

不同基因型大豆冠层冷温现象的研究

李永平^a,王长发^a,赵 丽^b,秦晓威^a,任学敏^a

(西北农林科技大学 a 农学院, b 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 为了解不同基因型大豆冠层冷温现象,应用红外测温仪对大豆冠层温度进行了长期观测,并测定了大豆生育期的蒸腾速率和净光合速率,以及大豆主茎功能叶片的可溶性蛋白质、丙二醛含量。结果表明,不同基因型大豆品种冠层温度存在着明显的分异现象,其中 NF58 与秦豆 8 号(对照)的冠层温差最高值为 - 1.47,最低值为 - 0.02,均低于基准线(0 线,下同),为冷型大豆;94101 与秦豆 8 号(对照)的冠层温差最高值为 1.48,最低值为 0.02,均高于基准线,属暖型大豆,且冷型大豆 NF58 具有较强的生理活性,表现在叶片功能期较长,蒸腾速率和净光合速率较高,蛋白质含量较高,丙二醛(MDA)含量较低,说明在大豆品种选育中以冷温材料为亲本或在育种中以冷温作为目标性状之一值得重视。

[关键词] 大豆;冠层温度;功能叶片;生物学性状

[中图分类号] S565.101

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)11-0080-04

Low temperature phenomena of soybean of different genotype

LI Yong-ping^a, WANG Chang-fa^a, ZHAO-Li^b, QIN Xiao-wei^a, REN Xue-min^a

(a College of Agronomy, b College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract : In order to find out low temperature phenomena of soybean of different genotype, the infra-red radiation thermometer was used to observe the soybean's canopy temperatures for a long time, at the same time, transpiration rate, net photosynthetic rates and soluble protein content, MDA content of the functional leaves of soybean caulis in periods of duration were surveyed. The results showed that the canopy temperature of different genotype soybean showed obviously different phenomena, the highest canopy temperature contrast between NF58 and the CK Qindou 8 was - 1.47, the lowest value was - 0.02, and both were under the datum line (0 line, the next is the same), so NF58 was cold soybean; the highest canopy temperature contrast between 94101 and the CK Qindou 8 was 1.48, the lowest value was 0.02, and both were over the datum line, so 94101 was warm soybean. Cold soybean had an upper physiological activity, its leaves function period was longer, transpiration rate, net photosynthetic rates and protein content were higher and MDA content was lower. These illustrated cold temperature materials as parentage in soybean breeds selection and breeding or as one of targeting traits in breeding program should be valued.

Key words : soybean; canopy temperature; function leaves; biological traits

自 20 世纪 80 年代以来,天气日益变暖,致使夏季超过 35 的日数增加,这对不耐热的作物产生高

温危害,如大豆就是受害作物之一。据观测,黄淮流域立夏至处暑 70 % 的日数地表温度都超过 40 以

[收稿日期] 2006-11-02

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30370859)

[作者简介] 李永平(1979-),男,内蒙古集宁人,在读博士,主要从事作物生理生态研究。E-mail:liyongping791003@yahoo.com

[通讯作者] 王长发(1967-),男,河北南宫人,副教授,博士,主要从事作物种质资源与生态生理研究。

E-mail:wangchangfa@163.com

上,极端高温可达 60℃ 以上。该大豆产区各生育期的最适宜温度分别为:播种出苗期 22~26℃,出苗至开花 25~28℃,开花至成熟期 20~25℃,这就使得播种至开花与结荚期的气温偏高,夏季最高温度超过 35℃ 的日数常年至少为 20~25 d,对大豆生育极为不利^[1]。为缓解上述高温因素的影响,除采用一些农业技术措施外,能否在同一地点,完全相同的天气、土壤、栽培条件下,寻找一种大豆品种群体,其本身具有较强的调温能力,能使局地环境和株体本身温度降低,从而创造出一种相对独立的、有利于籽粒充实的温度氛围,明显减弱高温天气的不利影响,以便尽可能的提高大豆产量,成为亟待解决的问题。

