

棉花冠层温度分异现象及其生理特性的研究*

韩磊,王长发,王建,李玉叶,周新丽

(西北农林科技大学,陕西杨凌 712100)

摘要: 在同一环境背景下,以辽棉 1 号为参照,以冷温型棉花中棉 41 号、炮台 1 号与暖温型棉花豫 422、中棉 5629 为试材,从花期开始,通过测定群体冠层温度、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、硝酸还原酶活性、丙二醛(MDA)含量等指标,研究了棉花功能叶衰老和活性氧代谢特性。结果表明,冷温型棉花较暖温型棉花叶绿素含量、可溶性蛋白质含量下降速度慢,SOD、NR 的活性较高,下降幅度小,MDA 的积累速度较慢。因此,在生产实践中,可以借助冠层温度作为棉花代谢功能的外部信号,为棉花育种提供理论依据。

关键词: 冠层温度;生理特性;活性

中图分类号:S562

文献标识码: A

文章编号:1004-1389(2007)03-0085-04

The Study on Differences of the Canopy Temperature and Physiological Characteristics of Cotton

HAN Lei,WANG Chang-fa,WANG Jian,LI Yu-ye and ZHOU Xin-li

(Northwest A & F University,Yangling Shaanxi 712100,China)

Abstract: The crop canopy temperature and its related physiological characteristics of cotton are not only varied with the genotypes but also influenced with the climate and soil, and related with the high burliness and the productivity. In order to clarify the differences of the crop canopy temperature and its related physiological characteristics of the different genotypes, this paper focus on the study of the characters of the functional leaf senescence and the activated oxygen metabolism through the comparative study of the Liaomian No. 1 (served as reference), Zhongmian No. 41, Paotai No. 1,Yu 422, Zhongmian 5629. The community canopy temperature, the content of the chlorophyll and the soluble protein, the activity of the SOD and MDA were measured at the florescence under the same conditions. The results showed that the content of the chlorophyll and the soluble protein of the cold type cotton decreased more slowly than that of the warm type cotton, with quite high activity of the SOD and NR but decrease to a quite small extent. The accumulation speed of the MDA of the cold type cotton is also more slowly than that of the warm type cotton. These results indicated that the canopy temperature can be a external signature of the metabolic function of the cotton, and can provide the theory basis for the cotton breeding in the field practice.

Key words: Canopy temperature; Physiological characteristic; Activity

20 世纪 80 年代以来,国内外研究者发现,在气候和土壤背景相同且栽培条件完全一致的一个小尺度范围(如品种比较试验区、育种圃等)内,

小麦^[1]、水稻^[2]、玉米^[3]、马铃薯^[4]等作物冠层温度因基因型而异,出现了极显著的冷、暖分异现象,且与较高的结实率及产量紧密联系起来^[5]。

* 收稿日期:2006-12-31 修回日期:2007-01-18

基金项目:国家自然科学基金(30370859)。

作者简介:韩磊(1980—),男,新疆精河人,在读硕士,主要从事农业生态学研究。

张嵩午等^[6~10]研究表明,不同小麦群体冠层温度高低变化相当稳定,冷型小麦的叶片功能期、叶绿素含量、蛋白质氮含量、防御活性氧毒害的关键性保护酶活性等均优于对照品种和暖型小麦,这为小麦高产栽培和品种选育提供了重要的理论依据。因此,冠层温度持续偏低的低温种质材料越来越受到育种学家的关注。本试验研究了不同基因型棉花冠层冷温差异现象及其生理特性,为发掘冷温棉花种质资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2005~2006 年在陕西省杨凌示范区西北农林科技大学农学院试验地进行。棉花参试材料 56 个,经动态取舍中选出了具代表性且温度表现相当稳定的 16 个材料。随机区组排列,每小区 2 膜 4 行,行长 4.8 m,株距为 20 cm,采取 75 cm+55 cm 宽窄行方式种植。于 4 月 18 日覆膜播种,生育期内化调 2 次,整枝 4 次,7 月 18 日打顶。根据张嵩午等对冷型小麦的定义,以在当地生产上起主导作用的品种为对照,将冠层温度(体温)相当或持续偏低于对照的品种称为冷型棉花,比对照品种持续偏高的品种称为暖型棉花。本文主要介绍冠层温度差异显著的 4 个品种,其中对照品种为辽棉 1 号,比辽棉 1 号温度持续偏高的品种选用豫 422 和中棉 5629,比辽棉 1 号温度持续偏低的品种选用炮台 1 号和中棉 41 号。

