

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.08.002

# 不同小麦品种叶面积、叶绿素相对质量分数、根系性状及产量的研究<sup>①</sup>

王志伟<sup>1</sup>, 乔祥梅<sup>1</sup>, 程加省<sup>1</sup>, 宗兴梅<sup>2</sup>,  
丁礼云<sup>2</sup>, 和立宣<sup>2</sup>, 杨金华<sup>1</sup>, 胡银星<sup>1</sup>,  
程耿<sup>1</sup>, 黄锦<sup>3</sup>, 于亚雄<sup>1</sup>

1. 云南省农业科学院粮食作物研究所/国家小麦改良中心云南分中心, 昆明 650205;

2. 云南省丽江市农业科学研究所, 云南 丽江 674100; 3. 云南省农业科学院科研处, 昆明 650205

**摘要:** 旨在阐明高海拔生态条件下小麦品种顶二叶光合特性与产量的关系, 为高产栽培和高产育种提供理论依据。试验于 2013—2014 年在云南丽江以云南省主栽的 5 个小麦品种为供试材料, 研究了不同品种顶二叶叶面积、叶绿素 SPAD 值、根系性状差异及与籽粒产量的关系。结果表明, 不同小麦品种在开花期顶二叶叶面积、开花期和成熟期顶二叶叶绿素 SPAD 值、根系性状(次生根根数、根长和根干质量)上差异有统计学意义。倒二叶和顶二叶叶面积与籽粒产量呈极显著正相关, 但旗叶叶面积与籽粒产量相关性无统计学意义。成熟期旗叶、倒二叶和顶二叶叶绿素 SPAD 值与籽粒产量分别呈显著或极显著正相关, 开花期、成熟期旗叶和倒二叶叶绿素 SPAD 值与叶面积的乘积和籽粒产量分别呈显著或极显著正相关。高海拔生态区次生根根系发达、生育后期顶二叶维持相对较大叶面积和较高叶绿素 SPAD 值的协调型小麦品种(如云麦 53)具有较大增产潜力。

**关键词:** 小麦; 叶面积; 叶绿素相对质量分数; 根; 产量

**中图分类号:** S512.1+1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2016)08-0010-06

叶片作为光合作用的主要器官, 其面积大小、作用时间与作物产量的高低有着密切关系。小麦籽粒产量形成的大部分干物质来源于光合作用<sup>[1]</sup>, 叶面积对小麦籽粒产量的形成具有较大的影响<sup>[2]</sup>。王义芹等<sup>[3]</sup>研究表明小麦顶三叶面积与单株生物产量、经济产量显著正相关, 旗叶光合速率与旗叶面积的乘积与生物产量和经济产量之间呈显著正相关, 提高小麦顶三叶面积和光合速率有利于提高产量。张玲丽等<sup>[4]</sup>研究报告小麦产量及其构成性状均与灌浆后期旗叶的叶面积持续期呈显著或极显著正相关。叶绿素是作物进行光合作用的主要色素, 其质量分数多少是衡量作物光合作用特性的重要指标<sup>[5-6]</sup>。王敏等<sup>[7]</sup>研究表明小麦旗叶叶绿素质量分数与产量构成性状呈显著正相关。根作为植物的三大营养器官之一, 在植物的生长发育过程中起着重要的作用。作物品种对于不良环境、病虫害的抵抗力与其根系生长能力、分枝特性、构造等特性有关<sup>[8]</sup>。杨秀红等<sup>[9]</sup>研究表明, 抗旱性大豆品种根系比较发达, 具有相对较大的根系质量、较大的根体积、较强的根系吸收活性及较发达的主根和下部侧根。汪灿等<sup>[10]</sup>研究表明, 根系粗壮、根系干鲜

① 收稿日期: 2015-05-22

基金项目: 云南省科技厅科技惠民专项-农业(2014RA056); 国家现代农业小麦产业技术体系建设专项(CARS-3-2-44); 云南省农业科学院麦类遗传育种省级创新团队(2012HC008); 农业部公益性行业(农业)科研专项(201303129)。

