

# 两种不同穗型小麦品种光合生理特性研究\*

张玲丽, 王 辉, 孙道杰, 冯 毅, 闵东红, 李学军

(西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 比较大穗型和多穗型小麦品种的光合生理特性。结果表明, 与多穗型品种豫麦 49 相比, 大穗型品种鲁麦 91-3 具有较好的光合源和光合能力, 在整个灌浆期旗叶具有较高的净光合速率和蒸腾速率, 灌浆中后期旗叶叶绿素含量较高, 叶面积系数(LA I)衰减迟缓, 叶片功能期较长。进一步提高大穗品种产量潜力的途径是, 在保持或适当提高生物学产量的同时, 较大幅度提高收获指数。

[关键词] 小麦; 大穗型; 多穗型; 光合生理特性

[中图分类号] S512.101

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)03-0051-03

目前, 在实现小麦产量进一步突破(超高产)的过程中, 大穗型品种由于穗大粒多, 单穗生产力较高, 具有更大的产量潜力, 逐渐受到重视<sup>[1-3]</sup>。小麦籽粒产量绝大部分来源于花后的光合产物<sup>[4,5]</sup>。有关小麦光合特性的问题, 国内外学者进行了大量研究<sup>[3-6]</sup>, 但有关大穗型材料光合生理性能动态变化及与其他类型间差异研究的报道还较少。本研究对此进行了探讨, 旨在为小麦高产、超高产育种中有效利用大穗型小麦提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料和试验设计

试验于 2001~2002 年在西北农林科技大学农作一站试验地进行。供试材料为鲁麦 91-3(大穗型品种)和豫麦 49(多穗型品种)。

试验地土壤肥沃, 地势平坦, 灌溉方便。播种前深耕细耙, 10-10 足墒播种, 设高、中、低 3 个密度, 基本苗分别为 321.45, 257.10, 160.65 万株/hm<sup>2</sup>。分别选用各品种最高产量的密度进行资料统计和分析。小区面积 3.11m<sup>2</sup>, 随机排列, 重复 3 次。生长期统一浇水 2 次(越冬前、拔节期), 及时中耕除草, 开花后防治蚜虫 2 次。

### 1.2 测定项目和方法

叶绿素(Chl): 采用无水乙醇与丙酮混合液(体积比 1:1)快速浸提法, 按 Arnon 公式<sup>[7]</sup>计算其含量。

净光合速率和蒸腾速率: 利用 LI-6400 型便携式红外线 CO<sub>2</sub> 光合测定仪对各小区的旗叶进行同步测定, 重复 5 次, 去掉两极端值, 取中间 3 个值的平均数作为该旗叶的净光合速率和蒸腾速率。

叶面积系数(LA I): 按常规方法测定<sup>[8]</sup>。

干物质积累: 在孕穗期、开花期、花后 15 d、成熟期每小区分别取样 10 株, 去掉根部, 置于烘箱 105 杀青 30 min, 然后在 80℃ 左右烘干 24 h 至恒重, 称其干重。

## 2 结果与分析

### 2.1 旗叶叶绿素含量的变化

从表 1 可以看出, 两种穗型品种从开花期开始, 旗叶叶绿素含量均呈下降趋势。在开花期及籽粒灌浆初期, 鲁麦 91-3 的叶绿素含量低于豫麦 49; 从花后 20 d 开始, 鲁麦 91-3 的叶绿素含量比豫麦 49 下降慢, 且保持较高水平; 在花后 30 d 鲁麦 91-3 叶绿素含量为 2.03 mg/g, 比豫麦 49 高出 36.2%。

### 2.2 旗叶净光合速率的变化

净光合速率是小麦光合生理特性的综合反映, 也是小麦光合效能好坏的直接指标。从表 1 可见, 从开花期到花后 30 d, 鲁麦 91-3 旗叶始终保持较高水平净光合速率; 开花期, 鲁麦 91-3 旗叶净光合速率较豫麦 49 高出 11.0%, 到花后 30 d 则高出 21.0%。叶片中叶绿素含量及光合强度的大小直接体现了叶片的质量水平<sup>[1]</sup>, 从以上分析可以看出, 大穗型品种

\* [收稿日期] 2003-01-03

[基金项目] 陕西省“九五”科技攻关项目(2002A 241037)

[作者简介] 张玲丽(1970-), 女, 陕西凤翔人, 讲师, 在读硕士, 主要从事小麦遗传育种研究。

[通讯作者] 王 辉(1943-), 男, 陕西杨陵人, 教授, 博士生导师, 主要从事小麦遗传育种研究。

鲁麦 91-3 具有较好的光合源和光合能力。这可能是 大穗型品种产量潜力高的重要光合生理基础。

表 1 不同穗型小麦品种旗叶绿素含量、净光合速率、蒸腾速率变化

Table 1 Changes of Chl content, net photosynthetic rate and transpiration rate of flag leaves in two winter cultivars

