

文章编号:1672-3317(2017)08-0001-06

灌溉和施氮策略对滴灌施肥棉花蕾铃脱落的影响

邓忠^{1,2}, 翟国亮^{1,2}, 王晓森^{1,2}, 宗洁^{1,2}, 冯俊杰^{1,2}, 蔡九茂^{1,2}, 吕谋超^{1,2}

(1. 中国农业科学院 农田灌溉研究所/农业部节水灌溉工程重点实验室, 河南 新乡 453002;
2. 河南省节水农业重点实验室, 河南 新乡 453002)

摘要:通过田间小区试验,研究了2种滴灌施氮策略(氮磷钾肥全部滴施、氮肥滴施磷钾肥基施)下3个灌溉定额(3 300、3 900、4 500 m³/hm²)和4个施氮水平(150、225、300、375 kg/hm²)对膜下滴灌棉花蕾铃脱落的影响。结果表明,2种施氮策略下,随生育期延长,棉花蕾铃脱落率逐渐增加,花铃盛期达到最高,花铃后期迅速降低。不同灌溉定额下,在中灌溉定额(3 900 m³/hm²)下蕾铃脱落率最低;不同施氮处理条件下,低氮用量(150 kg/hm²)时蕾铃脱落率显著增加,施氮量300 kg/hm²时蕾铃脱落率均较低;灌溉定额和施氮量过低或过高均会造成蕾铃脱落率显著增加。在氮磷钾肥全部滴施的施氮策略下,理论上灌溉定额3 890.46 m³/hm²、施氮量291.25 kg/hm²时蕾铃脱落率可降至53.60%;氮肥滴施磷钾肥基施的施氮策略下,理论上灌溉定额3 805.24 m³/hm²、施氮量288.76 kg/hm²时蕾铃脱落率可降至49.12%。总体上,氮肥滴施磷钾肥基施施氮策略较氮磷钾肥全部滴施施氮策略具有较低的蕾铃脱落率。

关键词:棉花; 施氮策略; 滴灌; 蕾铃脱落率

中图分类号:S562; S275.6

文献标志码:A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2017.08.001

邓忠,翟国亮,王晓森,等. 灌溉和施氮策略对滴灌施肥棉花蕾铃脱落的影响[J]. 灌溉排水学报,2017, 36(8):1-6.

0 引言

蕾铃脱落是棉花生产中的自然现象,新疆棉花采用高密度栽培模式,大面积的蕾铃脱落一般会达到60%~70%^[1-2]。影响棉花蕾铃脱落的因素较多,除生理脱落因素外,棉花生育期灌溉与施肥策略起着举足轻重的作用,从灌水因素分析,灌水量不足,棉花生育期土壤水分较低,不但会影响棉株果枝数的生成,而且会导致棉花幼蕾失水而萎缩,最终导致脱落。灌水量过大,会造成棉株营养生长过于旺盛,田间郁蔽程度较大而光照不够,株体器官营养失调,导致棉株蕾铃的脱落^[3-4]。从施肥因素分析,养分的不合理施用也会造成棉花蕾铃脱落现象的加剧;氮素营养对棉花生长发育起着重要作用,施氮过少不能满足棉花正常的养分需求,造成蕾铃小而少,养分过大,易降低棉株生殖生长,影响单铃质量而导致减产^[5-6]。因此,棉花对水氮用量具有一定的适应性范围,如何根据棉花生育期需水需肥特性进行合理的水氮调控以促进棉花健壮生长,减少蕾铃脱落、提高成铃率,是棉花增产的关键。为此,研究新疆膜下滴灌棉花生产中的施氮策略以及水氮用量对棉花蕾铃脱落的影响,以期更好地为新疆膜下滴灌棉花生产提供理论和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2010年在新疆巴州水管处灌溉试验站进行,该站位于库尔勒市西尼尔镇,海拔892 m,年降水量20~80 mm,年蒸发量2 000~2 500 mm,≥10℃积温为3 950~4 500℃,无霜期为180~215 d,湿润度小于0.33,属于典型的灌溉农业区^[7]。作物生长季节干旱少雨;光热资源丰富,主要种植棉花、香梨、葡萄等经济作

