

# 冷型小麦解剖结构特征的研究<sup>\*</sup>

苗芳<sup>1</sup>, 张嵩午<sup>1</sup>, 周春菊<sup>1</sup>, 冯佰俐<sup>2</sup>, 冯治国<sup>1</sup>, 康健<sup>1</sup>

(1 西北农林科技大学 生命科学学院; 2 农学院, 陕西 杨陵 712100)

**[摘要]** 采用临时制片法, 在显微镜下观察了冷、暖型小麦叶表皮气孔及穗下节间、倒二节间中维管束的结构特征。研究表明, 冷、暖型小麦叶表皮气孔器的长度和宽度、气孔密度、穗下节间中维管束面积均无显著差异; 冷型小麦倒二节间中维管束面积明显小于暖型小麦; 冷、暖型小麦穗下节间、倒二节间单位横截面积中维管束数目、维管束总面积占茎横截面积的百分率均有显著差异。最后, 讨论了冷型小麦蒸腾速率高、冠层温度低的原因。

**[关键词]** 冷型小麦; 解剖结构; 气孔; 维管束; 叶表皮; 茎

**[中图分类号]** S512 101

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-9387(2003)02-0121-04

冷型小麦即从开花至成熟, 冠层温度持续偏低的一类小麦, 其叶片功能期较长, 叶片枯亡距成熟的时间间距较短, 麦芒转黄速度较慢, 这些表现特征与其内部代谢功能密切相关, 具体表现在蛋白质氮含量、气孔传导、蒸腾速率、过氧化氢酶活性、净光合速率等重要生理参数均较优越<sup>[1~4]</sup>。小麦的形态结构与其生理功能密切相关, 对冷型小麦形态结构的研究, 无论是在揭示冷型小麦冠层温度低、生理活性强的机理方面, 还是为冷型小麦的鉴别提供依据方面, 都具有重要的意义。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

试验地设在西北农林科技大学农作一站, 试验选用6个小麦品种, 其中冷型小麦品种为小偃6号、陕229和RB6, 暖型小麦品种为NR9405、9430和偃师9号。每个小区7行, 行长2.0m, 行距0.25m, 株距0.03m, 随机区组排列, 重复3次。10月上旬开沟带尺播种, 播量120万粒/hm<sup>2</sup>, 按品种比较试验的要求管理。

### 1.2 取样与制片方法

取样在小麦扬花期进行, 选择同一天开花的小麦主茎采样, 每小区取1株, 每个品种取3株。分别切取旗叶、倒二叶、倒三叶观察叶上下表皮气孔, 切取穗下节间、倒二节间观察茎内维管束。观察叶上表皮的气孔, 刮去叶肉和下表皮; 观察叶下表皮的气

孔, 刮去叶肉和上表皮, 然后分别制作水装片, 在生物显微镜下统计气孔的数目, 测量气孔器的长度和宽度。制作茎徒手横切片, 滴1滴L-KI溶液制作临时装片, 在生物显微镜下观察测量维管束的数目、长径和短径, 茎横截面积半径及基本组织厚度。维管束面积按照近似椭圆形面积计算公式 $S = \pi ab/4$ 计算<sup>[5]</sup>。测量数据为30个数值的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 叶表皮气孔的解剖结构特征

**2.1.1 气孔器的大小** 小麦叶表皮气孔器由4个细胞组成: 2个哑铃形细胞和2个副卫细胞, 气孔器的长度为哑铃形细胞的长度, 宽度为4个细胞组成的气孔器中部的宽度。冷、暖型小麦叶表皮气孔器的长度与宽度测量统计数据见表1。从表1可以看出, 小麦各个品种叶表皮气孔器的长度和宽度均随着叶位的上升而减小, 分别对冷、暖型小麦各叶位气孔器的长度与宽度进行差异显著性检验,  $t$ 均小于 $t_{0.05}$ , 差异不显著。

