

穗重型小麦冠层温度及有关生物学性状的研究^{*}

庞红喜,裴阿卫,何蓓如,王 怡

(西北农林科技大学 农学院,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 对近年来我国引进和选育的穗重型小麦品种(系)的冷温特征进行了研究。结果表明,穗重型小麦除冠层温度高于对照(冷型小麦陕 299 和小偃 6 号)外,叶片输出功能期、净光合速率、旗叶叶绿素含量、蒸腾速率均低于对照;另外,穗重型小麦潜在库容量比冷型小麦大,但其饱满指数小,这是穗重型小麦实现高产潜力的重要制约因素。

[关键词] 冠层温度;穗重型小麦;冷温型特征;生物学性状

[中图分类号] S512.101

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)12-0023-05

越来越多的研究和生产实践表明^[1],在保证单位面积穗数稳定的前提下,增加每穗粒数、提高单穗粒重是实现小麦超高产的重要途径。因此,穗重型小麦(又称大穗型)品种选育,是近年来小麦超高产育种的主攻目标之一。近年来,我国先后育成或引进的穗重型小麦品种(系)的穗粒数、单穗粒重均有大幅提高,但也存在着穗数不足、籽粒不饱满、适应性脆弱等缺点^[2]。张嵩午^[3]提出冷温型小麦的新概念,对于阐述小麦穗粒重形成及其适应性具有重大意义。但迄今未见有关穗重型小麦冷温特征的研究报道,因此,本研究运用冷温型小麦理论来探讨现有各类穗重型小麦的生长发育特点,以期对穗重型小麦的选育和利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验在西北农林科技大学农作一站进行,该区属我国黄淮平原冬麦区,为暖温带半湿润气候。土壤肥力中等,耕作管理与大田生产相同。参试材料为近年来我国引入和选育的 8 个穗重型小麦品种(系),对照为冷温型小麦小偃 6 号和陕 229,共 10 个品种。试验采用双因子二裂式裂区设计,密度为主区,品种为副区,试验设 120,180,240 万株/hm² 3 个种植密度。3 次重复,分别以 , , 表示。每小区 7 行,行长 2.67 m,行距 0.25 m,株距 0.03 m,于 10 月上旬开沟带尺点播。

1.2 测定项目与方法

叶绿素含量用光谱光度分析法测定,蒸腾速率、

净光合速率用美国 LFCOR 公司制造的 LF-6400 型光合测定仪测定;小麦冠层温度的测定以晴天午后(约 14:00)各品种冠层温度差异最明显时为主,按对称法进行。所用仪器为美制 TELATEMP Model AG-42 红外测温仪,该仪器视场角为 3°,光谱带为 814 μm 波段,辐射系数为 0.95。测定方法按张嵩午等^[4]的方法进行。

2 结果与分析

2.1 穗重型小麦的冠层温度

参试材料中穗重型小麦的冠层温度从小麦扬花期开始,均高于对照冷型小麦小偃 6 号和陕 229(表 1)。随着生育期的推移,穗重型小麦与对照品种的差异逐渐增大,至蜡熟期达到最大。密度对各参试材料的冠层温度影响不完全一致,但随着密度的增加,穗重型小麦与对照品种冠层温度的差距有缩小的趋势,这与前人^[5]的研究结果一致。

2.2 穗重型小麦灌浆期各叶输出功能期

叶片同化物的输出功能若以 30%绿色叶面积为终点,则开花至终点日期的持续日数与开花至成熟日期的持续日数百分比可反映灌浆期间叶片的活力和输出功能^[3]。从表 2 可以看出,参试品种(系)各叶位的叶片功能期不同,即随叶位降低,功能期变短;穗重型小麦的叶片输出功能期普遍低于冷型小麦小偃 6 号和陕 229,且二者间的差距随叶位下降而有增大的趋势。说明穗重型小麦在籽粒灌浆的关键时期——灌浆中后期,其叶片的活力和输出功能