时期 Period	叶绿素/(mg·g <sup>-1</sup> ) Chl		净光合速率/( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) Net photosynthetic rate		蒸腾速率/( $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) Transpiration rate	
	鲁麦 91-3 Lumai 91-3	豫麦 49 号 Yumai 49	鲁麦 91-3 Lumai 91-3	豫麦 49 号 Yumai 49	鲁麦 91-3 Lumai 91-3	豫麦 49 号 Yumai 49
	开花期 Anthesis	3.06	3.19	23.3	21.0	2.29
花后 10 d 10 days after anthesis	2.78	2.96	23.9	22.7	3.97	3.23
花后 20 d 20 days after anthesis	2.45	1.77	18.0	16.6	2.25	1.91
花后 30 d 30 days after anthesis	2.03	1.49	7.5	6.2	1.53	1.32

### 2.3 旗叶蒸腾速率的变化

蒸腾速率是植株在一定时间内单位叶面积蒸腾的水量。较高的蒸腾速率对降低叶温、避免热害、延长叶片功能期、增强根系吸收能力有重要意义。从表 1 可以看出,鲁麦 91-3 的旗叶蒸腾速率一直高于豫麦 49,并以花后 10 d 差异最大,这可能是鲁麦 91-3 高产的又一重要生理原因。

### 2.4 叶面积系数的变化

从表 2 可以看出,两种穗型小麦品种的叶面积

系数随生育期的变化有一定差异。从拔节到孕穗,鲁麦 91-3 较低,开花期两品种的 LA I 基本一致,开花以后,鲁麦 91-3 的降低较慢,保持较高水平。花后 15 和 30 d 测得的 LA I 鲁麦 91-3 比豫麦 49 分别高 35.0%,58.0%。从田间生长情况看,成熟期豫麦 49 叶片几乎全部枯黄,而鲁麦 91-3 的旗叶和倒二叶仍有一定的绿叶面积,表现出活秆成熟的特征。说明鲁麦 91-3 叶面积衰减较迟缓,这对其充分利用生育后期的光热资源,延长灌浆期,提高粒重非常有利。

表 2 不同穗型小麦品种旗叶叶面积系数的变化

Table 2 Changes of LA I of two wheat cultivars

品种 Cultivars	拔节期 Jointing	孕穗期 Booting	开花期 Anthesis	花后 15 d 15 days after anthesis	花后 30 d 30 days after anthesis
鲁麦 91-3 Lumai 91-3	3.37	6.85	5.62	3.86	1.39
豫麦 49 号 Yumai 49	3.56	7.08	5.60	2.86	0.88

### 2.5 干物质的积累与分配

生物学产量是小麦生育期积累同化产物的总量,表示源的生理潜力<sup>[3]</sup>。从表 3 可以看出,孕穗期鲁麦 91-3 干物质量较小,孕穗以后,干物质量迅速增加,并明显超过豫麦 49,如:开花期鲁麦 91-3 干物质量为 12 100.5 kg/hm<sup>2</sup>,豫麦 49 为 11 542.5 kg/hm<sup>2</sup>;成熟期鲁麦 91-3 为 22 113.0 kg/hm<sup>2</sup>,比豫麦 49 高出 14.9%,说明该品种具有高产的源潜

力。

品种产量潜力高低是由生物学产量和收获指数两个因素决定的,鲁麦 91-3 生物学产量高于豫麦 49,但收获指数较低(0.38),限制了其产量潜力的进一步发挥。据 Austin<sup>[9]</sup>的研究,通过遗传改良可使收获指数进一步提高到 0.62。因此,笔者认为应在保持或适当提高现有生物学产量的同时,大幅度提高收获指数。

表 3 不同穗型品种的干物质积累与分配

Table 3 Accumulation and distribution of dry matter in two wheat cultivars

品种 Cultivars	干物质积累/(kg·hm <sup>-2</sup> ) Accumulation of dry matter				收获指数 Harvest index
	孕穗期 Booting	开花期 Anthesis	花后 15 d 15 days after anthesis	成熟期 Maturity	
鲁麦 91-3 Lumai 91-3	8 875.5	12 100.5	17 113.5	22 113.0	0.38
豫麦 49 Yumai 49	9 042.0	11 542.5	15 907.5	19 245.0	0.40