收稿日期:2016-11-06

基金项目:国家科技支撑计划项目(2013BAD07B14-1);中央级科研院所基本科研业务费专项(中国农业科学院农田灌溉研究所)资助项目(1610262016020)

作者简介:邓忠(1976-),男,甘肃武威人。副研究员,博士,主要从事节水灌溉理论与技术研究。E-mail: dengzhong1976@126.com

通信作者:吕谋超(1968-),男,河南柘城人。研究员,博士,主要从事节水灌溉理论与技术研究。E-mail: 13937381585@163.com

物。土壤以沙壤土为主,pH值为8.50左右,有机质质量分数为12.52 g/kg,全氮量为0.84 g/kg,碱解氮、速效磷、速效钾质量分数分别为58.69、9.67、138.74 mg/kg。

1.2 试验材料与设计

棉花品种为“新陆中26”,采用“1膜4行”的种植方式,种植行距20 cm+40 cm+20 cm,株距15 cm,滴灌带铺在地膜中间,膜间行距60 cm(图1)。试验设施氮策略、灌水定额和施氮量3因素,其中施氮策略设2种,F₁施氮策略:氮、磷、钾复混肥在生育期全部以追肥随水滴施(N、P₂O₅、K₂O质量比为1:0.7:0.3),苗期、蕾期、花铃期和吐絮期NPK复混肥施肥比例分别为5%、30%、60%和5%;F₂施氮策略:播种前磷、钾复合肥(P₂O₅、K₂O质量比为7:3)全部作为基肥一次性施入土壤,磷、钾施量总和为300 kg/hm²,氮肥在生育期作为追肥滴施,苗期、蕾期、花铃期和吐絮期施肥比例分别为5%、30%、60%和5%,根据新疆南疆地区膜下滴灌棉花生育期需肥特性^[8],2种施氮策略下滴施肥料次数均为7次;灌溉定额设3个水平:低、中、高水平,其灌溉定额分别为3 300、3 900、4 500 m³/hm²,分别记为W₃₃₀₀、W₃₉₀₀、W₄₅₀₀,根据新疆南疆地区膜下滴灌棉花生育期的需水特性^[9],共灌水13次;施氮量共设4个水平:150、225、300、375 kg/hm²,分别记为N₁₅₀、N₂₂₅、N₃₀₀、N₃₇₅。施用肥料为:尿素(含N量46%)、过磷酸钙(含P₂O₅量64%)和硫酸钾(含K₂O量50%)。试验共计24个处理,各处理均重复3次,总计72个小区(表1)。其他管理同一般大田。

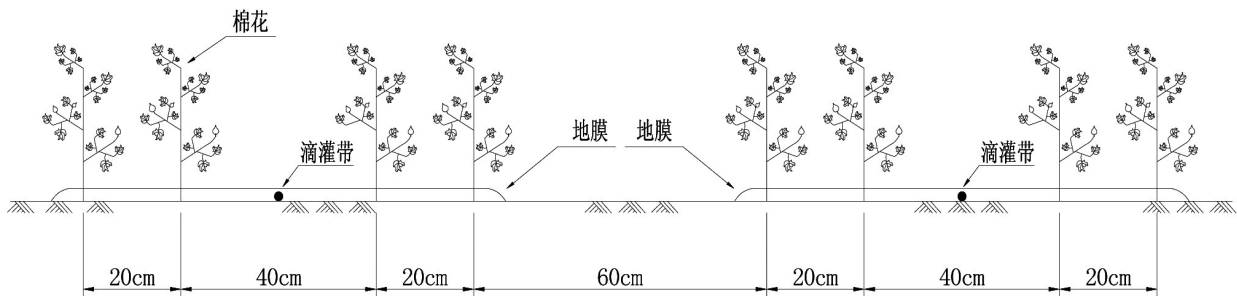


图1 膜下滴灌棉花种植示意图

表1 试验设计

施氮策略	灌溉定额/(m ³ ·hm ⁻²)	追肥量/(kg·hm ⁻²)	备注
F ₁	3 300	450	无基肥,追肥类型为氮、磷、钾复合肥
		525	
		600	
		675	
	3 900	450	
		525	
		600	
		675	
	4 500	450	
		525	
		600	
		675	
F ₂	3 300	150	基肥为磷、钾复合肥,施量总和为300 kg/hm ² ;追肥类型为氮肥
		225	
		300	
		375	
	3 900	150	
		225	
		300	
		375	
	4 500	150	
		225	
		300	
		375	

