

# 春小麦冠层温度分异特性的研究及其冷型基因型筛选\*

黄景华<sup>1</sup>, 李秀芬<sup>2</sup>, 孙岩<sup>1</sup>, 王广金<sup>1</sup>, 刁艳玲<sup>1</sup>, 郭强<sup>1</sup>, 邓双丽<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农科院作物育种所, 哈尔滨 150086; 2. 牙克石种子管理站, 牙克石 022150; 3. 东北农业大学, 哈尔滨 150030)

**摘要:** 利用 BAU-1 型红外线测温仪测定不同小麦品种(系)不同年份的冠层温度并测定具有代表性品种(系)的叶片输出功能期、高分子量麦谷蛋白亚基累积和麦谷蛋白大聚合物(LMP)的含量、叶面积和干重, 比较其关系, 初步确定了我省春小麦温型划分标准。通过两年的试验结果, 将晚熟组的对照品种新克早 9 号划为冷型小麦, 把中熟组的对照品种垦红 14 划为暖型小麦, 这就为我们从生理育种上育成优良的品种提供了更好的参考依据。

**关键词:** 春小麦; 冷型小麦; 暖型小麦; 冠层温度

中图分类号: S 512.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2005)01-0015-04

## Studies on the Trait of Spring Wheat Canopy Temperature and Screening of Cold Type Gene

HUANG Jing-hua<sup>1</sup>, LI Xiu-fen<sup>2</sup>, SUN Yan<sup>1</sup>, WANG Guang-jin<sup>1</sup>, DIAO Yan-ling<sup>1</sup>, GUO Qiang<sup>1</sup>, DENG Shuang-li<sup>3</sup>

(1. Crop Breeding Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Science, Harbin 150086; 2. Seed Administration Station of Yakeshi, Yakeshi 022150; 3. Northeast Agriculture University, Harbin 150030)

**Abstract:** In order to rudiment confirm the warm typical standard of the spring wheat canopy temperature in Heilongjiang province, measured the export functional periods of leaves and the accumulation of high molecular weight Glutenin subunit and the content of large glutenin polymer and area of leaf and dry weight of leaf, studied the relationship with BAU-1 infrared thermometer. As a result, marked Xinkehan 9 the CK in late-mature group as cold type wheat, and so marked Kenhong 14 the CK in middle-mature group as warm type wheat, thus offered well reference index for us on physiological breeding of wheat.

**Key words:** spring wheat; cold type wheat; warm type wheat; canopy temperature

温度与小麦生育状况的关系一向受到人们的重视。国内外大量研究表明, 小麦生育期间的温度, 尤其是开花以后的温度变化对植株衰老、粒重和品质等都有很大影响。由于植株对其自身温度有一定的调节作用, 因此气温与植株的冠层温度(即“体温”)有一定差异。这种差异不仅与植株的生长状况有

关, 而且与小麦的基因型密切相关<sup>[1]</sup>。在相同背景条件下, 不同小麦基因型冠层温度存在的差异被称为冠层温度分异特性。

在冬小麦上已对冠层温度的分异特性进行了较深入的研究, 并根据冠层温度的高低, 将灌浆结实期冠层温度持续偏低的小麦称为冷型小麦; 反之, 称为

\* 收稿日期: 2004-09-23

第一作者简介: 黄景华(1976-), 男, 哈尔滨人, 实研, 从事小麦诱变与生物技术育种研究。

暖型小麦<sup>[2,3]</sup>。大量研究表明,冷型小麦与暖型小麦在叶片输出功能期、叶绿素含量、蒸腾速率、净光合速率、根系以及蛋白质和丙二醛含量等生理生化特性和代谢水平上存在明显差异<sup>[1,4]</sup>。冷型小麦代谢水平高,生理活性强,后劲足,为提高子粒产量、改善品质并增强其稳定性奠定了基础。

黑龙江省属冷凉地区,温度对小麦生长的影响和高温逼熟的危害研究很少,小麦冠层温度分异现象的研究更是空白。20世纪80年代以来,全球气候发生了重大变化,由于温室效应的影响,北半球气温普遍升高,而且有加重发展的趋势。据统计从90年代起,我省的平均气温较以前升高1~2℃,每年7月中旬~下旬都出现日最高气温超过32℃的天气,而且持续时间在7~10d。实践表明,小麦生长后期的高温已经成为影响我省小麦产量和品质及其稳定性的重要因素。为探索黑龙江省春小麦冠层温度的分异特性,研究小麦温型与主要生理生化指标的关系,为我省主要类型春小麦温型划分提供依据并筛选冷型小麦资源,于2002~2003年进行了田间小区测定试验。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2002年在田间产量鉴定圃选取中熟和晚熟春小麦品种(系)共28份为试材。