**2.1.2 气孔密度** 在显微镜下观察叶表皮水装片, 统计圆形视野内气孔的数目。冷、暖型小麦叶表皮单位面积内气孔的数目统计结果见表2。表2数据表明, 小麦各品种叶表皮的气孔密度随着叶位的上升而增大, 而且各叶位上表皮气孔密度均大于下表皮。分别对冷、暖型小麦上下叶表皮气孔密度进行差异显著性检验,  $t$ 均小于 $t_{0.05}$ , 差异不显著。

<sup>\*</sup> [收稿日期] 2002-09-12

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(39870477, 30070150)

[作者简介] 苗芳(1965-), 女, 陕西蒲城人, 副教授, 在读博士, 主要从事植物形态解剖研究。

表 1 冷、暖型小麦叶表皮气孔器的大小

| Table 1 The length and width of leaf epidermis stomatal apparatus of cold and warm type wheat $\mu\text{m}$ |                  |              |            |              |            |              |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| 品种<br>Variety                                                                                               |                  | 旗叶 Flag leaf |            | 倒二叶 2nd leaf |            | 倒三叶 3rd leaf |            |
|                                                                                                             |                  | 长<br>Length  | 宽<br>Width | 长<br>Length  | 宽<br>Width | 长<br>Length  | 宽<br>Width |
| 冷型小麦<br>Cold type wheat                                                                                     | 小偃 6 号 Xiaoyan 6 | 59.7         | 13.0       | 64.0         | 14.3       | 68.4         | 15.4       |
|                                                                                                             | 陕 229 Shaan 229  | 61.2         | 12.6       | 63.5         | 14.6       | 67.6         | 13.3       |
|                                                                                                             | RB6              | 60.8         | 12.6       | 64.2         | 12.8       | 69.6         | 13.3       |
|                                                                                                             | 平均 Average       | 60.6         | 12.7       | 63.9         | 13.9       | 68.5         | 14.0       |
| 暖型小麦<br>Warm type wheat                                                                                     | 9430             | 59.1         | 13.6       | 64.4         | 14.2       | 70.5         | 15.6       |
|                                                                                                             | NR9405           | 60.8         | 12.8       | 63.1         | 12.4       | 67.3         | 13.2       |
|                                                                                                             | 偃师 9 号 Yanshi 9  | 58.6         | 12.9       | 63.9         | 13.6       | 68.2         | 14.0       |
|                                                                                                             | 平均 Average       | 59.5         | 13.1       | 63.8         | 13.4       | 68.7         | 14.3       |

表 2 冷、暖型小麦上下叶表皮气孔密度

| Table 2 The leaf epidermis stomata density of cold and warm type wheat $\text{个}/\text{mm}^2$ |                  |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 品种<br>Variety                                                                                 |                  | 旗叶 Flag leaf           |                        | 倒二叶 2nd leaf           |                        | 倒三叶 3rd leaf           |                        |
|                                                                                               |                  | 上表皮<br>Upper epidermis | 下表皮<br>Lower epidermis | 上表皮<br>Upper epidermis | 下表皮<br>Lower epidermis | 上表皮<br>Upper epidermis | 下表皮<br>Lower epidermis |
| 冷型小麦<br>Cold type wheat                                                                       | 小偃 6 号 Xiaoyan 6 | 58.3                   | 44.2                   | 46.8                   | 36.5                   | 40.2                   | 32.2                   |
|                                                                                               | 陕 229 Shaan 229  | 52.4                   | 38.2                   | 41.7                   | 36.2                   | 35.2                   | 30.9                   |
|                                                                                               | RB6              | 59.4                   | 43.6                   | 48.6                   | 39.8                   | 38.7                   | 34.0                   |
|                                                                                               | 平均 Average       | 56.7                   | 42.0                   | 45.1                   | 37.5                   | 38.0                   | 32.4                   |
| 暖型小麦<br>Warm type wheat                                                                       | 9430             | 63.1                   | 44.6                   | 47.0                   | 38.4                   | 38.8                   | 32.0                   |
|                                                                                               | NR9405           | 56.1                   | 45.0                   | 49.8                   | 41.1                   | 41.9                   | 32.7                   |
|                                                                                               | 偃师 9 号 Yanshi 9  | 57.3                   | 46.3                   | 49.3                   | 40.7                   | 42.3                   | 37.4                   |
|                                                                                               | 平均 Average       | 58.8                   | 45.3                   | 48.7                   | 40.1                   | 41.0                   | 34.0                   |

