

氮肥和 DPC 用量对棉花叶片叶绿素含量和 SPAD 值的影响

马宗斌¹, 房卫平², 谢德意², 李伶俐¹, 朱伟¹

(1. 河南农业大学农学院, 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院经济作物研究所, 郑州 450002)

摘要:在大田条件下研究了氮肥和缩节胺(DPC)用量对中早熟棉花品种豫杂 35 和早熟品种银山 1 号叶片叶绿素含量、SPAD 值的影响。结果表明,随着施氮量或 DPC 用量的增加,两个品种的叶片叶绿素含量和 SPAD 值均呈增加趋势。叶片叶绿素含量和 SPAD 值呈正相关关系,但生育后期叶绿素含量的下降明显快于 SPAD 值,表现为吐絮期的叶绿素含量显著低于盛铃期,而吐絮期的 SPAD 值与盛铃期差异不显著。因此,在 DPC 化控条件下,仍可使用 SPAD 值进行棉花叶色诊断,但应注意生育后期 SPAD 值与叶绿素含量的不同趋势。

关键词:棉花;氮肥;DPC;叶绿素含量;SPAD 值

中图分类号:S562.01 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2009)03-0224-06

Effects of Nitrogen Application Rates and DPC Sparing Doses on Content of Chlorophyll and SPAD Value in Leaf of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

MA Zong-bin¹, FANG Wei-ping², XIE De-yi², LI Ling-li¹, ZHU Wei¹

(1. College of Agriculture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2. Economic Crop Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002, China)

Abstract: Effects of nitrogen application rates and mepiquat chloride (DPC) sparing doses on content of chlorophyll and SPAD value in leaf of earlier-middle spring cotton variety Yuza 35 and short-season one Yinshan 1 were studied. The results showed that content of chlorophyll and SPAD value in leaf of two cotton varieties increased with enhancing nitrogen application rates or DPC sparing doses. There were significantly positive correlations between SPAD value and content of chlorophyll in leaf in most growth stages. But content of chlorophyll in leaf decreased more quickly than SPAD value in later growth stage, i. e., the content of chlorophyll in leaf in boll opening stage decreased significantly than that in full bolling stage, and the SPAD value in boll opening stage decrease slightly than that in full bolling stage. Therefore, SPAD value is still efficient to conduct leaf color threshold when DPC is applied to cotton, but attention should be paid to the different tendency of content of chlorophyll and SPAD value in later growth stage of cotton.

Key words: cotton; nitrogen application rates; mepiquat chloride; content of chlorophyll; SPAD value

为及时掌握作物生长情况,需要对其营养状况进行诊断。目前,最常用的诊断方法是叶色诊断^[1-2]。传统的叶色诊断是进行叶绿素含量测定,准确度高,但测试工作量大,耗费时间长,且需要破坏植株。手持式叶绿素仪体积小、质量轻,测定

简便快捷,不损伤叶片,是一种简单而又方便的叶色诊断工具,近年来在作物的氮素营养诊断与施肥中得到广泛应用^[1,3-5]。大量研究表明,叶片叶绿素含量与叶绿素仪所测定的 SPAD 值有良好的—致性^[6-9],但有关研究主要是在不进行化控的

收稿日期: 2008-09-08

作者简介: 马宗斌(1965-)男,副教授,博士, zongbinma@163.com

基金项目: 农业科技跨越计划项目(2006 年第 13 项),河南省科技攻关项目(0624100018)

条件下开展的。目前,缩节胺(DPC)化控在我国不同生态类型的棉田均有广泛的应用。棉花应用 DPC 后,叶片加厚,叶色变深^[10-12],对叶色诊断可能会产生一定的影响。但不同施氮和 DPC 用量下,棉花叶片 SPAD 值与叶绿素含量的相关性还鲜有报道。本试验选用中早熟和早熟棉花品种为材料,研究不同氮肥与 DPC 用量对棉花叶片 SPAD 值和叶绿素含量的影响,以确定 SPAD 值作为衡量叶绿素含量指标的准确度,以期更好地利用 SPAD 值来诊断棉花长势。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验于 2006—2007 年在河南农业大学科教园区进行。试验地为春白地,中壤土,肥力较高,土壤有机质 $11.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效氮 $72.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $31.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $100.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