2003年在田间产量鉴定圃选取2002年具有冠层温度代表性的小麦品种(系)共11份为试材。

### 1.2 方法

1.2.1 利用BAU-1型红外线测温仪测定不同小麦品种(系)的冠层温度并比较其关系 2002年在田间产量鉴定圃选取中熟和晚熟春小麦品种(系)28份为试材,在开花~成熟期利用BAU-1型红外线测温仪测定不同小麦品种(系)的冠层温度,测定时的视场角为3°,光谱通带为8~14μm波段,辐射系数为0.95。观测时将测温仪置于肩臂高度(约为1.5cm),在田边以大约和田面呈30°的角度瞄准小区中部的群体。对每个品种按4次重复进行往返观测,每次往返每个品种均可测得8个温度平均数。其测点为群体生长均匀一致有代表性的部位,细心避开裸地的影响,以确保准确测得冠层温度。2003

表1 灌浆成熟期3d内春小麦冠层温度的测定

品种	温度(℃)	品种	温度(℃)	品种	温度(℃)
野选2号	27.06	九三1116-20W3	26.96	九三1116-20W3	27.16
九三1116-20W3	26.28	99-1013	26.41	野选2号	26.87
20-0247	25.38	20-0247	26.06	99-1091	26.70
九三1116-20W1	25.23	野选2号	26.05	99-1013	26.63
99-1013	25.17	21-0583	25.78	20-0247	26.60
97-0923	24.94	98-1182	25.48	21-0583	26.49
21-4378	24.90	99-1091	25.43	肯红14	26.41
20-0751	24.88	97-0923	25.35	98-1182	26.20
99-1091	24.77	肯红14	25.23	21-4378	26.14
98-1182	24.58	九三1116-20W1	24.94	97-0923	26.06
21-4379	24.38	99-0961	24.87	21-0362	25.96
21K410	24.08	99-0521	24.72	九三1116-20W1	25.21
肯红14	23.80	20-0751	24.64	21-0193	25.11
99-0961	23.60	21-4378	24.54	20-0751	24.88
21-0583	23.50	21-0362	24.50	99-0878	24.80
99-0521	23.34	99-0761	24.50	99-0761	24.71
21-0362	23.25	21-0193	24.29	99F368	24.71
21-0193	23.04	99F368	24.20	21-4379	24.60
99F368	22.95	21K410	24.06	21K410	24.50
99-0761	22.73	21-4379	23.68	99-0961	24.38
99-0878	22.21	99-0878	23.64	99K1354	24.24
新克旱9号	22.06	新克旱9号	23.35	99-0872	24.21
99K307	22.03	99K307	23.28	99-0801	24.09
99-0872	21.94	99-0872	23.19	新克旱9号	24.04
99K1354	21.58	99K1354	23.05	99-0521	24.00
99-0801	21.45	99-0858	22.78	99K307	23.95
99-0858	21.45	99-0801	22.70	99-0722	23.78
99-0722	21.25	99-0722	22.25	99-0858	23.25

年以同样的方法测定了 11 个品种(系)的冠层温度。

1.2.2 测定不同小麦品种(系)叶片输出功能期  
小麦抽穗期挂塑料牌(每品种 10 株),表明抽穗日期,待成熟时,记载旗叶完全褪绿的日期。抽穗日期至旗叶完全褪绿时的天数为该品种(系)的叶片输出功能期。

1.2.3 测定不同小麦品种(系)高分子量麦谷蛋白亚基累积和麦谷蛋白大聚合体(LMP)的含量 参照 Singh(1990)和 Mackie(1996)的方法,分别在小麦开花 5、10、25 d 和成熟时剥取子粒测定高分子量麦谷蛋白亚基的累积量和麦谷蛋白大聚合体的含量。

1.2.4 称重 每个品系(种)选取 10 株,用叶面积测定仪和烘干称重法测定叶面积,计算叶重与干重比。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同品种(系)的冠层温度与春小麦温型划分

通过测温发现(见表 1),不同小麦品种(系)的冠层温度存在明显差异,而这种差异还与气温关系密切。2002 年 6 月 27 日 13:00 ~ 15:00 的气温为

