
N ₁ W ₂	0.0	0.0	0.0	10
N ₁ W ₃	0.0	0.0	0.0	20
N ₂ W ₁	0.3	0.15	0.3	0
N ₂ W ₂	0.3	0.15	0.3	10
N ₂ W ₃	0.3	0.15	0.3	20

定期观察,详细记载株高、叶片数、现蕾数、成铃数、脱落率等;盛花期随机抽取一重复收获植株,烘干称重,测定不同器官的生物学产量及其比重,分析不同处理条件下棉株养分吸收特点及生长发育特征和优质棉比例。

2 结果与分析

2.1 苗期干旱处理对棉花主茎生长节律的影响

棉花主茎和分枝节间长度直接影响其叶片及蕾铃的空间分布,间接影响棉花群体的光合特性、蕾铃脱落、棉铃发育及成铃开裂吐絮。适宜的栽培措施能控制棉株节间伸长,使棉株紧凑、健壮,有利于生殖器官发育,提高产量和品质。由表 2 可知,苗期控制水分,对棉花主茎生长节律有显著影响。在现蕾初期(05-19 前),水分充足处理(W₁)的主茎日增量明显快于水分干旱胁迫 10 d(W₂)和 20 d(W₃)的处理,2002 年 3 个处理间差异不明显;2003、2004 年 3 个处理间差异则分别达显著和极显著水平;到开花初期(05-19—06-12),不同处理间棉花主茎日增量的差异十分明显,花铃初期(06-12—07-06),3 个处理间的棉花主茎日增量差异都达到极显著水平。以干旱胁迫天数较多的 W₃ 主茎日增量最小, W₂ 次之, W₁ 最大。结果说明,棉花苗期采用控制水分方法能有效控制植株主茎生长速度,起到降低棉株主茎高度,培育壮苗的作用。

表 2 苗期干旱持续时间对棉花主茎日增量影响

Table 2 The effect of drought stress days on stem growth rhythm during the cotton seedling

年份	处理	干旱胁迫 天数/d	主茎日增量/(cm · d ⁻¹)		
			05-19 前	05-19— 06-12	06-12— 07-06
2002	W ₁	0	0.47a	1.23aA	2.50aA
	W ₂	10	0.45a	1.06bA	1.71bB
	W ₃	20	0.44a	0.91bA	1.44bB
平均			0.453	1.067	1.883
2003	W ₁	0	0.48aA	1.46aA	2.61aA
	W ₂	10	0.41bA	1.18bAB	2.11bB
	W ₃	20	0.39bA	0.87bB	1.42bB
平均			0.427	1.07	2.047
2004	W ₁	0	0.52aA	1.54aA	2.30aA
	W ₂	10	0.44bAB	1.13bB	1.92bAB
	W ₃	20	0.41bB	0.93bB	1.38cB
平均			0.457	1.2	1.867

2.2 苗期干旱对棉花产量器官形成和优质花率的影响

由表 3 可知,水分充足处理(W₁)和干旱胁迫处理(W₂、W₃)之间单株现蕾总数无明显差异。但进一步对不同处理棉花单株有效铃吐絮时间分

布的分析发现(图 1),苗期充足供水处理吐絮高峰期在 9 月下旬,而苗期干旱胁迫处理的吐絮高峰期则提前至 9 月中旬,相差约 10 d 左右。可见,棉花苗期进行适当的干旱胁迫处理,有利于棉花早熟和优质。

表 3 苗期干旱持续时间对棉花花蕾形成的影响

Table 3 The effect of drought stress days on bud forming during the cotton seedling

年份	处理	干旱胁迫天数/d	花蕾累计形成数量/(个·株 ⁻¹)						
			06-19	06-25	06-31	07-06	07-12	07-18	07-24
2002	W ₁	0	1.5a	6.4bA	9.7aA	16.3a	28.4aA	39.7aA	49.9aA
	W ₂	10	1.7a	6.5bA	9.5aA	15.7a	28.6aA	38.5bAB	48.3aA
	W ₃	20	1.4a	6.7aA	9.3bA	15.6a	27.1bA	36.9cB	45.2bB
2003	W ₁	0	1.5aA	6.3aA	9.4aA	16.0aA	27.8aA	40.2aA	49.7aA
	W ₂	10	1.3aA	6.1aA	9.3aA	16.1aA	28.3aA	39.5abA	48.2bA
	W ₃	20	1.1bA	5.8bA	9.0bA	15.5bA	27.2bA	39.1bA	48.2bA
2004	W ₁	0	1.4aA	6.2a	8.9aA	16.5aA	29.8aA	39.3bA	49.4aA
	W ₂	10	1.3aA	6.2a	8.7aA	16.7aA	29.6aA	41.5aA	51.3aA
	W ₃	20	1.1bA	6.0a	8.2bA	15.6bB	28.1bB	38.9bA	46.2bA
平均	W ₁		1.47	6.30	9.33	16.27	28.67	39.73	49.67a
	W ₂		1.43	6.27	9.17	16.17	28.83	39.83	49.27a
	W ₃		1.20	6.17	8.83	15.57	27.47	37.60	46.53a

