不同温型小麦叶片气体交换特性研究

周春菊[1] 张嵩午[2] 王林权[3] 王长发[4]
(1西北农业大学实验中心, 2基础科学系, 3资源与环境科学系, 4农学系, 陕西杨凌 712100)

摘 要 通过多年田间试验,系统研究和分析了不同温型小麦叶片的气体交换等生理学特性。结果表明,不同温型小麦品种抽穗后叶片的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度等生理特性表现出较明显的差异。其中冷型小麦品种的旗叶、倒二叶和倒三叶的平均净光合速率比暖型小麦品种分别高 27.63%,40.12%和 70.70%,平均蒸腾速率分别高 21.01%,31.54%及 26.50%,平均气孔导度分别高 21.09%,33.00%及 19.38%.

关键词 温型小麦,净光合速率,蒸腾速率,气孔导度
分类号 S512.101

小麦冠层上部三片叶——旗叶、倒二叶、倒三叶是光合产物的主要源[1],小麦抽穗后冠层上部叶片的光合性能强弱决定籽粒灌浆物质的生产和粒重的高低[2],研究冠层上部叶片的光合性能具有重要的意义。在气候、土壤、栽培措施完全一致的一个小尺度范围内,不同小麦品种的冠层温度有明显差异,根据冠层温度高低,将灌浆结实期冠层温度持续较低的小麦称之为冷型小麦;相反,较高的称之为暖型小麦。冷型小麦和暖型小麦的内、外性状有较大差异[3]。本研究选择了几种有代表性的冷型小麦和暖型小麦,测定了其抽穗后各功能叶片的光合作用、蒸腾作用、气孔导度、叶温等指标,以期进一步探讨不同温型小麦叶片气体交换特性的差异。

1 材料与方法

试验自 1993年起,现以 1996~1997年的试验为例。试验地设在西北农业大学农作一站,供试品种为 6个不同温型的冬小麦品种,其中陕 229,8329和小偃 6号为冷型小麦,NR9405,9430-5和偃师 9号为暖型小麦。试验随机区组排列,重复 4次,小区 7行,行长 2.0 m,行距 0.25 m,株距 0.03 m.于 10月上旬开沟带尺点播,播前按过磷酸钙 750 kg/hm^2,尿素 3 000 kg/hm^2,二铵 150 kg/hm^{2}标准施底肥;1997年 1月 1日冬灌 1次,并追施尿素 105 kg/hm^2.试验期间按品种比较试验要求管理。上三叶片的净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Cs)等均采用美国 LI-COR公司生产的 LI-6200便携式光合作用系统同步测定,测定时间从 1997年 4月 28日开始,除了下雨天顺延以外,每隔 1周定期测定 1次,直到灌浆结束。时间在每天上午 9:00~10:30,各部位叶片取样重复 6次。

2 结果与分析

2.1 不同温型小麦叶片的净光合速率

一般认为,小麦籽粒物质的 80%以上来自花后的光合产物。作物生长后期功能叶光

收稿日期 1998-03-17
课题来源 国家自然科学基金资助项目,39570411
作者简介 周春菊,女,1965年生,助理研究员,硕士

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

合作用的大小和时间的长短,直接影响到作物光合产物的积累,对产量形成有决定性作用[4,5]。下面就三片主要功能叶的光合作用进行讨论。

2.1.1 旗叶的净光合速率 小麦旗叶是小麦生长后期,即籽粒灌浆期的主要功能器官,对小麦产量贡献最大[2]。由图 1A可以看出,在抽穗期(4月 28日),冷型小麦旗叶叶片的净光合速率比暖型小麦略高,平均为 15.18%,开花期(5月 6日)即籽粒形成期,冷型小麦比暖型小麦平均高 20.75%.但到灌浆初期(5月 13日),两种温型小麦旗叶的净光合速率基本相同。灌浆中期(5月 20日),冷型小麦品种的旗叶净光合速率与灌浆初期相近,保持平稳,而暖型小麦品种则呈下降趋势,冷型小麦比暖型小麦平均高 32.31%;到灌浆后期,两种温型小麦尽管都呈下降趋势,但冷型小麦品种旗叶净光合速率显著高于暖型小麦,平均高 296.70%,充分显示出冷型小麦后劲足的特点。