作者简介: 王志伟(1985-), 男, 湖北松滋人, 硕士, 助理研究员, 主要从事小麦遗传育种的研究。

通信作者: 于亚雄, 研究员。

比大、侧根数目多、茎秆质量大、茎秆第 1 节间长度较短的荞麦品种,其倒伏指数小、茎秆抗折力参数大、抗倒伏能力强。臧贺藏<sup>[11]</sup>研究表明,河南主栽小麦品种单株初生根数和次生根数、单株初生根干质量和次生根干质量、初生根根系活性和次生根根系活性、初生根和次生根根中全氮质量分数与籽粒产量及其构成因素显著相关。

小麦在我国是仅次于水稻的第二大粮食作物,确保小麦总产的安全有效供给是我国小麦育种和生产的重要任务。提高小麦产量必须在群体数量的基础上优化群体质量<sup>[12]</sup>,而品种因素是影响叶片叶面积、叶绿素质量分数及根系性状的最主要因素<sup>[8, 13]</sup>。云南地处我国西南边疆,由于境内地形、地貌错综复杂,海拔高差大,明显表现为水平地域差异和垂直地带的纵向差异,具有“立体气候”和“立体农业”的特点,小麦是云南省第三大粮食作物,其种植区域遍及云南省 126 个县市,海拔 300~3 600 m 的地方均有分布,2012 年云南首个国审小麦品种云麦 53 在云南丽江实收创造了每 666.7 m<sup>2</sup> 产 724.5 kg 的西南片区小麦单产新记录。目前尚未见在高海拔特定生态条件下针对云南省新近育成、生产中大面积推广的不同小麦品种叶片光能特性、根系性状及产量研究的相关报道。本研究于 2013—2014 年度在云南省丽江以云南省主栽的 5 个小麦品种为供试材料,研究不同品种顶二叶叶面积、叶绿素 SPAD 值、根系形态数量性状差异及其与籽粒产量的关系,试图阐明高海拔生态条件下小麦品种顶二叶光能特性与产量的关系,旨在为小麦高产高效标准化栽培及超高产育种提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试材料选用 5 个在云南省小麦生产上大面积种植的品种,其中云麦 53 为田地麦兼用高产型品种,云麦 57 和云麦 49 为田麦品种,云麦 42 和云麦 54 为地麦品种。

### 1.2 试验设计与方法

试验于 2013—2014 年在云南省丽江市古城区束河社区茨满三社农田进行,海拔约 2 416 m,试验田前作玉米,地力中上等。随机区组设计,2 次重复,小区面积 6.67 m<sup>2</sup>,8 行区,行距 0.23 m,重复间走道 40 cm。按基本苗 225×10<sup>4</sup> 苗/hm<sup>2</sup> 设计计算播种量,其他各项栽培管理措施均按当地高产要求进行。

### 1.3 性状调查

叶面积测定:于开花期在每小区随机选取 15 株主穗,取旗叶和倒二叶,用浙江托普仪器有限公司 YMJ-C 型叶面积测量仪分别测量旗叶和倒二叶叶面积;顶二叶叶面积为旗叶和倒二叶叶面积之和。

叶绿素相对质量分数(SPAD 值):每小区随机分株选取 20 片完全展开的叶片(分蘖期、拔节期)或旗叶(开花期、成熟期)和倒二叶(开花期、成熟期),用日本柯尼卡美能达 SPAD-502 叶绿素质量分数测定仪测定叶片的叶绿素相对质量分数,每片叶测量叶基部、中部、尖部 3 个部位,以 3 个部位的平均值代表该片叶的叶绿素 SPAD 值,以所测 20 片叶的 SPAD 值代表该小区品种的叶绿素 SPAD 值;开花期和成熟期品种顶二叶叶绿素 SPAD 值为同一时期旗叶和倒二叶叶绿素 SPAD 值之和的平均值。