一般认为,棉铃吐絮早,棉纤维品质相对较好。当棉花株型紧凑,主茎高度适宜,群体下层光照强度高于光补偿点,通风条件较好时,有利于棉铃发育和正常吐絮^[3]。然而,我们在分析 W₂ 和 W₃ 两个处理棉铃吐絮高峰早于 W₁ 的原因时发现,棉花苗期受干旱胁迫处理后,群体落蕾率普遍降低,落铃率有所提高。而且这种现象,受到施肥水平的影响,施肥量增加,群体落蕾率无显著变化,落铃率则明显降低(表 4)。说明:①苗期干旱胁迫落蕾率降低与养分供应无关;②增加施肥量能有效降低落铃率。说明无论是干旱胁迫,还是充足水分供应,棉花幼铃发育需要充足的养分,苗期施肥对减少幼铃脱落率有效。

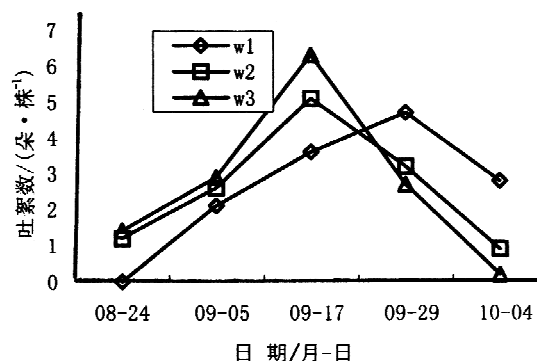


图 1 干旱胁迫对棉铃吐絮时间分布影响
Fig. 1 Effective of drought stress at distribution of cotton boll opening period

表 4 棉花苗期干旱胁迫与施肥对蕾铃脱落的影响

Table 4 The effect of drought stress and fertilizer on bolls' fall rate during the cotton seedling

日期 /月-日	N ₁ W ₁		N ₁ W ₂		N ₁ W ₃		N ₂ W ₁		N ₂ W ₂		N ₂ W ₃	
	落蕾	落铃	落蕾	落铃	落蕾	落铃	落蕾	落铃	落蕾	落铃	落蕾	落铃
06-19-06-31	2.5	0.0	1.8	0.0	1.5	0.0	2.1	0.0	1.9	0.3	1.5	0.0
07-01-07-12	4.9	2.1	4.0	1.6	3.1	1.8	4.5	1.9	5.7	1.1	2.7	1.7
07-13-07-24	11.3	3.8	7.7	4.4	6.9	3.9	12.6	2.3	10.2	5.3	5.6	4.3
07-25-08-04	2.4	6.2	3.1	7.3	3.6	6.6	3.4	5.8	1.2	6.1	4.8	7.2
08-05-08-15	0.0	3.3	1.1	5.1	1.0	4.6	0.8	2.5	0.0	4.9	1.6	3.1
合计	21.1	15.4	17.7	18.4	16.1	16.9	23.4	12.5	19.0	17.7	16.2	16.3
脱落率/%	42.5	31.0	35.9	37.3	34.6	36.3	44.6	23.8	35.8	33.4	32.1	32.3

棉花作为纺织工业原料,纤维品质是衡量其商品价值最重要的经济指标。由于棉花属于无限生长习性作物,同一栽培品种,在不同采摘期,棉

纤维品质和产量构成因素均有较大差异。于是棉花栽培中强调早发、早熟,能确保在气候最佳结铃期多成铃、成大铃,实现高产优质的目标。试验结

果证明:苗期水分干旱胁迫处理能提高棉株早期花蕾成铃率,使吐絮高峰期提前。而且9月1—21日所采收棉花的铃重、衣分、衣指相对较高(表5),可见棉花苗期适量控制水分,限制棉花茎、叶、枝的生长,不仅有利于提高产量,而且有利于提高优质花的比率。