试验 1:供试材料为中早熟品种豫杂 35,由河南省农科院棉花油料作物研究所提供。设氮肥和 DPC 用量 2 个因素,施氮量为 3 个水平,即纯氮 0、112.5、225 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;DPC 用量 3 个水平,即 0、75、120 $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。裂区设计,以施氮量为主区,DPC 用量为副区,3 次重复。施氮量折合成尿素分两次施用,移栽缓苗后和开花期分别施 1/3 和 2/3;DPC 分两次喷施,盛蕾期和盛花期分别喷施总量的 40%和 60%,不喷 DPC 的处理喷等量清水。育苗移栽种植,4 月 5 日育苗,5 月 4 日移栽,行距 1.0 m,密度 3.30 万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。除氮肥外,在整地时还一次性施入过磷酸钙 $450 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、氯化钾 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。棉花正常去叶枝,其它管理按高产田进行。

试验 2:供试材料为早熟品种银山 1 号,由河南省农科院棉花油料作物研究所提供。设氮肥和 DPC 用量 2 个因素,施氮量为 2 个水平,即纯氮 0、112.5 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;DPC 用量 3 个水平,即 0、75、120 $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。裂区设计,以施氮量为主区,DPC 用量为副区,3 次重复。施氮量折合成尿素分两次施用,苗期和开花期分别施 1/3 和 2/3;DPC 分两次喷施,现蕾期和开花期分别喷施总用量的 30%和 70%,不喷 DPC 的处理喷等量清水。棉花于 6 月 1 日直播,等行距 0.8 m,密度为 9.00 万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。在整地时,一次性施入过磷酸钙 $300 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 、氯化钾 $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

分别于盛蕾期、初花期、盛花期、吐絮期对棉

花主茎功能叶(盛花期及以前为倒 4 叶,吐絮期为倒 1 叶)进行生理指标测定。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 叶片 SPAD 值。采用日本 Minolta 公司生产的 SPAD-502 叶绿素仪进行活体测定。每小区 12 株,去掉最大值和最小值,求 10 株平均数。

1.2.2 叶片叶绿素(a+b)含量。取叶片鲜样用丙酮浸提,以日本岛津 UVmini-1240 紫外分光光度计在 665、649 和 470 nm 波长下比色测定,以计算叶绿素含量^[13]。

1.2.3 产量性状调查。每小区调查中间 2 行棉花,计算单株成铃数;选定 30 株,实收成铃,计算铃重,然后轧花测算衣分;并计算产量。

数据采用统计软件 DPS 6.55 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 氮肥和 DPC 用量对豫杂 35 和银山 1 号叶片叶绿素含量的影响

从表 1 可以看出,豫杂 35 的叶片叶绿素含量表现为盛花期>初花期>盛蕾期>吐絮期。方差分析表明,同一氮肥用量或 DPC 用量下,不同生育时期的叶绿素含量差异均达显著水平;氮肥和 DPC 用量的不同处理组合,叶绿素含量在盛花期显著高于盛蕾期和吐絮期,盛蕾期又显著高于吐絮期。氮肥和 DPC 用量对豫杂 35 的叶片叶绿素含量也有一定影响,表现为随着氮肥用量或 DPC 用量的增加叶绿素含量呈增加的趋势。经方差分析,除施氮 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的处理在盛花期外,不同氮肥用量下叶片叶绿素含量的差异均达显著水平;除盛蕾期外,DPC 用量 $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的叶绿素含量显著高于 DPC 用量为 0 的处理;氮肥和 DPC 用量的不同处理组合,叶绿素含量在 4 个时期均表现为施氮 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC 75、120 $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的处理的叶绿素含量显著高于施氮 $0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC 0、75 $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的处理。在盛花期和吐絮期,施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC 120 $\text{g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的叶绿素含量显著高于施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC 为 0 处理。

表 2 表明,银山 1 号的叶片叶绿素含量表现出盛花期>初花期>吐絮期>盛蕾期的趋势。方差分析表明,同一氮肥用量或 DPC 用量下,盛花期的叶绿素含量显著高于初花期、吐絮期和盛蕾期,初花期的叶绿素含量显著高于吐絮期和盛蕾期;氮肥和 DPC 用量的不同处理组合,除在初花期与盛花