注 表中肥料用量按纯养分量计算。

1.3 测定项目及方法

采用田间调查观测的方法,每个小区选择长势均匀一致的代表性棉株10株,从棉花的现蕾期开始至吐絮期,每隔10 d调查观测1次,分别统计棉花蕾铃脱落的情况。棉花某一时期的蕾铃脱落率等于该时期内脱落的蕾铃数与总蕾铃数的比值。

采用Microsoft Excel 2010进行数据统计、作图,SPSS13.0进行显著性检验($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 棉花各生育期蕾铃脱落率动态变化

2种施氮策略下不同水氮处理棉花各生育期蕾铃脱落率如表2所示。从表2可以看出,从蕾期开始,不同处理棉花蕾铃脱落率均表现为随生育期的延长迅速增大,到花铃盛期达到最高,花铃后期开始迅速下降。

表2 棉花生育期蕾铃脱落率 %

水氮处理	蕾期		花铃前期		花铃盛期		花铃后期		
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	
W ₃₃₀₀	N ₁₅₀	5.08a	4.12a	22.12a	20.00a	40.41b	38.82a	17.08ab	15.44b
	N ₂₂₅	4.35ab	3.52b	21.06b	18.60b	37.96c	34.00c	16.47b	13.52c
	N ₃₀₀	3.86b	3.14b	18.85c	17.52b	36.28c	33.22c	13.06c	11.26d
	N ₃₇₅	4.20b	3.69b	20.70b	18.68b	37.00c	35.46bc	15.41b	13.20c
	平均值	4.23	3.62	20.68	18.7	37.91	35.38	15.51	13.36
	标准差	0.51	0.41	1.36	1.02	1.8	2.48	1.77	1.71
W ₃₉₀₀	N ₁₅₀	3.48b	3.03bc	17.62c	15.26c	38.42bc	36.87b	14.15b	13.72c
	N ₂₂₅	3.04bc	2.37c	16.06c	14.22c	36.55c	34.40c	13.37b	12.00c
	N ₃₀₀	2.26c	2.05c	14.24d	12.10d	35.42c	32.82d	12.52bc	9.85d
	N ₃₇₅	3.10b	2.89c	16.15c	14.68c	37.86c	35.00bc	13.46b	12.47c
	平均值	2.97	2.59	16.02	14.07	37.06	34.77	13.38	11.89
	标准差	0.51	0.46	1.38	1.38	1.35	2.04	0.67	1.61
W ₄₅₀₀	N ₁₅₀	5.35a	4.00a	22.41a	20.12a	43.00a	39.05a	18.52a	16.40a
	N ₂₂₅	4.67ab	3.97b	21.40b	19.68a	42.56a	37.00b	17.64ab	15.00b
	N ₃₀₀	4.28b	3.26b	20.68bc	18.00b	40.66b	35.47bc	15.58b	13.15c
	N ₃₇₅	5.46a	4.65a	23.46a	21.04a	43.32a	39.98a	19.68a	17.63a
	平均值	4.94	3.97	21.99	19.71	42.39	37.88	17.86	15.55
	标准差	0.56	0.57	1.21	1.27	1.19	2.03	1.73	1.92