* [收稿日期] 2004-04-14

[作者简介] 庞红喜(1964-),男,陕西岐山人,副研究员,在职博士,主要从事作物遗传育种研究。

迅速下降 ,无法为其大库容(大穗大粒)提供良好的 之一。
叶源基础 ,这是穗重型小麦籽粒不饱满的主要原因

表 1 各参试品种灌浆成熟期间的冠层温度

Table 1 Canopy temperature of wheat during milk-filling stage

品种(系) Varieties (line)	开花期 (05-04) Blooming stage			灌浆初期 (05-13) Intital milk- filling stage			灌浆中期 (05-23) Mid milk- filling stage			灌浆末期 (05-30) Late milk- filling stage			蜡熟期 (06-05) Wax-mature stage		
小偃 6 号 Xiaoyan 6	17.2	17.3	17.8	25.2	25.4	25.1	26.1	26.5	26.3	32.7	32.1	32.5	33.1	32.8	32.3
陕 229 Shaan 229	- 0.4	- 0.3	- 1.3	- 1.0	- 1.4	- 1.3	- 0.4	- 1.3	- 0.4	- 1.3	- 0.9	- 1.5	- 1.2	- 0.8	- 0.5
84(加)79-3-1 84(Jia)79-3-1	+ 1.7	+ 1.9	+ 1.3	+ 2.3	+ 1.9	+ 2.0	+ 2.5	+ 1.6	+ 1.5	+ 2.5	+ 2.2	+ 2.1	+ 2.8	+ 2.8	+ 2.0
82(348)	+ 1.4	+ 1.1	+ 0.5	+ 1.8	+ 1.9	+ 1.6	+ 2.5	+ 1.9	+ 1.8	+ 2.6	+ 1.8	+ 1.7	+ 2.6	+ 2.5	+ 2.2
85075	+ 1.9	+ 1.0	+ 1.2	+ 2.1	+ 1.9	+ 1.2	+ 2.2	+ 2.2	+ 2.1	+ 2.7	+ 1.9	+ 1.1	+ 2.8	+ 2.0	+ 1.7
91-3-2	+ 2.4	+ 2.1	+ 1.4	+ 2.0	+ 1.5	+ 1.9	+ 2.4	+ 2.1	+ 1.8	+ 2.8	+ 2.7	+ 1.6	+ 2.6	+ 2.3	+ 2.4
76-338	+ 2.3	+ 1.9	+ 1.7	+ 2.7	+ 2.1	+ 1.7	+ 2.4	+ 2.2	+ 1.9	+ 2.7	+ 2.2	+ 1.8	+ 2.8	+ 2.6	+ 1.9
毕 893 Bi 893	+ 2.2	+ 1.8	+ 1.1	+ 2.1	+ 1.4	+ 1.3	+ 2.7	+ 1.9	+ 1.9	+ 2.8	+ 1.8	+ 1.7	+ 2.9	+ 2.0	+ 1.9
OR 4920	+ 2.1	+ 1.7	+ 1.8	+ 2.0	+ 1.1	+ 1.8	+ 2.3	+ 1.8	+ 1.9	+ 2.5	+ 1.9	+ 1.8	+ 2.4	+ 2.1	+ 2.0
86A50-37	+ 2.2	+ 1.6	+ 1.3	+ 2.5	+ 1.2	+ 1.8	+ 2.9	+ 1.4	+ 1.8	+ 2.8	+ 2.7	+ 2.0	+ 2.9	+ 2.8	+ 2.2

注 :表中数据为各材料与小偃 6 号冠层温度的差值。
Note :The data were differences between Canopy temperature of varieties and that of Xiaoyan 6.

表 2 各参试品种灌浆成熟期间各叶片的输出功能期(180 万株/ hm²)

Table 2 Output functional periods of the leaves during milk-filling completing stage of each tested variety %

叶位 Leaf position	陕 229 Shaan 229	小偃 6 号 Xiaoyan 6	84(加) 79-3-1 84(Jia) 79-3-1	82(348)	85075	91-3-2	76-338	毕 893 Bi 893	OR 4920	86A50-3
旗叶 Flag leaf	81.5	79.5	70.7	68.7	64.5	66.5	72.3	62.3	67.2	71.7
倒二叶 2nd leaf	72.5	71.6	61.9	61.5	59.4	54.6	57.5	43.2	52.1	54.3
倒三叶 3rd leaf	62.8	61.9	43.7	41.2	39.2	35.2	37.2	31.2	44.3	47.8
加权平均 Weighted average	75.1	73.6	62.7	61.0	57.9	56.6	60.8	50.4	58.1	61.7