表5 苗期干旱持续时间对棉花产量构成因素的影响

Table 5 The effect of drought stress days on output constituent element during the cotton seedling

日期 /月-日	子指 /g	衣分 /%	铃重 /g	衣指 /g
08-22-08-31	11.36	40.67	4.12	7.96
09-01-09-10	11.57	40.21	5.12	8.02
09-11-09-21	11.36	41.62	5.33	8.21
09-22-10-01	11.36	40.09	4.59	7.85
10-02-10-12	10.71	38.51	5.06	6.73
10-13-10-23	9.48	34.15	3.86	5.21

2.3 苗期干旱胁迫与施肥互作对棉花器官生物学产量的影响

水、肥同是棉花的主要生活因子,养分的吸收输导需要一定的水分条件,苗期水分干旱胁迫处理必然影响棉花对养分的吸收。表6表明:无论是水分胁迫,还是水分充足处理,施肥都表现出明显的增产效果;同一施肥条件下,水分充足处理棉花各器官生物学产量均显著高于水分干旱胁迫处理;对冠根比和生殖器官生物学产量与整株生物学产量之比结果进行分析发现,不施肥处理两者比值随水分胁迫天数增加呈现减少趋势,施肥处理则正好相反,随着水分胁迫强度的增加,两者比值均逐渐增加。由此认为,在棉花水分不足情况下,土壤养分不足时,棉花首先表现出冠部和生殖器官生长不良,当土壤养分充足时,则光合产物较多运输到冠部和生殖器官中,水分充足情况下,施肥越多,冠根比越大,生殖器官比重越小,水分和

表6 不同处理棉花各器官的生物学产量及比率

Table 6 Biomass of cotton organ and ratio with various treatments g

处理	茎、叶	根	生殖器官	整株	冠/根	生殖器官/整株
N ₁ W ₁	17.84	6.7	34.07	58.61	7.75	0.58
N ₁ W ₂	17.74	6.5	31.12	55.36	7.52	0.56
N ₁ W ₃	16.14	6.1	26.05	48.29	6.92	0.54
N ₂ W ₁	24.47	7.8	40.45	72.72	8.32	0.56
N ₂ W ₂	22.36	7.1	38.26	67.72	8.54	0.57
N ₂ W ₃	20.05	6.3	36.15	62.50	8.92	0.58

养分经济产量生产率就越低。这一结果可很好地解释如上所述“施肥对落蕾率影响不大,而对减少落铃率影响明显”的生理原因。

3 结论与讨论

通过棉花苗期水分干旱胁迫和施肥试验可得出如下结论:①对于无限生长习性的棉花,苗期控制水分条件,可有效防止茎、叶生长速度,降低棉花主茎高度,与苗期水分充足的处理相比,吐絮高峰期可提早10d左右,有利于提高棉花产量和品质;②棉花苗期水分干旱胁迫可实现高产优质,是通过改善群体结构,提高6月底以前花蕾成铃率及棉铃衣分和铃重较高来实现的;③充足的水、肥可使棉花整株生物产量提高,单株产量增加,但当棉花前期水分充足时,施肥主要增加冠根比,生殖器官与整株干重之比却下降,说明肥料的经济产量生产率不高,相反,同样施肥条件下,苗期适当控制水分,可提高生殖器官与整株干重之比,特别是能增加花铃期生殖器官量,有利于提高优质铃比率。

生产较多的优质棉,是棉花种植业的重要目标,也是提高经济效益的途径。在优质棉育种的基础上,只有采用合理的栽培技术,才能充分发挥品种的优质棉生产潜力。试验证明,在晋中地区,只有充分利用优质结铃期的气候条件,通过调控水肥,控制棉花合理的群体结构,降低6月中下旬花蕾和7月中下旬幼铃脱落率,才能保证棉花的吐絮高峰出现在9月20日以前,才能发挥优质棉花品种的潜力,提高优质花比率。面对我国当前棉花单产较高,品质较差的局面,强调棉花优质栽培配套技术十分必要。

参考文献:

- [1] 中国农科院棉花研究所. 中国棉花栽培学[M]. 上海科技出版社, 1983. 489.
- [2] 中国农科院棉花研究所. 中国棉花栽培学[M]. 上海科技出版社, 1983. 529.
- [3] 陈奇恩, 田明军. 棉花生育规律与优质高产高效栽培[M]. 中国农业出版社, 1997.
- [4] 陈光琬, 唐仕芳. 土壤水分对棉花产量和纤维品质的影响[J]. 棉花学报, 1991, 3(1): 33-40.
- [5] 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, (3): 35-37.