表 2 2002 年不同春小麦品种(系)3 d 冠层温度的积温

中熟品种(系)		晚熟品种(系)		中熟品种(系)		晚熟品种(系)	
品种(系)	冠层温度(°C)	品种(系)	冠层温度	品种(系)	冠层温度(°C)	品种(系)	冠层温度
99-0961	80.40	99F368	71.94	98-1182	75.44	99-0801	67.28
九三 1116-20W 3	79.98	99-0722	71.86	21-0362	75.38		
99-1091	78.21	99-0878	70.65	20-0751	74.39		
九三 1116-20W 1	78.04	99-0761	69.45	21-0193	73.71		
垦红 14	76.89	99K307	69.34	21-4378	72.85		
野选 2 号	76.35	99K1354	69.25	21K410	72.65		
99-1013	76.26	新克早 9 号	68.86	21-4379	72.64		
97-0923	75.77	99-0872	68.24	99-0521	72.44		
21-0583	75.58	99-0858	67.48	20-0247	72.06		

(系)3 d 冠层积温平均为 75.50°C,2003 年为 73.82°C,两年 3 d 冠层积温平均为 74.66°C。2002 年晚熟品种(系)3 d 冠层积温平均为 69.43°C,2003 年平均为 64.07°C,两年 3 d 冠层积温为 66.75°C。

表 3 2003 年不同春小麦品种(系)3 d 冠层温度的积温(°C)

中熟品种(系)		晚熟品种(系)	
品种(系)	冠层温度(°C)	品种(系)	冠层温度(°C)
垦红 14	77.52	99F368	69.24
99-0961	76.60	99K307	66.15
21-362	71.22	99-0878	62.25
21-4378	70.45	99-0878	62.25
		99-0801	62.23

将大于冠层平均积温的品种(系)定为暖型小麦,小于冠层平均积温的品种(系)定为冷型小麦时,则中熟品种(系)的暖型小麦是 99-0961 和垦红 14,

32.5°C,所测定品种(系)冠层温度极差为 5.61°C;6 月 30 日同一观测时间的气温为 31.4°C,所测定品种(系)冠层温度极差为 4.26°C;7 月 1 日同一观测时间的气温为 29.8°C,所测定品种(系)冠层温度极差为 3.38°C;另外各品种(系)冠层温度的变化随检测时段呈现一定规律的变化,即在早晚或夜间的差异小,随着太阳高度角的变大,差异扩大,到午后气温最高的时段(13:00 ~ 15:00)不同品种(系)冠层温度的差异达到最大值。这表明小麦植株能够随气温的变化调节自身的温度,在一定气温范围内,气温越高调温能力越强,并在品种(系)间存在差异,一般来说中熟品种(系)的冠层温度较晚熟品种(系)平均高 2°C 左右。

为了明确我省春小麦品种(系)冠层温度的分异特性,提出小麦温型的划分指标,我们把不同年份观测得到的冠层温度相加,得到测定期间不同春小麦品种(系)冠层温度的积温(见表 2,表 3),并计算出年平均冠层温度积温,以确定春小麦温型划分指标。

表 2,表 3 中数据的分析得知,2002 年中熟品种

冷型小麦是 21-0362、21-4379 和 21-4378。晚熟品种(系)的暖型小麦是 99-0722、99K307 和 99F368,冷型小麦是新克早 9 号、99-0878 和 99-0801。

表 4 不同温型小麦的叶片输出功能期

中熟品种(系)	输出功能期(d)	与平均值之差	晚熟品种(系)	输出功能期(d)	与平均值之差
99-0961	30	-3.2	99F368	36	-3.5
垦红 14	32	-0.2	99K307	31	-2.5
21-0362	34	+0.8	99-0722	39	-0.5
21-4379	35	+1.8	新克早 9 号	40	+0.5
21-4378	35	+1.8	99-0818	42	+2.5
			99-0801	43	+3.5

### 2.2 不同温型品种(系)的叶片输出功能期

测定结果表明(见表 4):中熟品种(系)暖型小麦

的叶片输出功能期较平均值 3.2 d 少 0.2 ~ 3.2 d, 冷型小麦的叶片输出功能期较平均值多 0.8 ~ 1.8 d。晚熟品种(系)暖型小麦的叶片输出功能期较其平均值 39.5 d 少 2.5 ~ 3.5 d, 冷型小麦的叶片功能输出期较其平均值多 0.5 ~ 3.5 d。