近年来,由于先进的红外测温技术的应用,国内外学者陆续在禾本科、茄科等一些植物上发现了冠层温度差异现象,并研究了其与一些重要生物学性状的关系^[2-6]。在国内,张嵩午等^[7-9]、冯佰利等^[10-11]利用红外测温技术,研究了不同基因型小麦冠层温度(株温)的差异及其一些重要生物学性状;在国外,Rashid 等^[12]和 Reynold 等^[13]利用远红外技术测定植株冠层温度,以监测植株对缺水的反应。在 20 世纪 70 年代,美国内布拉斯加州大学农业气象研究室曾研究了大豆叶片和冠层温度之间的关系,由于当时科学仪器的限制,未能全面、准确地进行测量^[14]。目前,对豆科作物冠层温度的系统研究尚未见报道。为此,本研究应用红外测温仪,对大豆冠层温度进行了长期观测,并对参试大豆从结荚期到成熟期的蒸腾速率和净光合速率,以及主茎功能叶片的可溶性蛋白质、丙二醛含量进行了分析,以期揭示大豆冠层温度分异规律与内部生理特征的关系,为冷型大豆的选育和栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

大豆品种:冀 NF58(简称 NF58),由河北省农林科学院粮油作物研究所选育,属亚有限结荚习性;秦豆 8 号,由陕西省大荔县许庄陕西省农垦科研中心选育,属亚有限结荚习性;94101,属亚有限结荚习性,来源不详。

仪器:TELA TEMP Model AC-42 红外测温仪。

1.2 试验设计

试验于 2004~2006 年在渭河谷地头道塬的西北农林科技大学农作一站进行,该地区属暖温带半湿润气候。试验地前作休闲,肥力达到当地中上等水平。试验采用随机区组设计,每小区 6 行,行长

3.0 m,行距 0.5 m,株距 0.10 m,每行播 31 粒,重复 3 次。每年 4 月下旬人工开沟带尺点播,保护行品种为秦豆 8 号。按当地品种比较试验要求进行田间管理。

1.3 观测记载

1.3.1 冠层温度的测定 从结荚初期到成熟期,于晴天午后(13:00~15:00)用 TELA TEMP Model AC-42 红外测温仪测定冠层温度。红外测温仪视场角为 3°,光谱通带为 8~14 μm,辐射系数 0.95。观测时,探棒倾角约 30°,感应头距冠层顶部约 20 cm,选择群体生长均匀一致且有代表性的部位为测点,细心避开裸土,为确保测定结果的可靠性,对每个品种重复 3 次进行往返观测,以其平均值作为当日观测值。

1.3.2 叶片功能期的测定 叶片功能期的观测是在每小区选定 4 株具有代表性的植株挂牌标记,从大豆结荚期开始逐日统计每小区 4 株大豆所有叶片的绿叶数,然后对每株大豆所有绿叶数求其加权平均数。

1.3.3 生理指标的测定 从 2006-07-21 开始,每隔 10 d(除雨天顺延外),于晴天上午 9:00~10:30,采用美国 LFCOR 公司产 LF6400 型便携式光合测定仪测定蒸腾速率和净光合速率,同时,取大豆主茎功能叶片测定可溶性蛋白质含量、丙二醛含量,直到灌浆结束,重复 6 次。可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[15],丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[15]。

1.4 统计分析

试验数据管理和统计分析应用大型分析软件 SAS 8.01 完成。

2 结果与分析

2.1 大豆的冷温现象

在任一农业生态地区,气候背景、土壤条件、栽培措施完全相同的一个小尺度范围内,以当地生产上长期的骨干品种为对照,在整个灌浆成熟期,冠层温度与对照品种相当或持续偏低的大豆称为冷型大豆;在整个灌浆成熟期,冠层温度与对照品种相比持续偏高的大豆称为暖型大豆;在整个灌浆成熟期,冠层温度不够稳定,富于变化,具有高低波动的大豆称为中间型大豆。本研究以秦豆 8 号为基准,将 2004~2006 年不同基因型大豆冠层温度观测的平均值绘制灌浆成熟期冠层温度依日序变化图,见图 1,绘图时,每相邻 2 次观测值均代表相隔 3 d 观测

值的平均值。

由图 1 可见,不同基因型大豆品种冠层温度存在明显分异现象。NF58 与秦豆 8 号(对照)的冠层温差最高值为 -1.47 ,最低值为 -0.02 ,均低于基准线(0 线,下同),表明温度持续偏低,完全符合冷型材料的定义,说明该品种为冷型大豆;而 94101 与秦豆 8 号(对照)的冠层温差最高值为 1.48 ,最低值为 0.02 ,均高于基准线,表明温度持续偏高,为明显暖型材料,说明该品种为暖型大豆。