1.2 观测记载

冠层温度观测采用仪器为国产 BAU-1 型红外测温仪,视场角为 5°,观测时间以晴天午后(13:00~15:00)各品种冠层温度差异最明显时为主,按照农田小气候观测的对称法进行,观测时将测温仪器置于肩臂高度(1.5 m),在田边以大约和田面呈 30 度的角度瞄准小区中部群体,测点为小区内生长一致有代表性的部位,避开裸土影响,对每个品种按照 3 次重复进行往返观测,每次每个品种可获得 6 个温度数据,取平均数。自花期进行棉花功能叶测定,SOD 活性测定参照王爱国等的改进方法,丙二醛(MDA)含量测定采用 Heath 和 Packer 的硫代巴比妥酸反应法,可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 蛋白染色法,硝酸还原酶(NR)活性测定采用常规法^[11],叶绿素测定使用 ECA-051 叶绿素测定仪(绝对含量为 0.01 μ g/ μ g 鲜重)。

2 结果与分析

2.1 不同基因型棉花冠层温度的变化

依据 2006 年棉花冠层温度绘制不同品种冠层温度依日序变化图(图 1)。绘图时,以对照品种辽棉 1 号为基准,首先绘出穿越温差轴 0℃并与日序轴平行的基准线,然后依日序将各种类型棉花材料与对照相比较的温度差点落于图上。

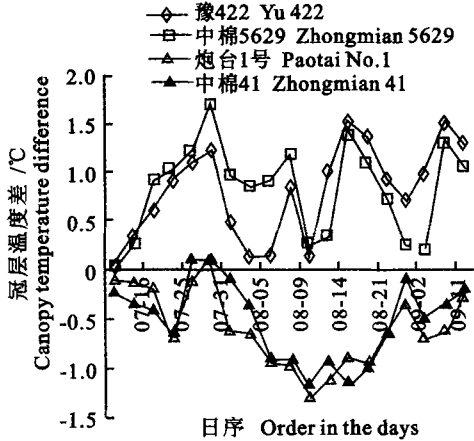


图 1 不同基因型棉花冠层温度

Fig. 1 Canopy temperature in different cotton

从图 1 可以看出,和对照辽棉 1 号相比,棉花冠层温度出现了明显分化。中棉 41 号和炮台 1 号温度大多位于基准线之下,具有持续偏低的特征;而豫 422 和中棉 5629 温度则大多位于基准线之上,具有持续偏高的特征。冠层温度是受多种条件影响的敏感因素,如株高、株型、叶型和叶面积指数等均对其有作用,但据张嵩午等^[1]多年研究表明,能造成冠层冷温现象随年份推移反复出现、十分稳定的关键因素并非是株高等上述影响因子,而是植株活力的强弱。

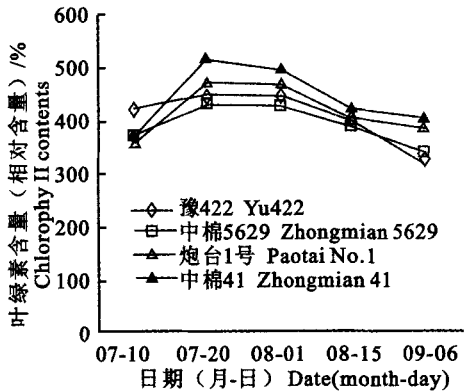


图 2 不同基因型棉花叶绿素含量(相对含量)

Fig. 2 Chlorophyll II contents in different cotton

2.2 不同基因型棉花叶绿素含量的变化

叶绿素含量与棉花的光合作用有密切关系,叶绿素含量高,叶片的生理活性高,促进光合作用,含量低则易造成叶片衰老,光合作用也随之降低。根据图 2 进行分析,不同基因型棉花在进入花期后叶绿素含量都持续升高,在盛花期达到最大值,然后开始降低。但是对比不同温度型棉花的叶绿素含量变化发现,冷温品种中棉 41 和辽棉 1 号的叶绿素含量一直保持在一个较高的水平,其叶绿素含量随生育期推移的降解速度较暖温棉花豫 422 和中棉 5629 平缓。这为低温棉花叶片活力旺盛提供了有意义的证明。