注 同列数年不同字母表示差异显著($\alpha<0.05$)。

在施氮策略F₁下,从灌溉定额分析,各生育期棉花平均蕾铃脱落率以W₄₅₀₀处理最大,W₃₉₀₀处理最小,W₄₅₀₀处理棉花蕾期、花铃前期、花铃盛期、花铃后期平均蕾铃脱落率较W₃₃₀₀处理和W₃₉₀₀处理分别增加11.49%和39.88%、5.94%和27.15%、10.55%和12.56%、13.16%和25.09%,可见高灌溉定额造成了棉花较高的蕾铃脱落率。相同灌溉定额条件下,随着施氮量增加,棉花蕾铃脱落率的变化趋势均表现为先下降后上升的趋势,当施氮量从150~300 kg/hm²增加时,棉花蕾铃脱落率逐渐下降,而施氮量增加至375 kg/hm²时,蕾铃脱落率又出现增大趋势;在低、中、高灌溉定额条件下,棉花生育期蕾铃脱落率施氮处理大小关系不同,蕾铃脱落率均值表现为N₃₀₀处理<N₃₇₅处理<N₂₂₅处理<N₁₅₀处理、N₃₀₀处理<N₂₂₅处理<N₃₇₅处理<N₁₅₀处理和N₃₀₀处理<N₂₂₅处理<N₁₅₀处理<N₃₇₅处理。可见,在低灌溉定额低施氮量或高灌溉定额高施氮量下,棉花蕾铃脱落率都较大,在中灌溉定额中施氮量下蕾铃脱落率最低,表明低水低肥或高水高肥均会造成棉株大量的蕾铃脱落,其直接原因是过低或过高的水肥供应条件下棉株器官营养失调,造成了较高的蕾铃脱落率。

在施氮策略F₂下,不同灌溉定额处理间棉花蕾铃脱落率均值表现为W₃₉₀₀处理<W₃₃₀₀处理<W₄₅₀₀处理,W₄₅₀₀处理棉花蕾期、花铃前期、花铃盛期、花铃后期平均蕾铃脱落率较W₃₃₀₀处理和W₃₉₀₀处理分别增加8.88%和34.89%、5.12%和28.64%、6.60%和8.19%、14.08%和23.49%。可见高灌溉定额条件下棉花蕾铃脱落率较高。从不同灌溉定额下各施氮处理来看,随着施氮量增加,棉花蕾铃脱落率变化均表现为先下降后上升的趋势,在施氮量为300 kg/hm²时棉花蕾铃脱落率最低,施氮量增加至375 kg/hm²时蕾铃脱落率开始增大。在

不同灌溉定额下,棉花生育期各施氮处理蕾铃脱落率表现不同,W₃₃₀₀和W₃₉₀₀水平时蕾铃脱落率均值表现为N₃₀₀处理<N₂₂₅处理<N₃₇₅处理<N₁₅₀处理,W₄₅₀₀水平时蕾铃脱落率均值表现为N₃₀₀处理<N₂₂₅处理<N₁₅₀处理<N₃₇₅处理。可见,在低灌溉定额低施氮量或高灌溉定额高施氮量下棉花蕾铃脱落率均较大,在中灌溉定额中施氮量下蕾铃脱落率最低,表明低水低肥或高水高肥均会造成棉株大量的蕾铃脱落,综合比较来看,W₃₉₀₀N₃₀₀处理提升了棉花有效铃数的增加。