2.2 不同基因型大豆叶片功能期的变化

叶片功能期指结荚期 - 叶片枯亡日数与结荚期 - 籽粒成熟期日数的比值(相对值),它从一个侧

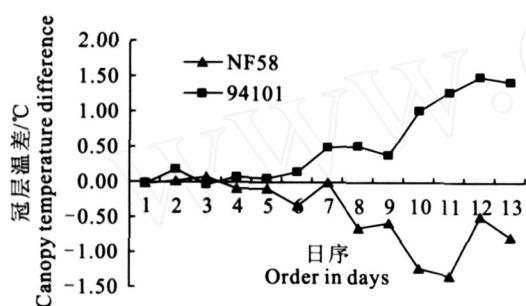


图 1 不同基因型大豆冠层温度的变化

Fig. 1 Change of canopy temperature of different soybean genotypes

2.3 不同基因型大豆叶片蒸腾速率、净光合速率的变化

由图 3 可以看出,不同基因型大豆叶片的蒸腾速率随生育期的推移,呈先升高后降低的趋势,但增加和降低有显著差异。NF58 叶片的蒸腾速率从结

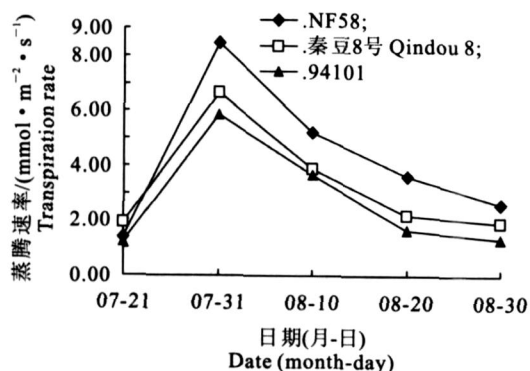


图 3 不同基因型大豆叶片蒸腾速率的变化

Fig. 3 Change of transpiration rate of different soybean genotypes

由图 4 可以看出,不同基因型大豆叶片净光合

面反映了结实期叶片的活力^[16-17]。在气候、土壤背景等完全一致的条件下,叶片绿色面积消退越缓慢、枯萎且脱落得越晚,即功能期越长,为籽粒灌浆提供的同化物质就越丰富。

由图 2 可以看出,在距离成熟期 30 d 左右, NF58 和 94101 叶片功能期下降趋势几乎接近,随着成熟期的推进, NF58、秦豆 8 号和 94101 的叶片功能期均下降,但 NF58 叶片衰老脱落的速度较缓慢,功能期长,而 94101 叶片衰老较快,尤其距离成熟期越近衰老越快,对照秦豆 8 号下降速度一直处于二者之间。

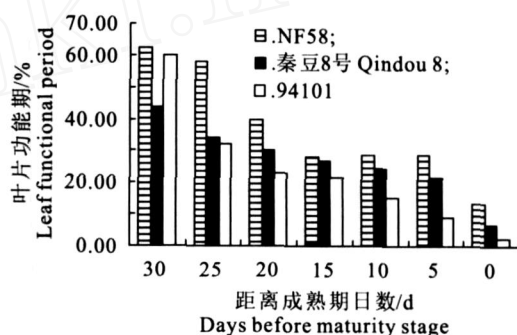


图 2 不同基因型大豆叶片功能期的变化

Fig. 2 Leaf functional periods of different soybean genotypes

荚初期至成熟期都较 94101 强,尤其是在衰老过程中始终保持较高的呼吸速率;而对照品种秦豆 8 号叶片的蒸腾速率一直处于中间,这与叶片功能期的变化相一致。

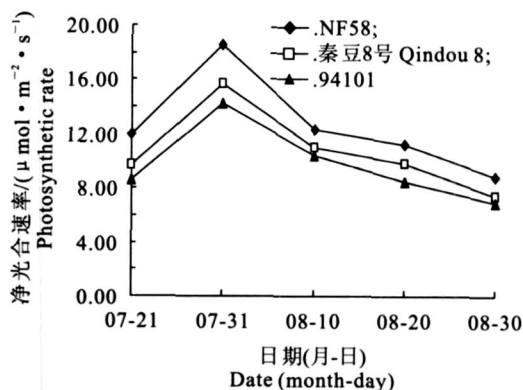


图 4 不同基因型大豆叶片净光合速率的变化

Fig. 4 Change of net photosynthetic rates of different soybean genotypes

速率的变化趋势与蒸腾速率基本相同,呈先升高后

降低的趋势。不论是上升还是下降,NF58 叶片的净光合速率都较 94101 强,特别是在下降过程中,不同基因型大豆虽都在下降,但 NF58 较 94101 慢,随着成熟期的临近差异更为明显。