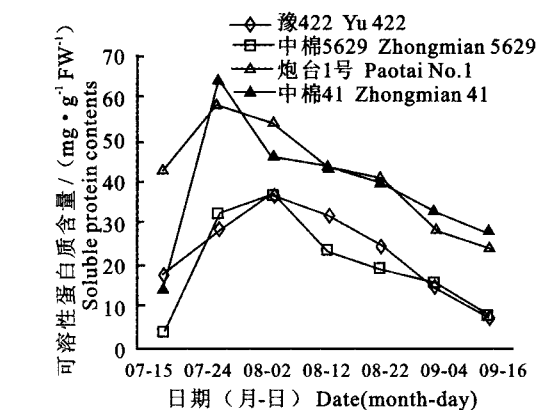


图 3 不同基因型棉花可溶性蛋白质含量

Fig. 3 Soluble protein contents in different cotton

2.3 不同基因型棉花可溶性蛋白质含量的变化

可溶性蛋白质在细胞体内主要以酶的形式存在,另外亦有大量的多肽和氨基酸。可溶性蛋白质含量的高低实际上表征了细胞体内各种类酶的总活性,可溶性蛋白质含量的降低是衡量叶片衰老的重要生理指标。由图 3 可以看出,冷温型棉花中棉 41 和炮台 1 号在各个时期的可溶性蛋白质含量几乎都高于暖温型棉花豫 422 和中棉 5629。在生育后期,可溶性蛋白质含量下降速度较快,但是冷温型棉花的下降幅度略低于暖温型棉花,这表明冷温型棉花具有生理活性强、代谢旺盛的特点。

2.4 不同基因型棉花超氧化物歧化酶(SOD)活性的变化

植物体内超氧化物歧化酶是自由基清除系统中的重要酶类,其活性强弱影响植株光合产物和生产水平,对植物衰老有重要意义。从图 4 可看出,低温型棉花较高温型棉花在多数时期保持着较高的 SOD 活性,随着生育进程的推移,SOD 活性的下降幅度也较为缓慢,表明中棉 41 和炮台 1 号具

有较强的减轻活性氧或其它过氧化物自由基对细胞膜系统伤害的能力。

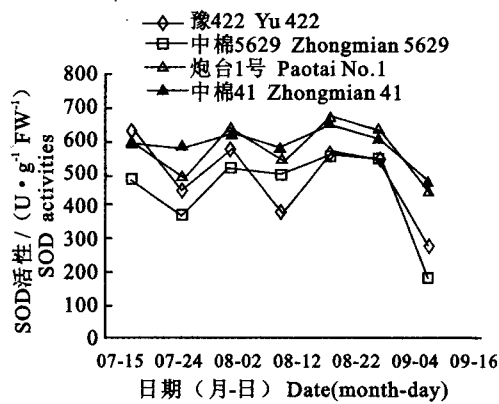


图 4 不同基因型棉花超氧化物歧化酶(SOD)活性

Fig. 4 SOD activities in different cotton

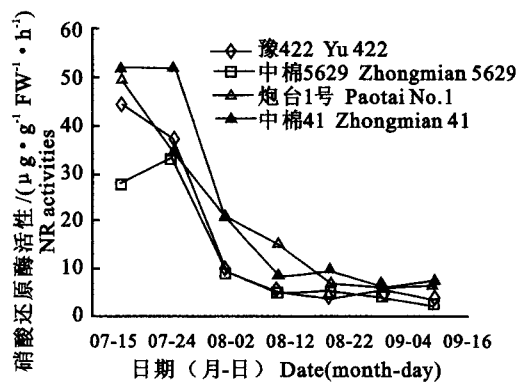


图 5 不同基因型棉花硝酸还原酶(NR)活性

Fig. 5 NR activities in different cotton

2.5 不同基因型棉花硝酸还原酶(NR)活性的变化

硝酸还原酶是植物体内氮代谢中的关键酶,它所催化的 NO_3^- 还原为 NO_2^- 反应,是植物体内 NO_3^- 同化的限速步骤。据李正文等^[12]的研究,棉花的硝酸还原酶活性与其对氮肥的利用能力成正相关,对棉花的产量有着积极的贡献。由 5 可以看出,棉花的硝酸还原酶活性随着生育进程的推进呈现了快速下降的趋势,冷温棉花中棉 41 和炮台 1 号的硝酸还原酶活性在各个时期基本保持了较高的活性,在生育后期的下降幅度也较为缓慢。这说明了冷温棉花中棉 41 和炮台 1 号比暖温棉花豫 422 和中棉 5629 具有较高的氮肥利用能力,具备高产的基础。