### 2.3 不同温型小麦品种(系)子粒灌浆过程中高分子量麦谷蛋白亚基(HMW-GS)积累和麦谷蛋白大聚合物(LMP)的含量

从晚熟品种(系)不同温型小麦子粒灌浆过程中 HMW-GS 积累看出(见表 5), 不论是暖型小麦还是冷型小麦, HMW-GS 积累都随着子粒灌浆而不断增加, 但冷型小麦品系 99-0878 和 99-

0801HMW-GS 的增加速率要大于暖型小麦 99K307 和 99F368, 而且成熟期 HMW-GS 的累积量也是冷型小麦高于暖型小麦。另外, 从不同温型小麦麦谷蛋白大聚合物(LMP)在蛋白质中所占的比例看出(见表 6), 冷型小麦品系麦谷蛋白大聚合体的含量高于暖型小麦品系。可以认为, 在高温条件下由于冷型小麦对其自身温度的调节能力较强, 减轻了高温逼熟的危害, 促进了高分子量麦谷蛋白亚基的积累和麦谷蛋白大聚合物含量的增加。小麦子粒中麦谷蛋白亚基的积累及大聚合体的含量与品质关系密切。由此可见, 冷型小麦品种(系)有较好的品质稳定性。

表 5 不同温型小麦品系子粒灌浆过程中 HMW-GS 积累 (mg/mL)

材料	亚基类型	开花后天数(d)				
		10	15	20	25	成熟
99F368	1, 7+8, 2+12	1.1628	3.0410	3.7557	4.3991	5.0069
99K307	1, 7+8, 2+12	0.4812	2.6657	4.0829	4.8282	5.2149
99-0878	1, 7+8, 2+12	3.1846	4.0867	4.7087	6.0234	6.0234
99-0801	1, 7+8, 2+12	0.8089	3.2142	4.0909	5.9230	6.8953

表 6 不同温型小麦品系麦谷蛋白大聚合物(LMP)的含量 LMP/蛋白质(%)

材料	99F368	99K307	99-0878	99-0801
LMP/蛋白质(%)	2.088	1.995	2.496	2.618

### 2.4 不同温型小麦品系叶面积和干重

从开花 25 d 取样测定的结果看出(见表 3), 冷型小麦品系 99-0878 和 99-0801 旗叶干重分别为 190.10 mg 和 119.81 mg, 而暖型小麦品系 99K307 和 99F368 则分别为 87.12 mg 和 70.19 mg。冷型小麦品系叶重/叶面积分别为 4.21 和 4.42, 而暖型小麦品系则分别为 3.86 和 4.13。众所周知, 小麦生育后期旗叶是主要的功能叶片, 在植株光和作用上起着主导作用。叶重/叶面积反映了单位叶面积的产物重量, 也是植物光和能力的重要指标。从以上指标看出, 冷型小麦品系的叶片尤其是旗叶具有较长的功能期和较强的光和能力, 主要是由于在高温条件下自身的调温能力较强, 冠层温度较低, 延缓了叶片的衰老。

表 7 不同温型小麦品系的旗叶干重和叶重与叶面积比

项目	99-0878	99-0801	99K307	99F368
旗叶干重(mg)	190.10	119.81	87.12	70.19
叶重/叶面积	4.21	4.41	3.86	4.11

## 3 讨论

研究表明, 冷型小麦由于自身调温能力较强, 冠

层温度较低, 减轻了高温逼熟的危害, 延长了叶片的功能期, 提高了植株的光合能力, 并从一些重要的生理生化指标上得到证实, 为小麦的生理育种打下了一定基础。初步筛选出 21-0362、21-4379、21-4378、99-0878 和 99-0801 等 5 份冷型小麦基因型。

根据本研究中所得到的春小麦温型划分标准, 将我省晚熟小麦的对照品种新克旱 9 号划为冷型小麦, 这与其具有适应性强、抗逆性强、后期落黄好的优点一致; 同样把中熟小麦的对照垦红 14 划为暖型小麦, 这也与它产量和品质的不稳定性一致, 结果就为我们小麦的生理育种提供了另一个参考指标。春小麦冠层温度分异特性的研究是初步的, 对分异特性的普遍性、分异特性与主要生理生化指标的关系、以及如何利用分异特性进行小麦生理育种还需要深入研究。

### 参考文献:

- [1] 刘党校, 王长发. 冷型小麦研究进展[J]. 西北农业学报, 2004, 13(1): 109-112.
- [2] 张嵩午. 小麦温型现象研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(5): 471-474.
- [3] 张嵩午, 宋哲民, 曹翠兰. 小麦冷温群体研究[J]. 中国农业气象, 1995, 16(4): 1-6.
- [4] 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.