2.2 施氮策略对棉花群体蕾铃脱落率的影响

在2种施氮策略下,不同水氮处理条件下的棉花群体蕾铃脱落率如图2所示(同一施氮策略下各处理不同字母表示差异显著 $\alpha < 0.05$)。

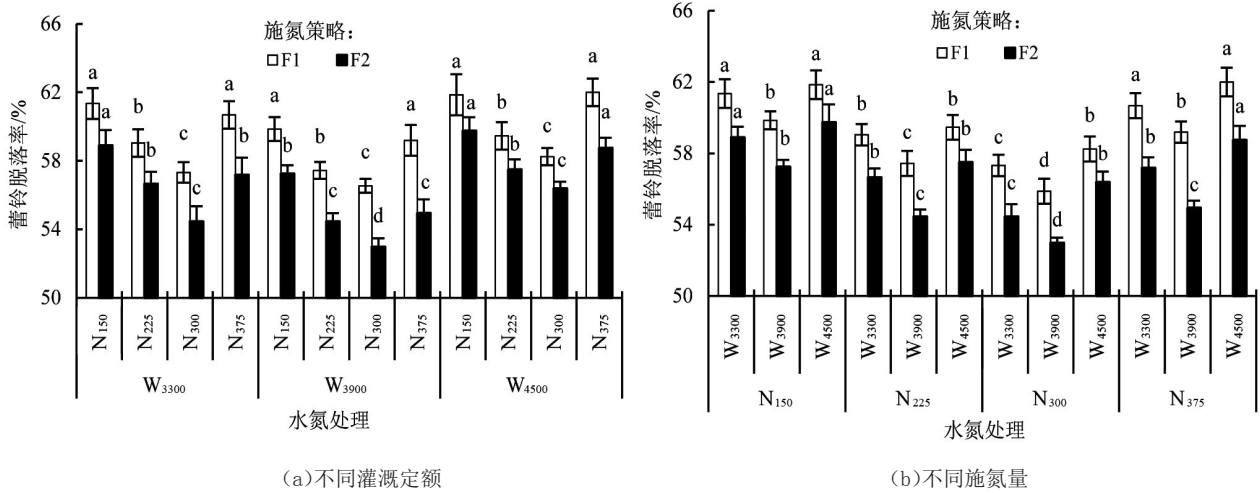


图2 2种施氮策略下各处理棉花群体蕾铃脱落率的变化

从图2可以看出,不同的水氮处理棉花蕾铃脱落率均超过了50%,可见,新疆棉花生产中蕾铃脱落率较高是一个普遍的现象,除了生理因素自然脱落,水肥供应策略起着非常重要的作用。

在施氮策略F₁下,从灌溉定额分析,灌溉定额为3 300、3 900、4 500 m³/hm²时,棉花平均蕾铃脱落率分别达到59.60%、58.26%、60.39%,W₃₉₀₀处理蕾铃脱落率最低而W₄₅₀₀处理蕾铃脱落率最高,W₃₉₀₀处理较W₃₃₀₀处理和W₄₅₀₀处理分别降低了1.34%和2.13%,W₃₉₀₀处理与W₃₃₀₀处理和W₄₅₀₀处理差异均显著。以施氮处理分析,N₁₅₀处理、N₂₂₅处理、N₃₀₀处理和N₃₇₅处理棉花平均蕾铃脱落率分别为61.02%、58.65%、57.37%、60.62%,N₃₀₀处理蕾铃脱落率最低而N₁₅₀处理最高,N₃₀₀处理较N₁₅₀处理、N₂₂₅处理和N₃₇₅处理分别降低了3.65%、1.28%和3.25%,N₃₀₀处理与N₁₅₀、N₂₂₅、N₃₇₅处理差异均显著。可见,适宜的施氮对棉花蕾铃脱落起到显著的降低作用,能延长棉铃增长的时间,保证生育期的有效铃数^[10]。

在施氮策略F₂下,从灌溉定额分析,灌溉定额为3 300、3 900、4 500 m³/hm²时,棉花平均蕾铃脱落率分别达到56.79%、54.90%、58.09%,W₃₉₀₀处理蕾铃脱落率最低而W₄₅₀₀处理蕾铃脱落率最高,W₃₉₀₀处理较W₃₃₀₀处理和W₄₅₀₀处理分别降低了1.89%和3.19%,W₃₉₀₀处理与W₃₃₀₀处理和W₄₅₀₀处理差异均显著。以施氮处理分析,N₁₅₀处理、N₂₂₅处理、N₃₀₀处理和N₃₇₅处理棉花平均蕾铃脱落率分别为58.62%、56.20%、54.60%、57.95%,可见,N₃₀₀处理蕾铃脱落率最低而N₁₅₀处理最高。N₃₀₀处理较N₁₅₀处理、N₂₂₅处理和N₃₇₅处理分别降低了4.02%、1.60%和3.35%,N₃₀₀处理与N₁₅₀、N₂₂₅、N₃₇₅处理差异均显著。这也说明,适宜的施氮对棉花蕾铃脱落起到显著的降低作用,保证了棉花的有效铃数。

对比2种施氮策略,在相同灌溉定额或施氮量下,F₂施氮策略蕾铃脱落率均低于F₁施氮策略,这是因为F₂施氮策略下,棉花具有良好的生长环境,水氮供应促进了营养生长和生殖生长的协调发展,棉株保持了良好的株型结构,从而降低蕾铃脱落率^[11-12]。