2.6 不同基因型棉花丙二醛(MDA)含量的变化

丙二醛(MDA)是一种强烈地与细胞内其他成分发生氧化反应的物质,因而易引起对酶和膜的严重损伤,导致膜结构完整性及生理功能的破坏,是反映膜质过氧化程度的重要指标。由图 6

可见,不同温型棉花叶片的 MDA 含量随生育期的推移呈明显上升趋势,但其增加快慢有显著差异,冷温型棉花中棉 41 和炮台 1 号衰老速度缓慢,积累量较少;暖温型棉花豫 422 和中棉 5629 增加速度较快,积累量大。这与前述的叶绿素含量和可溶性蛋白质含量的变化相一致。

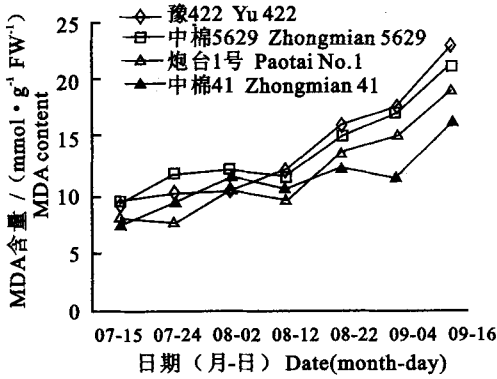


图 6 不同基因型棉花丙二醛(MDA)含量
Fig. 6 MDA content in different cotton

3 结 论

通过上述一系列的分析可以看出,棉花植株代谢功能的优劣和冠层温度的高低紧密联系。冷温型棉花自花期始的冠层温度持续偏低,叶绿素含量、可溶性蛋白质含量降低速度慢,过氧化物歧化酶、硝酸还原酶活性高,丙二醛的积累速度较慢,尤其在生育后期更为明显,这种特性与暖温型棉花形成了鲜明的对比,表明了冷温型棉花代谢水平高,活力较强。因而,在棉花的育种和栽培实

践中可以借鉴冠层温度的高低来评价育种材料的生理代谢性状。

参考文献:

[1] 张嵩午. 小麦温型现象[J]. 应用生态学报, 1997, 8(5): 471~474.

[2] Garrity D P O, Toole J C. Selection for reproductive stage drought avoidance in rice using infrared thermometry[J]. Agronomy Journal, 1995, 87: 773~779.

[3] Kirkham M D, Suksayrettrup K, Wassom C E, et al. Canopy temperature of drought-resistance and drought sensitive genotypes of maize[J]. Maydica, 1984, 24: 287~303.

[4] Ranalli P, Candilo M Di, Bagatta M, et al. Drought tolerance screening for potato improvement[J]. Plant Breeding, 1997, 116(3): 290~292.

[5] 张嵩午, 张 宾, 王长发. 不同基因型小麦与绿豆冠层冷温现象研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(1): 45~48.

[6] 张嵩午. 小麦群体的第二热源及其增温效应[J]. 生态学杂志, 1990, 9(2): 1~6.

[7] 张嵩午, 王长发. K 型杂交小麦 901 的冷温特征[J]. 中国农业科学, 1999, 32(2): 47~52.

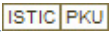
[8] 张嵩午, 王长发. 冷型小麦及其生物学特性[J]. 作物学报, 1999, 25(5): 608~615.

[9] 王长发, 张嵩午. 冷型小麦表现性状研究[J]. 西北农业学报, 2001, 10(1): 79~83.

[10] 刘党校, 王长发, 冯佰利. 冷型小麦研究进展[J]. 西北农业学报, 2004, 13(1): 109~113.

[11] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 世界图书出版社, 2000.

[12] 李文才, 林振武, 汤玉玮. 棉花不同品种的硝酸还原酶活力[J]. 作物学报, 1986, 12(2): 95~100.

作者：[韩磊](#)，[王长发](#)，[王建](#)，[李玉叶](#)，[周新丽](#)，[HAN Lei](#)，[WANG Chang-fa](#)，[WANG Jian](#)，[LI Yu-ye](#)，[ZHOU Xin-li](#)
作者单位：[西北农林科技大学, 陕西杨凌, 712100](#)
刊名：[西北农业学报](#) 
英文刊名：[ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OCIDENTALIS SINICA](#)
年，卷(期)：2007, 16(3)
被引用次数：13次

参考文献(12条)