根系性状:拔节期每小区内随机选取长势较一致的单株 10 株取样,采用冲根法去除根部土壤,分株数调查次生根数,用学生尺测量次生根长度,在 80 °C 烘箱中去除水分后称取根干质量,10 株平均值代表该小麦品种单株根数、根长和根干质量。

籽粒产量:待成熟期后,分小区收获籽粒,称质量并折算成公顷籽粒产量。

### 1.4 统计分析

利用 SPSS19.0 统计分析软件进行方差分析和品种间各性状的多重比较,计算基本统计量;统计图形绘制用 Excel2003 软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同小麦品种顶二叶叶面积及籽粒产量的差异

不同小麦品种顶二叶叶面积及籽粒产量表现结果见表 1。从表 1 可知,不同小麦品种在旗叶叶面积、倒

二叶叶面积、顶二叶叶面积和籽粒产量上差异有统计学意义. 旗叶叶面积以田麦品种云麦 49 最大, 为  $31.88 \text{ cm}^2$ , 云麦 49 旗叶叶面积与云麦 57 和云麦 42 差异达 5% 显著水平, 与其余品种差异无统计学意义. 倒二叶和顶二叶叶面积均以田地麦兼用高产型品种云麦 53 最大, 分别为  $41.74 \text{ cm}^2$ ,  $72.03 \text{ cm}^2$ , 云麦 53 倒二叶和顶二叶叶面积与云麦 49 差异无统计学意义, 与云麦 42, 云麦 57 和云麦 54 差异达 5% 显著水平. 籽粒产量以田地麦兼用高产型品种云麦 53 最高, 为  $8\,028.75 \text{ kg/hm}^2$ , 云麦 53 籽粒产量与云麦 49 差异无统计学意义, 与云麦 42, 云麦 57 和云麦 54 差异达 5% 显著水平, 云麦 49 籽粒产量与云麦 54 差异无统计学意义, 但与云麦 42 和云麦 57 差异达 5% 显著水平. 以上结果表明, 开花期顶二叶叶面积相对较大的小麦品种具有更高的产量水平.

表 1 不同小麦品种顶二叶叶面积及籽粒产量表现

| 品种    | 旗叶叶面积/ $\text{cm}^2$ | 倒二叶叶面积/ $\text{cm}^2$ | 顶二叶叶面积/ $\text{cm}^2$ | 籽粒产量/ $(\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2})$ |
|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| 云麦 53 | 30.29ab              | 41.74a                | 72.03a                | 8 028.75a                                |
| 云麦 42 | 18.21c               | 26.89d                | 45.10d                | 5 853.75c                                |
| 云麦 49 | 31.88a               | 39.61ab               | 71.49ab               | 7 680.00ab                               |
| 云麦 57 | 25.88b               | 29.93cd               | 55.81c                | 6 289.95c                                |
| 云麦 54 | 31.80a               | 34.45bc               | 66.25b                | 6 687.60bc                               |

注: 同列数据后的小写字母不同表示差异有统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

## 2.2 不同小麦品种顶二叶叶绿素 SPAD 值的差异

不同生育时期不同小麦品种顶二叶叶绿素 SPAD 值差异分析结果见表 2. 从表 2 可知, 不同小麦品种在分蘖期和拔节期顶二叶叶绿素 SPAD 值上差异无统计学意义, 在开花期和成熟期顶二叶叶绿素 SPAD 值上差异有统计学意义. 分蘖期和拔节期顶二叶叶绿素 SPAD 值均以田麦品种云麦 49 最高, 分别为 51.74 和 55.98, 田地麦兼用高产型品种云麦 53 分蘖期和拔节期顶二叶叶绿素 SPAD 值在供试品种中位于中等偏上水平. 开花期和成熟期旗叶和倒二叶叶绿素 SPAD 值均以田地麦兼用高产型品种云麦 53 最高, 分别为 57.91, 59.69, 39.61 和 38.43. 云麦 53 的开花期旗叶、成熟期旗叶和倒二叶叶绿素 SPAD 值均显著高于地麦品种云麦 42, 云麦 54 和田麦品种 57, 开花期倒二叶叶绿素 SPAD 值显著高于地麦品种云麦 54 和田麦品种云麦 57.

