



棕色彩棉叶片光合特性与氮肥调节效应 Study of the Leaf Photosynthesis Characteristics and Nitrogenous Fertilizer Adjustment Effect of Brown Cotton

侯必新, 张美桃, 李子辉, 万海青

(湖南文理学院生命科学系, 常德 415000)

氮素营养在常规白色锦花中研究报道的较多,而对彩色棉的报道较少。为此,在洞庭湖区生态条件下,对棕色彩棉叶片光合特性和氮肥效应进行了初步研究。

1 材料和方法

试验于2000—2004年在湖南文理学院生物园进行。前茬棉花,土壤有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量分别为19.76、56.60、15.56、180.69 mg·kg⁻¹,土质为重壤。

供试棉花品种为:A)棕色彩棉1号(湖南文理学院选育),B)常规白色棉湘杂棉2号(湖南省棉科所选育),试验设4个不同氮肥用量处理,即每公顷施氮:N0(无氮)、N1(施N 150 kg)、N2(N 300 kg)、N3(N 450 kg)。小区面积30 m²,重复3次。每处理均基施P₂O₅和K₂O各105 kg;N肥30%做基肥,60%为花铃肥,10%做盖顶肥,4月6日播种,营养体育苗,5月6日移栽,密度为每公顷2.0万株;其它田间管理均按高产田进行。

分别在盛花期、盛铃期及吐絮期测定叶绿素含量、硝酸还原酶活性、叶片净光合速率和叶绿素荧光参数等指标。叶绿素含量测定参考Arnon方法,硝酸还原酶活性测定采用对氨基苯磺酰胺比色法。用BAU光合测定系统测定棉株上、中、下不同部位叶片净光合速率(Pn)。叶绿素荧光参数采用OS5—FL调制式叶绿素荧光测定系统(美国Opti—Sciences公司)测定。叶片暗适应15 min后,采用Fv/Fm模式测定暗适应下棉花功能叶片(倒4叶)的荧光参数,用弱测量光测定初始荧光(Fo),随后给一个强闪光[4000 μmol·m⁻²·s⁻¹],脉冲时间0.8 s]测得最大荧光(Fm),计算可变荧光(Fv)=Fm-Fo,PSII最大光化学效率(Fv/Fm)、PSII潜在活性Fv/Fo)。叶片光合速率和叶绿素荧光参数选择晴天光强稳定在

1200~1400 μmol·m⁻²·s⁻¹时(上午10:00—11:00)测定,每处理测定5~10片叶,取平均值。收获期调查各处理单位面积株数、单株结铃数、铃重、衣分,以实收产量计产。数据分析采用SAS统计软件完成。

2 结果与分析

2.1 叶绿素含量与硝酸还原酶活性的变化

试验各处理棉花功能叶片叶绿素含量在盛铃前期达到高峰,以后不断下降。其中N2处理下降缓慢,N0、N1处理下降较快。盛铃后期各处理叶绿素含量均为N2>N3>N1>N0。两品种比较,在盛铃后期棕彩棉N3处理比N2处理叶绿素含量少,这可能是由于过量施用氮肥使植株旺长,造成群体荫蔽,使叶绿素被破坏而造成的。湘杂2号N2处理与N3处理之间差异不明显。

硝酸还原酶(NR)的活性与施氮量及品种关系密切。棕彩1号N0处理NR活性在盛花期最高,以后逐渐下降;而N1、N2、N3处理均在盛铃前达到高峰,之后开始下降,生育后期仍具有较高的活性;不同施氮量处理间表现为,随氮肥用量的增加NR活性增强。湘杂2号各处理的NR活性以盛花期最高,随后开始下降,后期活性较低;施氮量对NR活性表现为N3≈N2>N1>N0。

2.2 叶片净光合速率(Pn)的变化

不同处理不同叶位Pn变化与品种和生育时期有关。盛花期两品种中部叶片与上部叶片Pn均随氮肥用量增加有所增强,而下部叶片Pn表现为N2>N3>N1>N0,但差异较小;盛铃期棕色彩棉上部叶片Pn随氮肥用量增加而增强,中部叶、下部叶则表现为N2>N3>N1>N0,而湘杂2号上部叶片Pn表现为N1>N2>N0≈N3,中部叶片为N1≈N2>N3>N0,下部叶为N2>N1>N0≈N3;吐絮期棕彩棉上部叶片Pn随施氮量增