表 3 描述了各叶位叶片从枯亡到成熟的天数 , 小麦各叶位叶片枯亡时间均比冷型小麦相应叶片提
可以看出 ,随叶位下降 ,叶片枯亡时间提前 ,穗重型 前 ,叶片功能期缩短。

表 3 各参试品种叶片枯亡距成熟的时间距(180 万株/ hm²)

Table 3 Days from the death of leaves to maturation d

叶位 Leaf position	对照 CK			穗重型小麦 High spike weight wheat						
	陕 229 Shaan 229	小偃 6 号 Xiaoyan 6	84(加) 79-3-1 84(Jia) 79-3-1	82(348)	85075	91-3-2	76-338	毕 893 Bi 893	OR 4920	86A50-37
旗叶 Flag leaf	4	5	7	8	8	9	8	7	8	7
倒二叶 2nd leaf	5	6	10	9	9	10	10	11	12	13
倒三叶 3rd leaf	8	10	15	15	14	16	13	14	15	16
加权平均 Weighted average	4.9	6.0	9.0	9.3	9.2	10.3	9.3	9.1	10.1	9.9

2.3 穗重型小麦籽粒灌浆期的净光合速率和蒸腾速率

与冷温型小麦小偃 6 号和陕 229 相比,在灌浆初期,大多数穗重型小麦的净光合速率高于对照,但从灌浆中期开始,穗重型小麦的净光合速率趋于一致地低于对照(表 4),这说明其灌浆初期由于光合产物向籽粒的转运较少,其净光合速率较高,但随着灌浆和籽粒充实过程的推进,光合产物源源不断地输送到其较大的库容,而叶片自身由于营养物质缺乏出现功能下降和早衰现象,从而导致净光合速率

的下降。除个别品种外,穗重型小麦的蒸腾速率在孕穗至灌浆初期稍高于对照品种,这与其生殖生长初期强盛的生理活动有关。到灌浆中后期,所有品种都有一个明显的下降过程,尤其是穗重型小麦下降幅度更大,在蜡熟期叶片开始干枯,蒸腾趋于停滞,而对照品种仍有一定的蒸腾强度(表 5)。这说明灌浆中后期,由于叶片早衰,穗重型小麦的蒸腾速率大幅下降,反过来难以降低叶温,从而影响了叶片的功能和光合产物输出,进而影响籽粒灌浆。

表 4 不同种植密度时参试品种灌浆成熟期间旗叶的净光合速率测定结果

Table 4 Net photosynthetic rate of the flag leaves during milk-filling stage											$\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	
品种(系) Varieties (lines)	灌浆初期 Initial-milk filling stage				灌浆中期 Mid-milk filling stage				灌浆末期 Late-milk filling stage			
	120 万株/ hm^2	180 万株/ hm^2	240 万株/ hm^2	差异显著性 Signifi- cance of difference	120 万株/ hm^2	180 万株/ hm^2	240 万株/ hm^2	差异显著性 Signifi- cance of difference	120 万株/ hm^2	180 万株/ hm^2	240 万株/ hm^2	差异显著性 Signifi- cance of difference
小偃 6 号 Xiaoyan 6	23.03	23.65	23.06	h	18.16	18.37	18.87	a	9.39	9.80	7.75	b
陕 229 Shaan 229	23.46	23.26	24.09	f	16.36	16.93	16.51	b	9.08	8.80	10.53	a
84(加) 79-3-1 84(Jia) 79-3-1	23.81	22.54	24.91	d	15.64	14.81	13.81	g	8.36	7.46	6.96	e
82(348)	22.88	22.81	22.38	i	16.21	15.31	13.83	d	8.48	6.74	5.99	h
85075	24.28	24.95	23.89	b	16.47	15.81	15.78	c	8.56	9.04	8.50	c
91-3-2	25.88	24.53	23.84	a	15.37	14.40	15.23	e	8.43	6.69	6.56	f
76-338	23.42	22.26	24.68	g	13.59	13.20	10.82	i	5.77	4.65	4.63	i
毕 893 Bi 893	24.59	22.66	23.84	e	13.84	12.16	11.56	j	7.42	7.07	7.10	g
OR 4920	22.85	22.94	22.08	j	14.75	13.81	11.06	h	8.77	7.82	6.57	d
86A50-37	24.47	24.09	23.60	c	15.30	15.24	14.40	f	8.80	7.32	5.56	f

注:差异显著性指 3 个种植密度平均值之间的差异比较 ($P < 0.05$)。
Note: The statistically significant difference means the compare of 3 density's mean ($P < 0.05$).