2.3 棉花蕾铃脱落率的水氮耦合效应

采用二元二次项关系式耦合棉花蕾铃脱落率与水氮之间的关系,即 $f = a + b_1W + b_2N + b_{12}WN + b_{11}W^2 + b_{22}N^2$,式中: f 为棉花蕾铃脱落率(%); W 为灌溉定额(m³/hm²); N 为施氮量(kg/hm²); a 、 b_1 、 b_2 、 b_{12} 、 b_{11} 、 b_{22} 为常数 and 系数。

用SPSS软件拟合2种施氮策略下棉花蕾铃脱落率与水氮之间的回归方程,即:

$$\text{施氮策略 } F_1: f=98.798-0.147W-0.038N-0.004WN-0.0048W^2-0.00001N^2, R^2=0.968, \quad (1)$$

$$\text{施氮策略 } F_2: f=83.429-0.039W-0.017N-0.00219WN-0.00304W^2-0.00745N^2, R^2=0.966. \quad (2)$$

由式(1)和式(2)可知,决定系数(R^2)均在0.960以上,相关性均较高;灌溉定额与施氮量的交互作用是负效应,说明过多的水氮投入会增加棉花的蕾铃脱落率,从 W 、 N 的二次项系数来看,均为负值,说明在一定的水氮施用范围内可以降低棉花蕾铃脱落率。

施氮策略 F_1 条件下,对式(1)和式(2)求偏导可得:

$$f_1=-0.147-0.004N-0.00960W, \quad (3)$$

$$f_2=-0.038-0.004W-0.00002N. \quad (4)$$

令 f_1 、 f_2 均等于0,得到 $W=3890.46 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, $N=291.25 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时, f 取得最小值53.60%。由田间试验可知,当 $W=3900 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, $N=300 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,棉花蕾铃脱落率 f 为56.54%,田间实测值略高于理论值。因此,通过优化管理,当灌溉定额为 $3890.46 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、施氮量为 $291.25 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,棉花蕾铃脱落率可降至53.60%。

施氮策略 F_2 条件下,对式(1)和式(2)求偏导可得:

$$f_1=-0.039-0.00219N-0.00608W, \quad (5)$$

$$f_2=-0.017-0.00219W-0.0149N. \quad (6)$$

令 f_1 、 f_2 均等于0,得到 $W=3805.24 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, $N=288.76 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时, f 取得最小值49.12%。由田间试验可知,当 $W=3900 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, $N=300 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,棉花蕾铃脱落率 f 为52.97%,田间实测值略高于理论值。因此,通过优化管理,当灌溉定额为 $3805.24 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、施氮量为 $288.76 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,棉花蕾铃脱落率可降至49.12%。

根据相关研究结果^[13-14],施氮量显著影响棉花单铃质量的高低,灌水量对棉花营养生长的影响效应显著,增加灌水量棉株高大粗壮,增加了田间郁蔽程度,易导致棉株蕾铃的脱落。根据式(1)和式(2)计算出2种施氮策略下灌溉定额(W)和施氮量(N)的偏相关系数(施氮策略 F_1 : W 为0.827, N 为0.669;施氮策略 F_2 : W 为0.796, N 为0.564), W 的偏相关系数均大于 N 的,说明灌溉定额对棉花蕾铃脱落率的影响大于施氮量。

3 结论

2种施氮策略下,灌溉定额为 $3900 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、施氮量为 $300 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 时,棉花蕾铃脱落率较低,可促进产量的提升。通过进一步的水氮优化管理,施氮策略 F_1 和 F_2 下棉花蕾铃脱落率预计可进一步降低至53.60%和49.12%。施氮策略 F_2 较施氮策略 F_1 具有较低的蕾铃脱落率。

参考文献:

- [1] 肖光顺,李保成,马晓梅,等.膜下滴灌早熟陆地棉蕾铃脱落动态规律初报[J].中国农学通报,2008,24(6):159-163.
- [2] ZHANG Lizhen, CAO Weixing, ZHANG Siping, et al. A simulation model for boll growth, development and abscission in cotton[J]. 2005, 31(1): 70-76.
- [3] 任锋潇,孙红春,张永江,等.不同冠层结构对棉田小气候及蕾铃脱落和产量的影响[J].棉花学报,2016,28(4):361-368.
- [4] GRIGOLLI J F J, SOUZA L A, DE FRAGA D F, et al. Boll weevil feeding preference on squares at different ages and square shedding time of cotton cultivars[J]. African Journal of Agricultural Research, 2012, 7(30): 4317-4323.
- [5] 胡明芳,田长彦,马英杰,等.氮素营养对棉铃形成与脱落的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(1):95-98.
- [6] 刘连涛,李存东,孙红春,等.氮素营养水平对棉花衰老的影响及其生理机制[J].中国农业科学,2009,42(5):1575-1581.
- [7] 丁新利.新疆干旱区节水灌溉工程技术发展模式研究[J].灌溉排水学报,2006,25(5):53-56.
- [8] 陈宝燕,马兴旺,盛建东,等.新疆内陆干旱区棉花水肥耦合研究进展[J].中国农学通报,2009,25(13):124-128.
- [9] 弋鹏飞,虎胆·吐马尔白,王一民,等.干旱区棉花膜下滴灌优化灌溉制度的试验研究[J].水土保持通报,2011,31(1):53-57.
- [10] 肖光顺,李保成,马晓梅,等.膜下滴灌早熟陆地棉蕾铃脱落动态规律初报[J].中国农学通报,2008,24(6):159-163.
- [11] ZHANG Shaomin, SUN Liangbin, NING Xinmin, et al. Effects of N application levels and post-decapitation smearing of NAA on fruit abscission and yield of cotton (*Gossypium barbadense* L.) in saline soil[J]. Chinese Journal of Eco-agriculture, 2011, 19(3): 586-592.
- [12] 张少民,孙良斌,宁新民,等.施氮水平和打顶后涂抹NAA对盐渍土壤上长绒棉铃脱落和产量的影响[J].中国生态农业学报,2011,19(3):586-592.
- [13] 邓忠,白丹,翟国亮,等.膜下滴灌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,2013,24(9):2525-2532.
- [14] 刘新永,田长彦.棉花膜下滴灌水氮耦合效应研究[J].植物营养与肥料学报,2007,13(2):286-291.

Application Schedule of N-P-K in Drip Fertigation Affects Abscission of Cotton Bolls

DENG Zhong^{1,2}, ZHAI Guoliang^{1,2}, WANG Xiaosen^{1,2}, ZONG Jie^{1,2},
FENG Junjie^{1,2}, CAI Jiumao^{1,2}, LYU Mouchao^{1,2}

(1. Farmland Irrigation Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/
Key Laboratory of Water-saving Irrigation Project, Ministry of Agriculture, Xinxiang 453002, China;
2. Key Laboratory of Water-saving Agriculture of Henan Province, Xinxiang 453002, China)

Abstract: This paper presents the results of a field experiment aiming to investigate the impact of different drip fertigation schedules on abscission of cotton bolls. We considered three irrigation amounts, 3 300, 3 900 and 4 500 m³/hm², and four N application rates, 150, 225, 300, 375 kg/hm². The N was either applied with P-K as topdressing fertilizer, or applied as topdressing with the drip irrigation while the P-K were used as base fertilizer. The results showed that the boll abscission increased first, peaking at the boll setting stage, and then decreased rapidly at the flowering stage under both N application methods. The abscission rate at irrigation of 3 900 m³/hm² was the lowest in comparison with others. When the N application was 150 kg/hm², the abscission rate of the cotton buds and bolls increased significantly under different N applications. The abscission was the lowest when N application was 300 kg/hm², increasing when the irrigation amount and nitrogen application were either too low or too high. When N was applied with P-K as topdressing fertilizer at the rate of 291.25 kg/hm² and the irrigation amount was 3 890.46 m³/hm², the boll abscission was 53.60%, while under the same water and N applications, applying N-P-K as topdressing with the drip irrigation decreased the abscission by 49.12%. In summary, applying N with P-K as topdressing was more efficient in reducing the abscission compared with applying N together with the drip irrigation by using P-K as base fertilizer.

Key words: cotton; nitrogen application strategies; drip irrigation; boll abscission

责任编辑:刘春成