1. [张嵩午](#) [小麦温型现象](#) 1997(05)
2. [Garrity D P O](#); [Toole J C](#) [Selection for reproductive stage drought avoidance in rice using infrared thermometry](#) 1995
3. [Kirkham M D](#); [Suksayretrup K](#); [Wassom C E](#) [Canopy temperature of drought-resistance and drought sensitive genotypes of maize](#) 1984
4. [Ranalli P](#); [Candilo M di](#); [Bagatta M](#); [Di Candilo M](#) [Drought tolerance screening for potato improvement](#). [外文期刊] 1997(3)
5. [张嵩午](#), [张宾](#), [冯佰利](#), [王长发](#), [高小丽](#) [不同基因型小麦与绿豆冠层冷温现象研究](#)[期刊论文]-[中国生态农业学报](#) 2006(1)
6. [张嵩午](#) [小麦群体的第二热源及其增温效应](#) 1990(02)
7. [张嵩午](#), [王长发](#) [K型杂交小麦901的冷温特征](#)[期刊论文]-[中国农业科学](#) 1999(2)
8. [张嵩午](#), [王长发](#) [冷型小麦及其生物学特征](#)[期刊论文]-[作物学报](#) 1999(5)
9. [王长发](#), [张嵩午](#), [刘正辉](#), [史新立](#) [冷型小麦表观性状研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2001(1)
10. [刘党校](#), [王长发](#), [冯佰利](#), [苗芳](#), [郝彦彬](#) [冷型小麦研究进展](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2004(1)
11. [高俊凤](#) [植物生理学实验技术](#) 2000
12. [李文才](#), [林振武](#), [汤玉玮](#) [硝酸还原酶的研究 VII. 棉花不同品种的硝酸还原酶活力](#)[期刊论文]-[作物学报](#) 1986(2)

引证文献(13条)

1. [余海兵](#), [王金顺](#), [任向东](#), [吴丽伟](#), [刘正](#) [施肥和行距配置对糯玉米群体冠层内微环境及群体干物质积累量的影响](#)[期刊论文]-[中国生态农业学报](#) 2013(05)
2. [张静春](#), [邢亮](#), [贾久兴](#), [刘永祥](#), [王德宝](#), [张颖](#), [马振广](#), [王长发](#) [不同温度型大豆冠层特性与产量性状研究](#)[期刊论文]-[陕西农业科学](#) 2011(01)
3. [李云](#), [高小丽](#), [马淑蓉](#), [冯佰利](#), [高金锋](#), [王鹏科](#) [不同产量水平绿豆品种冠层温度分异现象及其光合性能](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2013(04)
4. [赵晓彤](#), [韩亚东](#), [高继平](#), [陈佳](#), [孔宪巍](#), [张文忠](#) [水稻穗分化期不同土壤水势叶温及生理性状变化](#)[期刊论文]-[湖北农业科学](#) 2011(01)
5. [高继平](#), [韩亚东](#), [王晓通](#), [赵晓彤](#), [马作斌](#), [徐海](#), [张文忠](#) [水稻齐穗期冠层温度分异及其相关特性的研究](#)[期刊论文]-[沈阳农业大学学报](#) 2011(04)
6. [邓强辉](#), [潘晓华](#), [石庆华](#) [作物冠层温度的研究进展](#)[期刊论文]-[生态学杂志](#) 2009(06)
7. [王一](#), [王长发](#), [邹燕](#), [武国柱](#) [豌豆冠层温度分异现象及其生理特性](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009(04)

8. [高东, 何霞红, 朱有勇](#) [农业生物多样性持续控制有害生物的机理研究进展](#)[期刊论文]-[植物生态学报](#) 2010(09)
9. [骆雪姣](#) [棉花不同密度效应研究](#)[学位论文]硕士 2010
10. [胡单, 王长发](#) [大麦冠层温度及其与光合性能的关联](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2011(02)
11. [YANG Guo-zheng, LUO Xue-jiao, NIE Yi-chun, ZHANG Xian-long](#) [Effects of Plant Density on Yield and Canopy Micro Environment in Hybrid Cotton](#)[期刊论文]-[农业科学学报（英文版）](#) 2014(10)
12. [于春阳, 王长发, 邵晓蕾](#) [冷型花生光合生理特性研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2010(05)
13. [任学敏](#) [花生冠层温度及其生理特性研究](#)[学位论文]硕士 2008

引用本文格式: [韩磊, 王长发, 王建, 李玉叶, 周新丽, HAN Lei, WANG Chang-fa, WANG Jian, LI Yu-ye, ZHOU Xin-li](#) [棉花冠层温度分异现象及其生理特性的研究](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2007(3)