期氮肥用量 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC 用量 $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的处理外,叶绿素含量在盛花期显著高于初花期、吐絮期和盛蕾期。氮肥和 DPC 用量对银山 1 号的叶片叶绿素含量也有一定影响,表现为随着氮肥或 DPC 用量的增加叶绿素含量呈增加的趋势。经方差分析,在初花期,施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的叶绿素含量显著高于不施氮的处理;在不同生育时期,DPC 用量 $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的叶绿素含量显著高于 DPC 用量为 0 的处理;氮素和 DPC 用量的不同处理组合,除在盛花期,施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合喷施 DPC $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 与 $75 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理外,施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和不施氮配合喷施 DPC $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 处理的叶绿素含量显著高于施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,也高于不施氮同时不喷施 DPC 的处理。

2.2 氮肥和 DPC 用量对豫杂 35 和银山 1 号叶片 SPAD 值的影响

由表 3 可见,豫杂 35 的叶片 SPAD 值表现为吐絮期 \approx 盛花期 $>$ 初花期 $>$ 盛蕾期。方差分析表明,同一氮肥用量或 DPC 用量下,吐絮期和盛花期的 SPAD 值显著高于初花期和盛蕾期,初花期的 SPAD 显著高于盛蕾期,但吐絮期和盛花期差异不显著(DPC 用量为 $75 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的处理除外)。氮肥和 DPC 用量的不同处理组合,在吐絮期,施

表 1 氮肥和 DPC 用量对豫杂 35 叶片叶绿素含量的影响

Table 1 Effects of nitrogen application rates and DPC sparing doses on content of chlorophyll in leaf of Yuza 35

用量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)		盛蕾期	初花期	盛花期	吐絮期
氮肥					
0		c1.52c	b1.72c	a1.99b	d1.16c
112.5 kg		c1.59b	b1.85b	a2.09ab	d1.31b
225 kg		c1.73a	b1.95a	a2.20a	d1.39a
DPC					
0		b1.60a	b1.79b	a2.00c	c1.23b
75 g		c1.61a	b1.84ab	a2.10b	d1.29ab
120 g		c1.62a	b1.88a	a2.18a	d1.35a
氮肥	DPC				
0	0	b1.51d	b1.66e	a1.91c	c1.13d
	75 g	c1.52cd	b1.73de	a2.00bc	d1.15d
	120 g	c1.52cd	b1.77cde	a2.00abc	d1.21bcd
112.5 kg	0	c1.57bcd	b1.79bcde	a1.96bc	d1.20cd
	75 g	b1.60b	ab1.86abcd	a2.08abc	c1.31abc
	120 g	c1.59bc	b1.89abc	a2.23a	c1.41a
225 kg	0	b1.72a	ab1.92abc	a2.14ab	c1.35ab
	75 g	b1.72a	b1.93ab	a2.21a	c1.40a
	120 g	b1.74a	b1.99a	a2.25a	c1.43a

注:在氮肥用量、DPC 用量以及氮肥用量与 DPC 用量的处理组合中,同一列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平上显著;同一行数字前不同小写字母表示同一处理不同生育时期在 0.05 水平上显著;下同。

氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC $75 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC $75 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的 SPAD 值显著高于盛花期;不同处理组合的 SPAD 值在盛花期均显著高于初花期,在初花期显著高于盛蕾期。氮肥和 DPC 用量对豫杂 35 的叶片 SPAD 值也有一定影响,表现为随着氮肥或 DPC 用量的增加 SPAD 值呈增加的趋势。经方差分析,除施氮 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 与施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 在吐絮期外,不同氮素用量处理的 SPAD 值差异均达显著水平;DPC 用量 $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的 SPAD 值显著高于 DPC 用量为 0 的处理。氮素用量和 DPC 用量的不同处理组合,在 4 个生育时期均表现为施氮 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC 75 、 $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的 SPAD 值显著高于不施氮配合 DPC 0 、 75 、 $120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 的处理。

从表 4 可以看出,银山 1 号的叶片 SPAD 值在盛蕾期后呈缓慢上升趋势,盛花期达到最大值,吐絮期略有下降。方差分析表明,同一氮肥用量或 DPC 用量下,盛花期和吐絮期的 SPAD 值显著高于初花期和盛蕾期,初花期的 SPAD 显著高于盛蕾期,但吐絮期和盛花期差异不显著。氮肥和 DPC 用量的不同处理组合,除施氮 $112.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 配合 DPC $75 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 在盛蕾期和初花期外,