表 5 各参试品种灌浆成熟期不同种植密度时旗叶的平均蒸腾速率

Table 5 Transpiration rate of the leaves during milk-filling stage with different planting density $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$					
品种(系) Varieties (lines)	孕穗期 Booting stage	灌浆初期 Initial milk- filling stage	灌浆中期 Mid milk- filling stage	灌浆末期 Late milk- filling stage	蜡熟期 Wax-mature stage
小偃 6 号 Xiaoyan 6	0.030 3	0.014 5	0.012 9	0.009 8	0.003 2
陕 229 Shaan 229	0.031 4	0.015 5	0.013 1	0.010 4	0.004 7
84(加) 79-3-1 84(Jia) 79-3-1	0.035 0	0.017 1	0.012 5	0.004 3	-
82(348)	0.035 7	0.016 8	0.013 9	0.005 2	0.000 7
85075	0.034 8	0.019 5	0.014 6	0.006 1	-
91-3-2	0.034 2	0.014 5	0.011 4	0.005 0	-
76-338	0.033 4	0.015 5	0.012 2	0.004 7	-
毕 893 Bi 893	0.034 6	0.016 5	0.012 3	0.003 8	-
OR492-0	0.027 4	0.010 5	0.009 7	0.002 6	-
86A50-37	0.035 5	0.014 1	0.012 6	0.005 8	0.000 4
对照平均 Mean of CK	0.030 9	0.015 0	0.013 0	0.010 1	0.004 0
穗重型平均 Mean of h. s. w	0.033 8	0.015 6	0.012 4	0.005 0	0.000 6

2.4 穗重型小麦旗叶叶绿素含量的变化

从表 6 可以看出,从开花期开始,各参试材料不同种植密度下的旗叶叶绿素含量平均值,均随生育期的推移迅速下降,穗重型小麦与对照的差异并不明显;从灌浆中后期开始,穗重型小麦叶绿素含量下降幅度较对照大,至灌浆末期穗重型小麦叶绿素含

量明显低于对照;至乳熟末及腊熟期,穗重型小麦旗叶叶绿素含量已不能检出,对照品种仍保持一定的水平,这说明灌浆末期,穗重型小麦叶片的功能已基本丧失,无法保证供给籽粒充足的光合产物,这是其籽粒不饱及叶片早衰的内在原因之一。

表 6 参试各品种灌浆成熟期间旗叶的叶绿素含量

品种 varieties (lines)	花后天数/ d Days after blooming							g/ kg
	0	7	14	21	28	35	42	
小偃 6 号 Xiaoyan 6	9.77	10.04	7.80	5.84	3.73	1.64	0.39	
陕 229 Shaan 229	9.56	10.53	8.98	6.23	4.32	11.81	0.46	
84(加) 79-3-1 84(Jia) 79-3-1	8.04	8.39	6.05	3.56	2.12	0.54	-	
82(348)	7.54	7.85	5.42	2.72	1.97	0.72	-	
85075	9.07	8.98	6.24	3.54	1.54	0.37	-	
91-3-2	7.70	8.10	5.83	2.95	0.85	0.23	-	
76-338	7.94	8.63	6.11	3.14	1.13	0.45	-	
毕 893 Bi 893	8.32	8.75	6.06	3.27	0.95	0.17	-	
OR492-0	8.13	8.45	5.94	2.27	0.87	0.12	-	
86A50-37	8.12	8.77	7.37	4.14	1.10	0.43	-	
对照平均 Mean of CK	9.67	10.29	8.39	6.04	4.03	1.73	0.43	
穗重型平均 Mean of h. s. w	8.11	8.49	6.13	3.20	1.32	0.38	-	

2.5 穗重型小麦的潜在库容及饱满指数

鲜粒体积高峰值出现时,单位面积上全部鲜粒体积的总和为潜在库容^[6]。由表 7 可见,穗重型小麦由于穗粒数和最大鲜粒体积高于对照,虽然单位面积穗数偏少,但潜在库容仍然高于对照品种。潜在库容的扩大为光合产物对籽粒的充实提供了充足