不同生育时期小麦品种旗叶叶绿素 SPAD 值和倒二叶叶绿素 SPAD 值的变化结果分别见图 1 和图 2. 从图 1 可知, 从分蘖期到开花期, 不同小麦品种旗叶叶绿素 SPAD 值一直处于缓慢平稳增长状态, 开花期达到最大值(云麦 49 除外, 拔节期略高于开花期). 成熟期不同小麦品种旗叶叶绿素 SPAD 值较开花期呈明显下降趋势, 地麦品种云麦 42 旗叶叶绿素 SPAD 值下降最多, 其他品种旗叶叶绿素 SPAD 值下降幅度小. 从图 2 可知, 从开花期到成熟期, 不同小麦品种倒二叶叶绿素 SPAD 值和旗叶表现相似, 呈明显下降趋势, 田麦品种云麦 57 和地麦品种云麦 42 倒二叶叶绿素 SPAD 值下降最多, 田地麦兼用高产型品种云麦 53 和云麦 49 旗叶叶绿素 SPAD 值下降幅度较小. 以上结果说明, 生育中后期顶二叶维持高水平叶绿素 SPAD 值的小麦品种能充分利用后期光热资源, 增强灌浆效率, 提高粒质量, 实现高产.

表 2 不同小麦品种各生育时期顶二叶叶绿素 SPAD 值的变化

| 品 种   | 分蘖期    | 拔节期    | 开 花 期   |         | 成 熟 期   |        |
|-------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
|       |        |        | 旗 叶     | 倒二叶     | 旗 叶     | 倒二叶    |
| 云麦 53 | 49.30a | 54.72a | 57.91a  | 59.69a  | 39.61a  | 38.43a |
| 云麦 42 | 49.56a | 49.08a | 51.37bc | 54.37ab | 17.16c  | 17.54b |
| 云麦 49 | 51.74a | 55.98a | 55.34ab | 57.64a  | 34.91ab | 34.01a |
| 云麦 57 | 44.15a | 49.79a | 49.79bc | 49.84b  | 28.45b  | 12.12b |
| 云麦 54 | 47.81a | 47.95a | 49.72c  | 47.01b  | 28.42b  | 16.79b |

注: 同列数据后小写字母不同表示差异有统计学意义 ( $p < 0.05$ ).