表 2 氮肥和 DPC 用量对银山 1 号叶片叶绿素含量的影响

Table 2 Effects of nitrogen application rates and DPC sparing doses on content of chlorophyll in leaf of Yinshan 1

用量/($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)		盛蕾期	初花期	盛花期	吐絮期
氮肥					
0		c1.40a	b1.57b	a2.12a	b1.56a
112.5 kg		d1.48a	b1.92a	a2.23a	c1.60a
DPC					
0		d1.28b	b1.64b	a2.10b	c1.46c
75 g		c1.48a	b1.71b	a2.21a	c1.54b
120 g		d1.57a	b1.89a	a2.23a	c1.74a
氮肥	DPC				
0	0	c1.23c	b1.46d	a2.02b	b1.45b
	75 g	b1.46abc	b1.59cd	a2.15ab	b1.50b
	120 g	c1.52ab	b1.81b	a2.19a	b1.72a
112.5 kg	0	c1.33bc	b1.66c	a2.17ab	c1.46b
	75 g	c1.49abc	b1.83b	a2.26a	c1.57b
	120 g	b1.61a	a2.12a	a2.26a	b1.76a

注:在氮肥用量、DPC 用量以及氮肥用量与 DPC 用量的处理组合中,同一列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平上显著;同一行数字前不同小写字母表示同一处理不同生育时期在 0.05 水平上显著。

表 3 氮肥和 DPC 用量对豫杂 35 叶片 SPAD 值的影响

Table 3 Effects of nitrogen application rates and DPC sparing doses on SPAD in leaf of Yuza 35

用量/(kg·hm ⁻²)	盛蕾期	初花期	盛花期	吐絮期
(mg·g ⁻¹)				
氮肥				
0	c35.51c	b41.93c	a50.68c	a49.87b
112.5 kg	c36.55b	b43.83b	a53.10b	a54.50a
225 kg	c38.03a	b45.15a	a54.70a	a55.76a
DPC				
0	c36.22b	b42.97c	a51.65c	a51.03b
75 g	d37.15a	c43.64b	b52.80b	a54.14a
120 g	c36.73ab	b44.29a	a54.04a	a54.96a
氮肥 DPC				
0	c35.77cd	b41.06d	a49.94d	a48.11e
75 g	c34.93d	b42.18cd	a50.54d	a50.46dc
120 g	c35.83cd	b42.55c	a51.56d	a51.03cd
112.5 kg	0	c36.18bcd	b43.14c	a51.65cd
75 g	d37.63ab	c43.42bc	b53.13bc	a55.66ab
120 g	c35.84bc	b44.93a	a54.52ab	a56.20a
225 kg	0	c36.69ab	b44.72ab	a53.34bc
75 g	d38.88a	c45.32a	b54.73ab	a56.29a
120 g	c38.53a	b45.40a	a56.03a	a57.64a

注:在氮肥用量、DPC 用量以及氮肥用量与 DPC 用量的处理组合中,同一列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平上显著;同一行数字前不同小写字母表示同一处理不同生育时期在 0.05 水平上显著。

SPAD 值在初花期显著高于盛蕾期,在盛花期显著高于初花期,而盛花期和吐絮期相比差异不显著。氮肥和 DPC 用量对银山 1 号的叶片 SPAD 值也有一定影响,表现为随着氮肥用量或 DPC 用量的增加 SPAD 值呈增加的趋势。经方差分析,在吐絮期,施氮 112.5 kg·hm⁻² 比不施氮的 SPAD 值显著增加;在不同生育时期,DPC 用量 120 g·hm⁻² 比 DPC 用量为 0 的 SPAD 值显著增加;氮素和 DPC 用量的不同处理组合,施氮 112.5 kg·hm⁻² 配合 DPC 120 g·hm⁻² 和不施氮配合 DPC 120 g·hm⁻² 处理的 SPAD 值显著高于施氮 112.5 kg·hm⁻² 配合不施 DPC 的处理,也高于不施氮配合不施 DPC 的处理。