2.4 不同基因型大豆叶片可溶性蛋白质和丙二醛(MDA)含量的变化

由图 5 可以看出,在整个生殖生长期,NF58 可溶性蛋白质含量明显高于 94101,尤其是在成熟

后期,94101 可溶性蛋白质含量下降较快,而 NF58 下降缓慢,表现较稳定,这和上述不同基因型大豆叶片蒸腾速率、净光合速率的变化趋势相一致。

由图 6 可以看出,不同基因型大豆叶片 MDA 含量随生育期的推移呈明显上升趋势,但增加快慢有显著差异,NF58 衰老速度缓慢,积累量较少;而 94101 衰老速度较快,积累量大,这和上述不同基因型大豆叶片蛋白质含量的变化趋势相反。

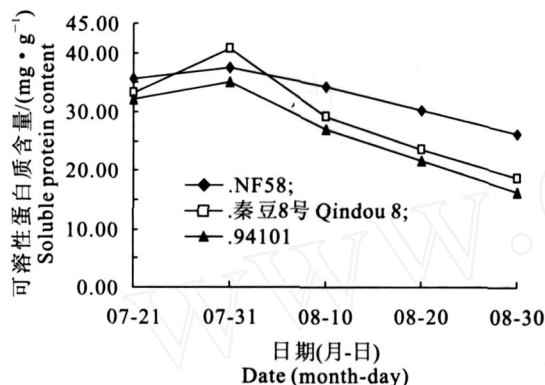


图 5 不同基因型大豆叶片可溶性蛋白质含量的变化

Fig. 5 Change of soluble protein content of different soybean genotypes

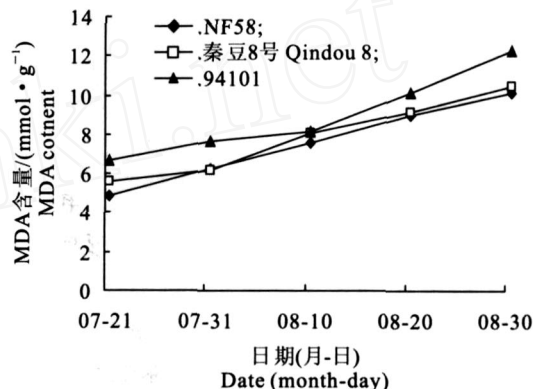


图 6 不同基因型大豆叶片丙二醛(MDA)含量的变化

Fig. 6 Change of MDA content of different soybean genotypes

3 讨 论

本研究结果表明,不同基因型大豆品种冠层温度存在明显分异现象,NF58 冠层温度差基本上位于基准线以下,完全符合冷型材料的定义,为冷型大豆;而 94101 冠层温度差全部位于基准线以上,为明显暖型大豆,且冷型大豆 NF58 具有较强的生理活性,表现在叶片功能期较长,蒸腾速率和净光合速率较强,可溶性蛋白质含量较高,丙二醛(MDA)含量较低等,这说明在大豆品种选育中以冷温材料为亲本,或在育种中以冷温作为目标性状之一值得重视。

引起冠层温度冷暖现象的因素较为复杂,主要涉及大豆群体地面对冠层的辐射作用以及植株本身的蒸腾状态,其中叶片蒸腾速率的大小及持续时间是主要原因。在蒸腾速率方面:冷型大豆 NF58 从开花 - 成熟期功能叶片蒸腾速率平均值为 $4.26 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,而暖型大豆 94101 仅为 $2.75 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,由于不同大豆品种叶片蒸腾速率不同,从叶片表面带走水分的量也就不尽相同,导致蒸腾作用的降温效应不同,故在相同的时间范围内蒸腾速率大的大豆品种冠层温度偏低,而蒸腾速率小

的大豆品种冠层温度偏高。在地面辐射方面,冷型大豆材料蒸腾速率高于暖型大豆材料,使作物层净辐射能量消耗于农田蒸散的能量较多,而用于加热空气、土壤和植株本身的能量较少,这就使冷型材料和暖型材料冠层内热量分配出现明显差异,冷型大豆群体地面温度偏低,放射长波辐射的能力较弱,对冠层的加热作用不强,且本身的蒸腾较为旺盛,带走的热量较多,导致冠层温度偏低,而暖型大豆与此相反,因而,大豆冠层温度的不同是环境生态条件和大豆本身生物学特性有机结合的产物^[18-20]。因而冠层温度的高低是代谢水平的综合反映。另外,引起冠层温度冷暖现象除上述原因外,是否与植株本身的活力、株高、株型、叶型、叶色、分枝数、叶面积大小等有关,还有待于进一步研究。

[参考文献]

- [1] 仇锦生. 高温对大豆生产的影响[J]. 大豆通报, 2003(1): 12-13.
- [2] 王长发, 张嵩午. 冷型小麦旗叶衰老和活性氧代谢特性研究[J]. 西北植物学报, 2000, 20(5): 727-732.