2.1.2 倒二叶的净光合速率 据研究,小麦产量的 2/3~ 4/5来自抽穗以后的光合产物,在后期籽粒增重中发挥作用最大的是旗叶和旗下叶,因而防止上层叶片早衰,延长其功能期对小麦产量有重要意义[6]。小麦生育后期,除旗叶、穗、芒以外,倒二叶、倒三叶对粒重也有较大作用,其功能期长短对最终产量也很重要[7]。

由图 1B可以看出,在抽穗期,倒二叶的净光合速率两种温型小麦差异不大;开花后,冷型小麦品种比暖型小麦平均高 24.23%.到灌浆初期,冷型小麦品种比暖型小麦高 18.55%;灌浆中后期,冷型小麦比暖型小麦净光合速率分别高 104.25%和 957.13%.说明暖型小麦的倒二叶比冷型小麦衰老快。

2.1.3 倒三叶的净光合速率 在不同生育时期,冷型小麦品种倒三叶比暖型小麦都有较高的光合速率,愈到生育后差异愈大。到了灌浆末期(5月 27日),暖型小麦的倒三叶已经干枯,光合作用完全停止,而冷型小麦品种的倒三叶仍然具有一定的光合能力,衰老速度比暖型小麦慢。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

总的来看,冷型小麦品种与暖型小麦品种三片功能叶的差异都是愈到生育后期表现愈明显。因此,与暖型小麦相比,冷型小麦不仅生理“源”的作用期长,而且叶源量[8]较大,有利于促进籽粒的生长发育和灌浆,具有较大的高产潜力。

2.2　不同温型小麦叶片的蒸腾速率

蒸腾是植物体散失水分的一个重要方式,不但能促进植物体内水分的传导,且能把矿质盐随水流从根运至植物上部。另外,蒸腾时 CO_2 分子会由气孔反向进入植物体内,从而对光合速率产生重要影响。因而,植物的蒸腾作用历来受到人们的重视。

2.2.1　旗叶的蒸腾速率　由图 2A可以看出,在小麦抽穗期和开花期,冷型小麦和暖型小麦的旗叶蒸腾速率差异不大;但到灌浆期,随着生育期的后延,冷型小麦与暖型小麦旗叶的蒸腾速率差异加大,前者三个生育期平均比后者分别高 10.49%,39.34%和 165.48%.

2.2.2　倒二叶的蒸腾速率　从图 2B中可以看出,在抽穗期两种温型小麦倒二叶的蒸腾速率差异不大;开花后,各生育期冷型小麦品种比暖型小麦的蒸腾速率分别高 19.02%,13.34%,228.57%和 241.38%.

2.2.3　倒三叶的蒸腾速率　抽穗期两种温型小麦倒三叶的蒸腾速率基本相近,开花期冷型小麦比暖型小麦高 62.62%,到灌浆初期,冷型小麦稍高于暖型小麦,但到灌浆后期,暖型小麦叶片已经干枯,蒸腾作用完全停止,而冷型小麦仍有一定的蒸腾作用,与光合生理代谢相适应。

比较三片功能叶的蒸腾速率表明,冷型小麦与暖型小麦的倒二叶差异最大,倒三叶和旗叶次之。从生育期看,三片功能叶也表现为灌浆中后期差异最为明显。进一步说明冷型小麦比暖型小麦水分代谢旺盛,灌浆结实期叶片衰老较慢,提高了叶片的生理功能。蒸腾是植物体散势降温的一种机制,与蒸腾速率相对应,冷型小麦的叶温低于暖型小麦,灌浆中后期差异明显。三片功能叶趋势一致,由此进一步验证了几个冷型小麦品种和几个暖型小麦品种冠层温度的差异。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w