2.3 氮肥和 DPC 用量对棉花叶片 SPAD 值和叶绿素含量相关性的影响

图 1、图 2 表明,不同氮肥和 DPC 用量下,豫杂 35 和银山 1 号在不同生育时期叶片 SPAD 值和叶绿素含量均呈正相关关系。其中豫杂 35 在初花期、盛花期和吐絮期,叶片 SPAD 值与叶绿素含量的相关达到极显著水平;银山 1 号在盛蕾期、初花期和盛花期,叶片 SPAD 值与叶绿素含量的相关达到显著或极显著水平。因此,豫杂 35 和银山 1 号的叶片 SPAD 值能较准确地反映出叶绿素含量的水平。

表 4 氮肥和 DPC 用量对银山 1 号叶片 SPAD 值的影响

Table 4 Effects of nitrogen application rates and DPC sparing doses on SPAD in leaf of Yinshan 1

用量/(kg·hm ⁻²)	盛蕾期	初花期	盛花期	吐絮期
(mg·g ⁻¹)				
氮肥				
0	c40.08a	b46.60a	a52.69a	a50.68b
112.5 kg	c41.98a	b48.14a	a56.95a	a55.50a
DPC				
0	c34.92b	b42.95b	a50.06c	ab46.86b
75 g	c43.90a	b48.08a	a56.13b	a55.28a
120 g	c44.26a	b51.08a	a58.27a	a57.13a
氮肥 DPC				
0	0	c33.59b	b41.72c	a48.95e
75 g	c43.05a	b47.74abc	a53.36cd	a52.13cd
120 g	c43.59a	b50.35ab	a55.76bc	ab53.46bc
112.5 kg	0	c36.25b	b44.19bc	a51.16de
75 g	b44.21a	b48.43ab	a58.91ab	a58.42ab
120 g	c45.48a	b51.81a	a60.79a	a60.80a

注:在氮肥用量、DPC 用量以及氮肥用量与 DPC 用量的处理组合中,同一列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平上显著;同一行数字前不同小写字母表示同一处理不同生育时期在 0.05 水平上显著。

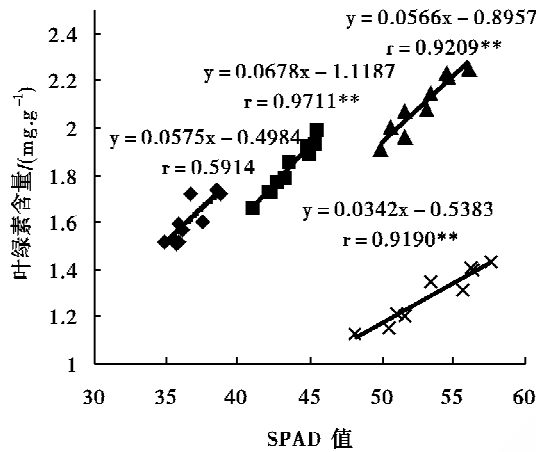
3 结论与讨论

前人研究表明,随着施氮量的增加,棉花叶片的叶绿素含量和 SPAD 值呈增加趋势^[6,14];随着 DPC 用量的加大,叶片叶绿素含量也呈上升趋势^[10-11,15]。本研究在不同氮肥用量条件下,配合喷施不同的 DPC 剂量,取得了与前人一致的结果,而且棉花叶片的 SPAD 值也随着 DPC 剂量的加大而增大。

目前,有关棉花叶片叶绿素含量和 SPAD 值相关性的研究主要是在不同施氮水平下进行的,结果表明,叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关达到显著水平^[6,14]。本研究选用中早熟和早熟棉花品种,采用不同施氮水平配合不同 DPC 用量处理,结果也表明,棉花叶片叶绿素含量与 SPAD 值仍呈正相关关系。这说明棉花喷施 DPC 后,尽管叶色加深、叶片增厚^[10-12],但并未改变叶片 SPAD 值与叶绿素含量的正相关关系。因此,在目前棉花普遍使用 DPC 化控的条件下,仍可使用 SPAD 值作为叶绿素含量的衡量指标,进行叶色诊断,并指导氮肥施用和田间管理工作。