加而增强,中部叶 N2 最高,下部叶各处理差异很小,而湘杂 2 号上部叶片变化较小,中下部以 N2 最高。表明适量追施氮肥可以延缓中、下部叶片衰老提高光合速率。

2.3 叶片 F_v/F_o 和 F_v/F_m 的变化

在荧光诱导动力学参数的测定中,经过暗适应的功能叶片可变荧光(F_v)与固定荧光(F_o)的比值(F_v/F_o)代表光系统 II(PSII)的潜在活性,而 F_v 与最大荧光(F_m)的比值(F_v/F_m)代表 PSII 光化学的最大效率或 PSII 原初光能转化效率。两品种不同时期各处理 F_v/F_o 和 F_v/F_m 表现有所不同。盛花期两品种 F_v/F_o 和 F_v/F_m 均随施氮量的增加而升高,但不同处理 F_v/F_o 和 F_v/F_m 比值差异未达到显著水平;盛铃前期棕色彩棉表现为 $N_3 > N_2 > N_1 > N_0$, N_3 、 N_2 处理与 N_0 处理间差异达显著水平,而湘杂 2 号表现 $N_2 > N_3 = N_1 > N_0$, 施氮处理明显高于未施氮处理,但各施氮量之间均未达显著水平;盛铃后期棕色彩棉功能叶的 F_v/F_o 和 F_v/F_m 表现为 $N_2 > N_3 > N_1 > N_0$, 湘杂 2 号表现为 $N_3 \approx N_2 > N_1 > N_0$;吐絮期棕色彩棉仍表现为 $N_2 > N_3 > N_1 > N_0$, N_2 处理与 N_1 、 N_0 处理间的差异达显著水平,湘杂 2 号则仍表现为 $N_3 \approx N_2 > N_1 > N_0$, N_2 、 N_3 与 N_0 的差异达显著水平。说明适量施氮可使植株叶片在

后期维持较高的 PSII 潜在活性和 PSII 光化学最大效率。但由于过量施氮造成棕色彩棉株后期生长过快,PSII 潜在活性和 PSII 光化学最大效率降低,未达到延缓衰老的目的。

2.4 棉花产量及产量构成因素的变化

不同施氮量条件下,两品种棉花皮棉产量以 N_2 处理最高,其次为 N_3 ;霜前花率表现为湘杂 2 号各处理间差异不大,而棕色彩棉 N_3 由于过量施氮,引起植株旺长,造成贪青晚熟,至初霜来临时(11 月上旬)顶部棉铃尚未吐絮,霜前花率降低,但 N_0 、 N_1 、 N_2 处理相差不大(表 1)。综合分析认为,施氮量以 N_2 较为适宜,而 N_3 或 N_1 则过量或不足。进一步考察其产量构成因素,单株结铃数表现为 $N_3 > N_2 > N_1 > N_0$, 但铃重则为 $N_2 > N_1 > N_3 > N_0$, 表明氮肥施用量已直接影响到光合产物向棉铃的运输。不施氮或施氮量较少,生育中后期棉叶 PSII 的潜在活性和 PSII 光化学的最大效率降低快,光能转化效率低,光合产物少,造成铃少,铃轻;过量追施氮肥,氮代谢过旺,虽能使盛花期快速生长,但导致群体过大,冠层内光照条件恶化,对环境响应敏感,光合产物分配失调,棉铃库强度降低,铃重下降,经济产量较低。因此,只有适时适量追施氮肥,才能改善叶片的光合性能,最终提高棉花经济产量。

表 1 施氮量对棉花产量及产量结构的影响

Table 1 Effect of different nitrogen rates on cotton yield and yield components

品种	氮肥	子棉产量/(kg·hm ²)					平均产量/(kg·hm ²)		株铃数/个	铃重/g	衣分/%	霜前花/%
		2000	2001	2002	2003	2004	子棉	皮棉				
棕色彩棉	N0	1903	1972	1972	2015	1998	1972h	730h	21.2	4.66	37.0	90.9
	N1	2440	2368	2374	2526	2545	2451f	907f	25.8	4.76	37.0	90.1
	N2	2965	2882	2765	2864	2876	2870e	1062e	29.9	4.80	37.0	88.7
	N3	2237	2379	2359	2140	2146	2252g	833g	27.2	4.70	37.0	76.8
湘杂 2 号	N0	3191	2806	2874	3279	3368	3103d	1257d	30.1	5.15	40.5	98.0
	N1	3726	3561	3795	3974	4330	3877c	1570c	35.9	5.40	40.5	90.2
	N2	4849	4853	4638	4259	4396	4599b	1863b	40.7	5.65	40.5	86.5
	N3	5178	5138	4992	4539	4615	4892a	1891a	45.3	5.60	40.5	86.5

注:表中 5 年的数据经方差分析, $F=1311$;小写字母系 $P=0.05$ 显著水平的 q -test,标准误 $SE=30.16$ 。

3 结论

适量施用氮肥,在一定程度上可以改善棉花叶片的光合性能,提高生长后期叶片的叶绿素含量、维持硝酸还原酶活性,使生育后期叶片保持较高的生理活性,尤其对延缓植株中、下部叶片的衰老,维持较高的 PSII 潜在活性和 PSII 最大光化学效率,改善叶片的光合能力,保证生育后期有较强的光合源,形成较多的光合产物具有重要作用。不同品种

对氮肥响应存在差异,过量施氮造成棕色彩棉盛花期叶面积迅速增大,群体荫蔽,反而影响了叶片的光合性能,这可能是由于下部叶片叶绿素结构遭到破坏所致。与棕色彩棉相比,湘杂 2 号对氮肥用量的响应则表现不太明显, N_3 、 N_2 两处理之间光合性能差异较小,应该与杂交棉茎秆粗壮,枝叶舒展,通透性好有关。因此,生产中应结合当地栽培水平和品种特性,适时适量追施氮肥,特别是在种植棕色彩棉过程中,更应注重合理施用氮肥。 ●