2.3 不同温型小麦叶片的气孔导度

气孔是 CO_2 进入和水分外出的主要门户。气孔开度大小既影响叶片的光合速率,也左右着蒸腾速率[9]。而气孔开度的大小一般用气孔导度来表示。

从不同温型小麦叶片的气孔导度来看(表 1),除倒三叶在灌浆初期的差异不及开花期外,三片功能叶都表现为随着生育期的后延,冷型小麦的气孔导度比暖型小麦增高越多的趋势,与光合速率、蒸腾速率的趋势基本一致。为了鉴别气孔导度与光合、蒸腾的关系,对其进行了相关分析,结果表明净光合速率与气孔导度之间的相关不显著,这与前人的研究结果[10]一致。而蒸腾速率与气孔导度之间存在极显著的正相关,三片叶的相关系数分别为 0.868 9**,0.881 6**和 0.921 0**。由此可认为,冷型小麦与暖型小麦之间净光合速率的差异,除了气孔因素外,可能是由于后期与生化过程有关的叶肉因素(如 RuBP羧化酶的活性,RuBP的再生能力)、遗传因素等非气孔因素所致(由于各个品种的生育期最多只差 1~2 d,因此可排除生育期不同的影响),值得进一步研究。但冷型小麦可能是气孔因素及非气孔因素都较优的品种。冠层叶片的蒸腾速率与气孔导度有关,而蒸腾速率是造成冠层温度差异的一个重要原因,所以冷型小麦冠层温度低与气孔导度高有着不可分割的必然联系。

表 1 不同温型小麦叶片的气孔导度 $cm^{\circ}\ s^{-1}$

叶 片	品 种	日期/日·月⁻¹					平均
		28/4	6/5	13/5	20/5	27/5	
旗 叶	冷型小麦	1.242	1.106 0	2.875	0.843 5	0.622 5	1.338 0
	暖型小麦	1.288	0.997 2	0.524	0.527 7	0.190 4	1.105 0
倒二叶	冷型小麦	1.038	0.934 3	2.890	0.393 4	0.266 5	1.104 0
	暖型小麦	1.082	0.762 3	2.152	0.127 7	0.062 4	0.830 1
倒三叶	冷型小麦	0.742	0.594 0	2.117	0.070 3	0.048 5	0.714 4
	暖型小麦	0.794	0.337 0	1.828	0.033 2	0.000 0	0.598 4

注:气孔导度为 3个小麦品种的平均值。

3 讨 论

冬小麦早衰现象是生产中亟待解决的重要问题之一。发生在开花后的衰老过程,导致冠层光合速率从开花时的最大值转为下降,而这段时间的籽粒发育经历了胚乳细胞分化的籽粒形成期和胚乳细胞充实的灌浆期,延迟衰老有利于胚乳细胞的分化和充实,提高粒重[11]。衰老是生物界存在的普遍现象,但认识衰老的原因,推迟衰老开始日期,延缓衰老进程,防止早衰(非正常衰老)的发生,对于提高农作物产量具有重要意义。刘道宏[12]指出,了解成熟期叶片寿命发生的原因、生理生化变化及作用机制,对于人为地延缓小麦叶片衰老,提高小麦产量具有一定的作用。从本试验的结果看,不同温型小麦的代谢功能、光合特性有较大差异。冷型小麦具有叶片功能期延长,小麦叶片衰老缓慢、代谢旺盛等特征。因而进一步研究不同温型小麦的代谢机理,加强冷型小麦选育,具有重要的现实意义。

参 考 文 献

1 冯朝章,余泽高.小麦冠层叶片和芒对产量因素的影响.湖北农学院学报,1994,14(1):1~6
2 李 英.底墒和氮肥对小麦抽穗后绿色叶面积参数的调控模型.西北农业学报,1994,3(1):3~8
3 张嵩午.小麦温型现象研究.应用生态学报,1997,89(5):471~474