2.2 茎中维管束的解剖结构特征

2.2.1 维管束的横截面积 在显微镜下观察小麦茎徒手横切片,可以看到茎表皮下有几层厚壁细胞组成的机械组织,机械组织与同化薄壁细胞组成的同化组织相间排列,在机械组织和同化组织中分布有维管束,维管束横截面积较小,称为小维管束。在机械组织以内为薄壁细胞组成的基本组织,基本组

织中散生着 1~2 轮的维管束,与机械组织中的维管束相比,其横截面积明显较大,称为大维管束。维管束面积为维管束鞘细胞围成的椭圆形面积,测量椭圆形的长径与短径,计算出维管束的面积。冷、暖型小麦穗下节间、倒二节间内大、小维管束横截面积测量统计结果见表 3。

表 3 冷、暖型小麦茎中大小维管束横截面积比较

| Table 3 Large and small vascular bundle transverse area in stem of cold and warm type wheat $\mu\text{m}^2$ |                  |                                  |                        |                                  |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|
| 品种<br>Variety                                                                                               |                  | 穗下节间 1st internode below the ear |                        | 倒二节间 2nd internode below the ear |                        |
|                                                                                                             |                  | 小维管束<br>Small vascular           | 大维管束<br>Large vascular | 小维管束<br>Small vascular           | 大维管束<br>Large vascular |
| 冷型小麦<br>Cold type wheat                                                                                     | 小偃 6 号 Xiaoyan 6 | 1 324                            | 7 065                  | 1 398                            | 8 993                  |
|                                                                                                             | 陕 229 Shaan 229  | 1 251                            | 7 247                  | 1 413                            | 8 716                  |
|                                                                                                             | RB6              | 1 168                            | 6 152                  | 1 471                            | 8 610                  |
|                                                                                                             | 平均 Average       | 1 248                            | 6 820                  | 1 427                            | 8 773                  |
| 暖型小麦<br>Warm type wheat                                                                                     | 9430             | 1 324                            | 7 418                  | 1 670                            | 9 228                  |
|                                                                                                             | NR9405           | 1 325                            | 6 673                  | 1 649                            | 9 454                  |
|                                                                                                             | 偃师 9 号 Yanshi 9  | 1 236                            | 6 314                  | 1 958                            | 9 684                  |
|                                                                                                             | 平均 Average       | 1 295                            | 6 802                  | 1 759                            | 9 455                  |

从表 3 可以看出,小麦各品种倒二节间中维管束横截面积均大于穗下节间,冷、暖型小麦穗下节间中大小维管束面积经差异显著性检验,结果表明差异不显著。冷型小麦倒二节间内大、小维管束的横截

面积均小于暖型小麦,分别经差异显著性检验,  $t$  均大于  $t_{0.05}$ , 差异显著。

2.2.2 单位横截面积茎内维管束数目及维管束总面积占茎横截面积的百分率 在显微镜下统计各个

品种穗下节间和倒二节间中维管束的数目, 测出髓腔中心到茎表皮的长度以及髓腔半径, 然后计算出茎基本组织面积即茎的横截面积, 最后计算出单位横截面积茎中维管束的数目。维管束总面积为小维管束总面积与大维管束总面积之和。冷、暖型小麦单位横截面积茎内维管束数目及维管束总面积占茎横截面积的百分率见表 4。表 4 数据表明, 小麦各品种穗下节间单位横截面积中维管束数目、维管束总面