的空间,然而能否实现预期高产还取决于籽粒库容的充实度。饱满指数是指成熟时晒干种子体积与籽粒充实期鲜种子最大体积之比,其较好地反映了籽粒的填充程度。穗重型小麦的饱满指数一致地低于对照品种,这是制约其潜在库容转化为现实高产能力的主要瓶颈。

表 7 穗重型小麦的潜在库容

品种(系) Carieties(lines)	鲜粒最大 体积/ mm ³ Vmax	穗粒数 Seed per spike	单位面积穗数/ (穗·hm ⁻²) Spike per hm ²	潜在库容/ (mm ³ ·hm ⁻²) Latent storage capacity	饱满指数/ % Plumpness index
小偃 6 号 Xiaoyan 6	50.5	24.6	597	741 652.5	0.873 2
陕 229 Shaan 229	50.6	37.7	550.5	1 050 144.5	0.8541
84(加) 79-3-1 84(Jia) 79-3-1	71.4	62.3	282	1 254 397.5	0.7014
82(348)	62.3	61.0	363	1 379 509.5	0.7429
85075	65.5	47.3	432	1 338 400.5	0.6315
91-3-2	63.0	43.3	454.5	1 239 831.0	0.6017
76-338	57.7	55.8	378	1 217 031.0	0.7526
毕 893 Bi 893	58.2	61.2	352.5	1 255 538.0	0.5324
OR492-0	56.4	57.8	409.5	1 334 937.0	0.4897
86A50-37	46.7	59.3	420	1 163 110.5	0.7106
对照平均 Mean of CK	50.6	31.2	574.5	895 899.0	0.8637
穗重型平均 Mean of h. s. w	60.2	56.0	387	1 272 846.0	0.6454

3 讨 论

穗重型小麦作为实现小麦超高产的主要品种类

型,具有穗粒数多、潜在库容大及单穗粒重大等优势,但从上述分析结果来看,穗重型小麦基本上属于非冷型小麦。其大库容与个体及群体的代谢水平存

在一定程度的不协调,较高的冠层温度、较低的叶片输出功能期、较低的旗叶叶绿素水平,导致其净光合速率偏低,不能适应潜在库容对光合产物的需要。因此,在进行穗重型小麦品种选育时,应加强对绿叶

输出功能期、叶绿素含量等生理指标的选择,结合对中高代系谱冠层温度的检测,可能选育出叶片输出功能强、代谢水平高的偏冷型优系进入下一级试验。

[参考文献]

- [1] 田纪春. 超级小麦及其育种方法[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(1): 87 - 90.
- [2] 庞红喜, 闵东红, 李学军, 等. 大穗小麦部分发育特性研究[J]. 陕西农业科学, 1995, (5): 4 - 7.
- [3] 张嵩午. 小麦温型现象研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(5): 471 - 474.
- [4] 张嵩午, 王长发. 冷型小麦及其生物学特征研究[J]. 作物学报, 1991, 25(5): 608 - 615.
- [5] 王长发, 张嵩午, 刘正辉, 等. 冷型小麦表现性状研究[J]. 西北农业学报, 2001, 10(1): 79 - 83.
- [6] 张嵩午. 小麦潜在库容的研究[J]. 西北农业学报, 1998, 8(2): 16 - 19.

Study on canopy temperature and its biological characteristics of high spike weight wheat

PANG Hong-xi, PEI A-wei, HE Bei-ru, WANG Yi

(College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract : Cold typical characteristics of some high spike weight wheat varieties or lines which were bred and transferred in recent years in China were studied. The results showed that, the canopy temperature of the high spike weight wheat was higher than that of CK (Shaan 229 and Xiaoyan No. 6); the output functional periods of the leaves were shorter than that of CK, net photosynthetic rate, transpiration rate and flag leaf chlorophyll content were lower than those of CK; though the latent storage capacity of high spike weight wheat was more than that of CK, but its plumpness index was lower, they were the major factors restricting high spike weight wheat to realize its potential of high yield.

Key words : canopy temperature; high spike weight wheat; cold typical wheat; biological characteristics