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://w

4 李文雄.小麦衰老生理.国外农学—— 麦类作物, 1986(1): 23~ 26
5 张荣铣,方志伟.不同夜间温度对小麦旗叶光合作用和单株产量的影响.作物学报, 1994, 20(6): 710
6 山东农学院主编.作物栽培学(上册).北京: 农业出版社, 1984
7 杨兆生,许红霞,梁文科.小麦叶片、穗、芒对粒重的作用及品种间效应的研究.国外农学—— 麦类作物, 1995(4): 38 ~ 39
8 张荣铣,刘晓忠,方志伟,等.小麦叶片展开后光合固碳能力—— 叶源量的估算.中国农业科学, 1997, 30(1): 84~ 91
9 荆家海,马书尚.玉米、旱稻、豇豆、棉花叶片气体交换对水分胁迫的反应.作物学报, 1990(4): 342~ 347
10 殷毓芬,张存良,姚凤霞.冬小麦不同品种叶片光合速率与气孔导度等性状之间关系的研究.作物学报, 1995, 21(5): 561~ 567
11 于振文,岳寿松,沈成国,等.不同密度对冬小麦开花后叶片衰老和粒重的影响.作物学报, 1995, 21(4): 412~ 418
12 肖　凯,王殿武,张荣铣,等.小麦叶片衰老生理变化的研究.国外农学—— 麦类作物, 1994(1): 46~ 48

Leaf Gas Exchange Character of Different Temperature Typal Wheat

Zhou Chunju[1]　**Zhang Songwu**[2]　**Wang Linquan**[3]　**Wang Changfa**[4]

(1 *The Central Lab*, 2 *Department of Basic Science*, 3 *Department of Natural Resources and Enrionment Protection*, 4 *Department of Agronomy*, *The Northwestern Agricultural University*, *Yangling*, *Shaanxi* 712100)

Abstract　Based on perennial field experiments, leaf gas exchange character of differet temperature typal wheat was studied. The results indicated that there are clear differences of the leaf net photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance among differet temperature type wheat varieties after earing. The average of Pn, Tr and Cs of flag leaf, the second leaf and the third leaf of cool typal wheat are 27.63%, 40.12% and 70.70% for Pn; 21.01%, 31.54% and 26.50% for Tr rate; and 21.09%; 33.00% and 19.38% higher than those of warm typal wheat respectively.

Key words　wheat of temperature type, net photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance

"大蒜二次生长分类及生态生理研究"荣获省科技进步二等奖

由西北农业大学程智慧教授、陆帼一教授等完成的科研成果"大蒜二次生长分类及生态生理研究"荣获 1997年度陕西省科技进步二等奖。

大蒜二次生长是世界范围大蒜生产中普遍存在且尚未解决的一大难题,严重影响其商品产量及质量。该项目组首先从理论上提出了大蒜二次生长的科学概念、分类分级和调查研究方法体系,明确了不同类型间的相互关系及其影响。同时采用了多因子试验设计方法,明确了蒜种大小、蒜种播期、处理、种植密度及土壤水分等栽培因子与不同类型二次生长的关系;初步建立了二次生长内源激素控制机制,并通过外源激素处理验证了五大内源激素的作用,为应用植物生长调节剂防止二次生长奠定了方法和理论基础。在蒜种及植物呼吸、光合等生理及过氧化物酶、过氧化氢酶、游离氨基酸及糖等生化指标与二次生长关系方面也积累了丰富的研究资料。该项目研究所提出的综合防治大蒜二次生长措施对解决目前生产上大蒜二次生长问题有重要的实际意义。该项成果已被陕西、河南、山东、天津、河北等 7省的有关单位应用,产生了良好社会效益和一定的经济效益。经专家评议,该研究属同类研究国内领先、国际先进水平。

(罗永娟　供稿)

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://w