积占茎横截面积的百分率均大于倒二节间, 冷型小麦 3 个品种穗下节间、倒二节间中单位横截面积内维管束数目、维管束总面积占茎横截面积的百分率均大于暖型小麦, 经差异显著性检验, 冷、暖型小麦穗下节间和倒二节间单位茎横截面积内维管束数目的差异显著 ( $t > t_{0.05}$ ), 维管束总面积占茎横截面积的百分率间的差异, 穗下节间达显著差异 ( $t > t_{0.05}$ ), 倒二节间达极显著差异 ( $t > t_{0.01}$ )。

表 4 冷、暖型小麦茎单位横截面积内维管束数目及维管束总面积占茎横截面积的百分率

Table 4 The vascular bundle number in unit stem transverse area and the rate of the total area of vascular bundle and stem transverse area of cold and wam type wheat

| 品种<br>V ariety           |                   | 穗下节间 1st internode below the ear | 倒二节间 2nd internode below the ear |                          |          |
|--------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------|
|                          |                   | 数目/(个·mm <sup>-2</sup> )         | 百分率/%                            | 数目/(个·mm <sup>-2</sup> ) | 百分率/%    |
|                          |                   | N umber                          | P ercent                         | N umber                  | P ercent |
| 冷型小麦<br>Cold type wheat  | 小偃 6 号 X iaoyan 6 | 23                               | 9.0                              | 14                       | 7.0      |
|                          | 陕 229 Shaan 229   | 23                               | 8.4                              | 16                       | 6.9      |
|                          | RB6               | 22                               | 8.0                              | 13                       | 6.5      |
|                          | 平均 A verage       | 22.7                             | 8.5                              | 14.3                     | 6.8      |
| 暖型小麦<br>W arm type wheat | 9430              | 19                               | 7.3                              | 11                       | 5.5      |
|                          | NR9405            | 20                               | 7.0                              | 12                       | 6.5      |
|                          | 偃师 9 号 Y anshi 9  | 21                               | 7.8                              | 10                       | 5.7      |
|                          | 平均 A verage       | 20                               | 7.4                              | 11                       | 5.9      |

3 讨 论

叶片是植物蒸腾作用的主要器官, 叶片的蒸腾有 2 种方式: 一是角质蒸腾, 二是气孔蒸腾。角质蒸腾一般占总蒸腾量的 5%~10%, 因此气孔蒸腾是叶片蒸腾的主要形式。本研究表明, 冷暖型小麦旗叶、倒二叶、倒三叶 3 片功能叶上下表皮的气孔密度、气孔器大小均无显著差异。另据研究报道<sup>[2]</sup>, 小麦扬花期至成熟期间, 冷型小麦的蒸腾速率均显著高于暖型小麦, 而且越接近成熟差异越大。究其原因, 冷型小麦蒸腾旺盛不是由于叶片气孔结构特点引起的, 而主要是由于其植株活力强所致。以前研究表明<sup>[1~4]</sup>, 扬花期至成熟期, 冷型小麦叶片叶绿素含量、蛋白氮含量、净光合速率等生理指标均明显高于暖型小麦, 而且叶片中丙二醛含量明显低于暖型小

麦, 表明冷型小麦在生育期器官衰老缓慢, 植株活力较强, 这也是冷型小麦冠层温度低的原因之一。

冷型小麦植株活力旺盛与其解剖结构特征密不可分。据报道<sup>[6]</sup>, 冷型小麦叶肉细胞小, 排列紧密, 层数较多, 因此, 单位体积内叶肉细胞数目多, 叶肉细胞的总表面积大, 叶肉细胞中排列的叶绿体的数目多, 叶绿素含量高, 因而叶片光合速率高。冷型小麦叶片中维管束间的距离小, 维管束横截面积大<sup>[6]</sup>, 本试验研究表明, 冷型小麦单位横截面积茎中的维管束数目多, 维管束总面积占茎横截面积的百分率高, 这不仅有利于光合产物及时地从叶肉细胞中运出, 而且也有利于土壤中的水分能及时地被运到植物体中, 使植物能够保持较旺盛的生活力, 这充分体现了植物形态结构与生理功能的统一。