(下转第 89 页)

- reaction based method for rapid and specific detection of spoilage *Alicyclobacillus* spp. in apple juice[J]. Letters in Applied Microbiology, 2004, 39: 376-382.
- [8] Paterson Z, Kozakiewicz J, Locke T. Novel use of the isopoxydon dehydrogenase gene probe of the patulin metabolic pathway and chromatography to test penicillia isolated from apple production systems for the potential to contaminate apple juice with patulin[J]. Food Microbiology, 2003, 20: 359-364.
- [9] Lars H P, Pernille S, Marianne B. Detection of *Penicillium* species in complex food samples using the polymerase chain reaction[J]. International Journal of Food Microbiology, 1997, 35: 169-177.
- [10] Belen P, Amaia G. PCR detection assays for the ochratoxin-producing *Aspergillus carbonarius* and *Aspergillus ochraceus* species[J]. International Journal of Food Microbiology, 2005, 104: 207-214.
- [11] Ceniz J L. Rapid extraction of fungal DNA for PCR amplification[J]. Nucleic Acids Research, 1992, 20: 2380-2381.
- [12] Patrick M, Thirunavukkarasu A, Kumar V. Detection of *Penicillium expansum* by polymerase chain reaction[J]. International Journal of Food Microbiology, 2003, 89: 139-144.

(上接第 83 页)

- [3] 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.
- [4] Blum A, Mayer J, Gozlan G. Infrared thermal sensing of plant canopies as a screening technique for dehydration avoidance in wheat[J]. Field Crops Research, 1982, 5: 137-146.
- [5] Fischer R A, Rees D, Sayre K D, et al. Wheat yield progress associated with higher stomata conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies[J]. Crop Science, 1998, 38(6): 1467-1475.
- [6] Reynolds M P, Singh R P, Abraham A, et al. Evaluating physiological traits to complement empirical-selection for wheat in warm environments[J]. Developments in Plant Breeding, 1997, 6: 143-152.
- [7] 张嵩午. 小麦温型现象[J]. 应用生态学报, 1997, 8(5): 471-474.
- [8] 张嵩午, 王长发. K 型杂种小麦 901 的冷温特征[J]. 中国农业科学, 1999, 32(2): 47-52.
- [9] 张嵩午, 王长发. 冷型小麦及其生物学特征[J]. 作物学报, 1999, 25(5): 608-615.
- [10] 冯佰利, 王长发, 苗芳, 等. 抗旱小麦的冷温特征[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(2): 6-10.
- [11] 冯佰利, 王长发, 苗芳, 等. 干旱条件下冷型小麦气体交换特性研究[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(4): 48-51.
- [12] Rashid A, Tark J C, An V A, et al. Use of canopy temperature measure mints as a screening tool for rough tolerance in spring wheat[J]. Journal of Agronomy and Crop Science, 1999, 182(4): 231-237.
- [13] Reynolds M P, Fischer R A, Balota M, et al. Physiological and morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions[J]. Australian Journal of Plant Physiology (Australia), 1994, 21(6): 717-730.
- [14] 张嵩午, 苗芳, 王长发. 小麦低温种质及其叶片的光合性能和结构特征[J]. 自然科学进展, 2004, 14(2): 179-184.
- [15] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 137-138; 196-197.
- [16] 张嵩午, 王长发. 小麦潜在库容研究[J]. 西北农业学报, 1999, 8(2): 16-19.
- [17] 许秀娟, 张嵩午. 冷型小麦灌浆期农田热量分配状况初探[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(4): 40-43.
- [18] Smith R C G, 王文学. 小麦产量与叶温的关系[J]. 气象科技, 1985, 36(2): 129-143.
- [19] 张嵩午, 王长发, 冯佰利, 等. 冷型小麦对干旱和阴雨的双重适应性[J]. 生态学报, 2004, 24(4): 680-685.
- [20] 张嵩午, 王长发, 冯佰利, 等. 灾害性天气下小麦低温种质的性状表现[J]. 自然科学进展, 2001, 11(10): 1068-1075.