### 2.6 产量构成因素

从表 4 可以看出,鲁麦 91-3 产量水平明显高于豫麦 49,穗粒数和千粒重优势明显,说明灌浆期良好的光合生理特性是夺取高产的重要保证。但鲁麦

91-3 基本苗 321.4 万株/hm<sup>2</sup>,单株成穗仅 1.43 个,而豫麦 49 基本苗 160.6 万株/hm<sup>2</sup>,单株成穗 4.34 个,说明鲁麦 91-3 成穗率低是影响其产量水平提高的另一关键因素,因此在育种上应加强对大穗材料冬季分蘖和成穗数的选择。

表4 不同穗型品种的产量构成

Table 4 Yield components of two wheat cultivars

品种 Cultivars	基本苗/ (万·hm <sup>-2</sup> ) Seedling	穗数/(万·hm <sup>-2</sup> ) Ear number	穗粒数 Grains per spike	千粒重/g 1 000 kernel weight	单穗粒重/g Grains weight per spike	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> ) Grain yield
鲁麦 91-3 Lum ai 91-3	321.4	460.3	52.8	48.8	2 471.0	8 403.2
豫麦 49 Yum ai 49	160.6	697.5	38.3	38.1	1 459.2	7 848.2

### 3 结论与讨论

在目前中高产水平条件下, 进一步提高小麦产量, 应把提高穗粒数和千粒重, 即增加穗粒重作为突破口<sup>[10]</sup>。因此, 在小麦育种实践中, 大穗型品种逐渐受到重视, 这主要是由于大穗型品种穗大粒多, 单穗库容量较大, 如: 大穗型品种鲁麦 91-3 单穗粒重为 2 471.0 g, 较多穗型品种豫麦 49 高出 39.5%, 具有较高的产量潜力。但大穗型品种也有自身的弱点, 主要是分蘖力较弱, 分蘖成穗率较低, 常因单位面积穗数不足和经济系数较低而限制其产量潜力的发挥。

尽管如此, 大穗型品种鲁麦 91-3 的穗粒数和穗粒重有明显优势, 源库发展较为协调, 因此具有较高的产量水平(8 403.2 kg/hm<sup>2</sup>)。光合生理特性测定结果表明, 大穗型品种鲁麦 91-3 高产的主要原因是其具有较好的光合源和光合能力: 灌浆期旗叶具有较高的净光合速率和蒸腾速率, 灌浆中后期旗叶叶绿素含量较高, 叶面积系数(LA I)衰减迟缓, 叶片功能期较长, 干物质质量较高。进一步提高大穗品种的产量潜力途径是, 加强对大穗材料的冬季分蘖和成穗数的选择, 较大幅度提高收获指数。

#### [参考文献]

- [1] 庞红喜, 宋哲民. 大穗小麦籽粒生长及灌浆特性研究[J]. 西北农业学报, 1998, 7(3): 23- 26
- [2] 傅兆麟, 李洪琴. 黄淮冬麦区小麦超高产的几个问题探讨[J]. 麦类作物, 1998, 18(6): 21- 29
- [3] 赵会杰, 郭天财, 刘华山, 等. 大穗型高产小麦群体的光照特征和生理特性研究[J]. 河南农业大学学报, 1999, 33(2): 101- 106
- [4] 荆家海. 植物生理学[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1994
- [5] 张晓龙. 小麦品种籽粒灌浆的研究[J]. 作物学报, 1982, 8(2): 87- 92
- [6] 肖凯, 谷俊涛, 张荣铎, 等. 杂种小麦光合特性的初步研究[J]. 作物学报, 1997, 23(4): 425- 431
- [7] 苏正淑, 张宪政. 几种测定植物叶绿素含量的方法比较[J]. 植物生理学通讯, 1989, (5): 77- 78
- [8] 王文翰. 测定小麦叶面积不同方法的研究[J]. 河南农学院学报, 1982, 1(4): 130- 133
- [9] Austin R B. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes[J]. J Agric Sci Camb, 1980, 94(30): 675- 689
- [10] 孙芳华. 北方冬麦区区域试验品种产量性状分析与探讨[J]. 作物学报, 1992, 18(4): 266- 269

## A comparative study on the photo-biological characters of two different spike-type cultivars in wheat

ZHANG Ling-li, WANG Hui, SUN Dao-jie, FENG Yi, M IN Dong-hong, LI Xue-jun

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

**Abstract:** The photo-biological characters of large-spike and multi-spike wheat cultivars were comparatively studied. The results indicated that, compared with multi-spike cultivars Yum ai-49, large spike cultivars Lum ai 91-3 had better quality of photosynthetic sources and ability of photosynthesis with higher net photosynthetic rate and transpiration rate of flag leaves during grain filling stage, higher chlorophyll content and lower decreasing of LA I in later stage, more accumulation of dry matter and lower harvest index. To improve the grain yields potential, one way is to increase its harvest index.

**Key words:** wheat; large-spike-type; multi-spike-type; photo-biological characters