[参考文献]

[1] 张嵩午. 小麦温型现象研究[J]. 应用生态学报, 1997, 8(4): 471- 474  
[2] 张嵩午, 王长发. 冷型小麦的生物学特性[J]. 作物学报, 1999, 25(5): 608- 615  
[3] 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  
[4] 王长发, 张嵩午. 冷型小麦旗叶衰老和活性氧代谢特性的研究[J]. 西北植物学报, 2000, 20(5): 727- 732  
[5] 李金才, 魏凤珍, 丁显萍. 小麦穗轴和小穗轴维管束系统及与穗部生产力关系的研究[J]. 作物学报, 1999, 25(3): 315- 319  
[6] 苗 芳, 冯佰刚, 周春菊, 等. 冷型小麦叶片显微结构的一些特征[J]. 作物学报, 2003, 29(1): 155- 156

## Study on micro-structure characteristics of cold type wheat

MIAO Fang<sup>1</sup>, ZHANG Song-wu<sup>1</sup>, ZHOU Chun-ju<sup>1</sup>, FENG Ba-i-li<sup>2</sup>, FENG Zhi-guo<sup>1</sup>, KANG Jian<sup>1</sup>

(1 College of Life Sciences, 2 College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The micro-structure characteristics of leaf epidermis stomatal and vascular bundle in 1st internode and 2nd internode below the ear of cold and warm type wheat were observed under microscope by the method of temporary section. Here are the results: there are no clear difference in the length and width of leaf epidermis stomatal apparatus, stomata density and vascular bundle area in 1st internode below the ear between cold and warm type wheat. The vascular bundle area in 2nd internode below the ear of cold type wheat is obvious smaller than warm type wheat's. There are clear difference in the vascular bundle number in unit transverse area of 1st internode and 2nd internode below the ear and the rate of the total area of vascular bundle and the transverse area of wheat stem between cold and warm type wheat. In the end, the reasons of higher transpiration rate and lower canopy temperature of cold type wheat were discussed.

**Key words:** cold type wheat; micro-structure; stomata; vascular bundle; leaf epidermis; stem

(上接第 120 页)

## Effect of $\text{CaCl}_2$ and $\text{GA}_3$ on senescence and membrane lipid peroxidation of postharvest jujube fruits

ZHAO Xin<sup>1</sup>, ZHANG Ji-shu<sup>1</sup>, WANG Min<sup>2</sup>

(1 College of Life Sciences, 2 College of Food Science and Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The Chinese jujube fruit was used to study the effect of  $\text{CaCl}_2$  and  $\text{GA}_3$  on senescence and activated oxygen metabolism of postharvest jujube fruits.  $10 \text{ g/L}$   $\text{CaCl}_2$ ,  $50 \text{ }\mu\text{g/L}$   $\text{GA}_3$  and  $10 \text{ g/L}$   $\text{CaCl}_2$  +  $50 \text{ }\mu\text{g/L}$   $\text{GA}_3$  were handled on jujube fruits after harvest. The result showed that the decreasing rate of the activities of superoxide dismutase, catalase and peroxidase restrained the accumulation of MDA. So the ripening and senescence of fresh jujube were delayed. The effect of postharvest jujube fruits which were handled by  $\text{GA}_3$  is more obvious than others.

**Key words:** Chinese jujube (*Zizyphus jujuba* Mill); senescence of fruit;  $\text{CaCl}_2$ ;  $\text{GA}_3$ ; membrane lipid peroxidation