本试验也表明,在不同的生育时期,棉花叶片的叶绿素含量和 SPAD 值呈现不同的变化趋势。在生育前中期测量棉花主茎倒 4 叶时,叶绿素含

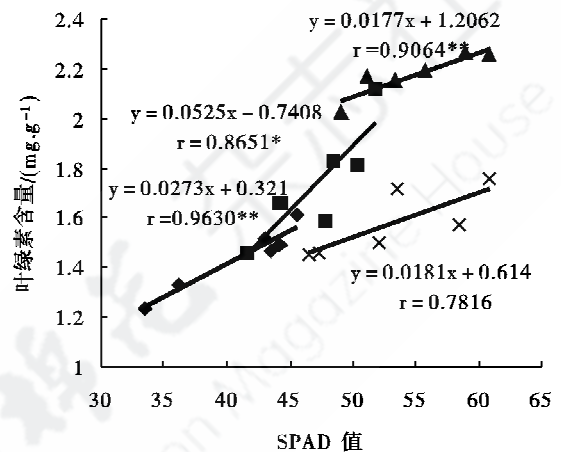
量与 SPAD 值呈同步增减的趋势。但在棉花打顶后的生育后期,当测量主茎倒 1 叶时,叶绿素含量下降迅速而 SPAD 值下降缓慢甚至不下降(表 1~4)。可能的原因是主茎倒 4 叶是不断出生的,且均是刚刚进入功能期,叶龄较短,受 DPC 的影响作用较小。而棉花打顶后,主茎倒 1 叶固定不变,且叶龄逐渐增加,DPC 会对其产生一定的累加作用,叶片厚度增加、叶绿素 a/b 较高^[11,12]的



◆ 盛蕾期 ■ 初花期 ▲ 盛花期 × 吐絮期
注: *、*、* 分别代表显著和极显著相关。

图 1 豫杂 35 叶片 SPAD 值与叶绿素含量间的相关
Fig. 1 Correlation between SPAD values and content of chlorophyll in leaves of Yuza 35

效应更为突出。而使用叶绿素仪测定叶片 SPAD 值时,又在一定程度上受到叶片厚度的影响^[16-18],且 SPAD 值与叶绿素 a 的吸收光谱更为接近^[19]。喷施 DPC 导致棉花生育后期叶片的 SPAD 值比叶绿素含量的下降明显迟缓。因此,在棉花生育后期运用 SPAD 值进行叶色诊断时,不能误以为 SPAD 值变化不大,就推断叶绿素含量也没有明显下降。



◆ 盛蕾期 ■ 初花期 ▲ 盛花期 × 吐絮期
注: *、*、* 分别代表显著和极显著相关。

图 2 银山 1 号叶片 SPAD 值与叶绿素含量间的相关
Fig. 2 Correlation between SPAD values and content of chlorophyll in leaves of Yingshan 1

参考文献:

- [1] 屈卫群,王绍华,陈兵林,等. 棉花主茎叶 SPAD 值与氮素营养诊断研究[J]. 作物学报, 2007, 33(6): 1010-1017.
QU Wei-qun, Wang Shao-hua, Chen Bing-lin, et al. SPAD value of cotton leaves on main stem and nitrogen diagnosis for cotton growth[J]. Acta Agronomica Sinica, 2007, 33(6): 1010-1017.
- [2] 王绍华,曹卫星,王强盛,等. 水稻叶色分布特点与氮素营养诊断[J]. 中国农业科学, 2002, 35(12): 1461-1466.
WANG Shao-hua, Cao Wei-xing, Wang Qiang-sheng, et al. Positional distribution of leaf color and diagnosis of nitrogen nutrition in rice plant[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002, 35(12): 1461-1466.
- [3] GABORCIK N. Relationship between contents of chlorophyll (a + b) (SPAD values) and nitrogen of some temperate grasses[J]. Photosynthetica, 2003, 41(2): 285-287.
- [4] 裘正军,宋海燕,何勇,等. 应用 SPAD 和光谱技术

研究油菜生长期间的氮素变化规律[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7): 150-154.

QIU Zheng-jun, Song Hai-yan, He Yong, et al. Variation rules of the nitrogen content of the oilseed rape at growth stage using SPAD and visible-NIR [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(7): 150-154.

- [5] GIANQUINTO G, Goffart J E, Olivier M, et al. The use of hand-held chlorophyll meters as a tool to assess the nitrogen status and to guide nitrogen fertilization of potato crop[J]. Potato Research, 2004, 47(5): 35-80.
- [6] 王娟,韩登武,任岗,等. SPAD 值与棉花叶绿素和含氮量关系的研究[J]. 新疆农业科学, 2006, 43(3): 167-170.
WANG Juan, Han Deng-wu, Ren Gang, et al. A study on relation between SPAD value, chlorophyll and nitrogen content in cotton [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2006, 43(3): 167-170.
- [7] 艾天成,李方敏,周治安,等. 作物叶片叶绿素含量与 SPAD 值相关性研究[J]. 湖北农学院学报, 2000, 20

- (1):6-8.
AI Tian-cheng, Li Fang-min, Zhou Zhi-an, et al. A study on correlation between SPAD values and content of chlorophyll in leaves of crop [J]. Journal of Hubei Agricultural College, 2000, 20(1):6-8.
- [8] 苏云松, 郭华春, 陈伊里. 马铃薯叶片 SPAD 值与叶绿素含量及产量的相关性研究 [J]. 西南农业学报, 2007, 20(4):690-693.
SU Yun-song, Guo Hua-chun, Chen Yi-li. Relationship between SPAD readings chlorophyll contents and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2007, 20(4):690-693.
- [9] UDDLING J, Gelang-Alfredsson J, Piikki K, et al. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll concentration and SPAD-502 chlorophyll meter readings [J]. Photosynthesis Research, 2007, 91:37-46.
- [10] 何钟佩, 宋绍省. 植物生长延缓剂 DPC 对棉叶生理功能的调节作用 [J]. 北京农业大学学报, 1991, 17(2):21-25.
HE Zong-pei, Song Shao-sheng. Regulation of plant growth retardants DPC on physiological function in leaves of cotton [J]. Journal of Beijing Agricultural University, 1991, 17(2):21-25.
- [11] 杨青华, 唐予迪, 李伶俐, 等. DPC 系统化控对麦套春棉生理特性的影响 [J]. 河南农业大学学报, 1996, 30(2):164-167.
YANG Qing-hua, Tang Yu-di, Li Ling-li, et al. Studies on the physiological characteristics of DPC systematic chemical control on interplanting spring cotton with wheat [J]. Journal of Henan Agricultural University, 1996, 30(2):164-167.
- [12] 李丕明, 何钟佩, 李召虎. 棉花应用缩节胺 (DPC) 化控技术研究概况与进展 [J]. 作物杂志, 1991(2):1-3.
LI Pei-ming, He Zhong-pei, Li Zhao-hu. Outline and progression about the study of DPC chemical control on cotton [J]. Crops, 1991(2):1-3.
- [13] 邹琦. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000:72-75.
ZOU Qi. Experimental guide of plant physiology [M]. Beijing: Agricultural Press of China, 2000:72-75.
- [14] 邹飞波, 许馥华, 金珠群. 利用叶绿素计对短季棉氮素营养诊断的初步研究 [J]. 作物学报, 1999, 25(4):483-488.
WU Fei-bo, Xu Fu-hua, Jin Zhu-qun. A preliminary study on nitrogen nutrition diagnosis for short-season cotton with a chlorophyll meter [J]. Acta Agronomica Sinica, 1999, 25(4):483-488.
- [15] 刘春芳, 王志利, 罗湘宁, 等. 缩节胺 (DPC) 在棉花生产上的应用研究 [J]. 西北农业学报, 1997, 5(1):81-83.
LIU Chun-fang, Wang Zhi-li, Luo Xiang-ning, et al. Studies on application of DPC in cotton [J]. Acta Agriculture Boreali-Occidentalis, 1997, 5(1):81-83.
- [16] PENG S, Garcia F V, Laza R C. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration [J]. Agronomy Journal, 1993, 85:987-990.
- [17] ESFAHANI M, Ali Abbasi H R, Rabiei B, et al. Improvement of nitrogen management in rice paddy fields using chlorophyll meter (SPAD) [J]. Paddy Water Environ, 2008, 6:181-188.
- [18] NIGAM S N, Rupakula A. Stability of soil plant analytical development (SPAD) chlorophyll meter reading (SCMR) and specific leaf area (SLA) and their association across varying soil moisture stress conditions in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) [J]. Euphytica, 2008, 160:111-117.
- [19] MARKWEIL J, Osterman J C, Mitchell J L. Calibration of the minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter [J]. Photosynthesis Research, 1995, 46:467-472. ●