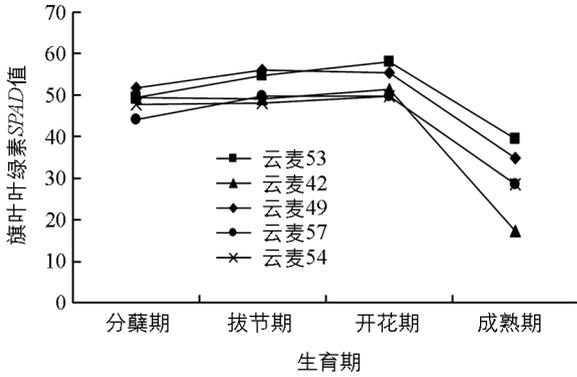


图 1 不同小麦品种各生育时期旗叶叶绿素 SPAD 值的变化

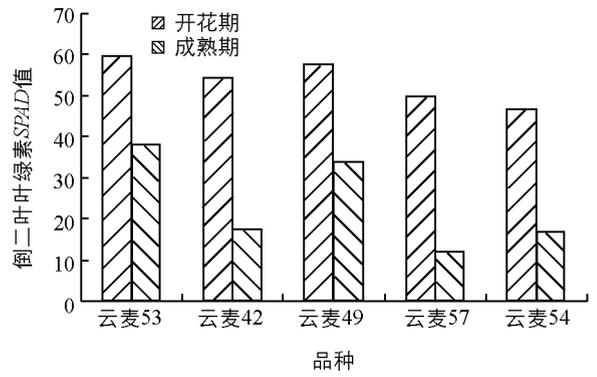


图 2 不同小麦品种开花期和成熟期倒二叶叶绿素 SPAD 值的变化

### 2.3 不同小麦品种次生根相关根系性状的差异

不同小麦品种拔节期单株次生根根系性状差异分析结果见表 3. 从表 3 可知, 不同小麦品种在次生根根数、根长和根干质量上差异有统计学意义. 次生根根数以田地麦兼用高产型品种云麦 53 最多, 为 40.80, 与田麦品种云麦 49, 云麦 57 和地麦品种 54 差异有统计学意义, 与地麦品种云麦 42 差异无统计学意义. 次生根根长以田地麦兼用高产型品种云麦 53 最长, 为 9.17 cm, 与地麦品种云麦 42 和云麦 54 差异无统计学意义, 该 3 个品种与其他 2 个田麦品种差异有统计学意义. 次生根根干质量以田地麦兼用高产型品种云麦 53 最优, 为 0.298 3 g, 与其他 4 个小麦品种差异有统计学意义. 以上结果表明, 高产型小麦品种具有相对发达的次生根根系.

表 3 不同小麦品种单株次生根根系性状的表现

| 性状     | 云麦 49    | 云麦 54    | 云麦 53    | 云麦 57    | 云麦 42    |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 根数     | 24.80bc  | 18.57c   | 40.80a   | 25.14b   | 34.43a   |
| 根长/cm  | 7.40b    | 8.74a    | 9.17a    | 7.43b    | 9.12a    |
| 根干质量/g | 0.157 1b | 0.131 5b | 0.298 3a | 0.165 4b | 0.192 8b |

注: 同列数据后小写字母不同表示差异有统计学意义( $p < 0.05$ ).

### 2.4 顶二叶叶面积和叶绿素 SPAD 值与籽粒产量的相关性分析

不同时期顶二叶叶面积、叶绿素 SPAD 值及叶面积与叶绿素 SPAD 值的乘积和籽粒产量的相关性结果见表 4. 从表 4 可知, 旗叶叶面积与籽粒产量呈不显著正相关关系, 倒二叶叶面积与籽粒产量呈极显著正相关关系, 顶二叶叶面积与籽粒产量呈显著正相关关系. 开花期旗叶、倒二叶和顶二叶叶绿素 SPAD 值与籽粒产量呈不显著正相关关系; 成熟期旗叶和倒二叶叶绿素 SPAD 值与籽粒产量呈显著正相关关系, 成熟期顶二叶叶绿素 SPAD 值与籽粒产量呈极显著正相关关系. 在开花期和成熟期, 旗叶叶绿素 SPAD 值与叶面积的乘积和籽粒产量均呈显著正相关关系, 倒二叶叶绿素 SPAD 值与叶面积的乘积和籽粒产量均呈极显著正相关关系.

表 4 不同时期顶二叶叶面积、叶绿素 SPAD 值及叶面积与叶绿素 SPAD 值的乘积和籽粒产量的相关性

| 项 目          | 开花期     | 成熟期    | 项 目                | 开花期     | 成熟期     |
|--------------|---------|--------|--------------------|---------|---------|
| 旗叶叶面积        | 0.767   | —      | 倒二叶叶绿素 SPAD 值      | 0.666   | 0.924*  |
| 倒二叶面积        | 0.991** | —      | 顶二叶叶绿素 SPAD 值      | 0.759   | 0.991** |
| 顶二叶面积        | 0.924*  | —      | 旗叶面积与叶绿素 SPAD 值乘积  | 0.921*  | 0.939*  |
| 旗叶叶绿素 SPAD 值 | 0.873   | 0.942* | 倒二叶面积与叶绿素 SPAD 值乘积 | 0.977** | 0.959** |

注: \* 表示差异有统计学意义( $p < 0.05$ ), \*\* 表示差异有统计学意义( $p < 0.01$ ).

## 3 讨 论

小麦叶片是进行光合作用的主要器官, 而叶片叶绿体是进行光合作用的场所, 小麦品种光能利用效率

的高低取决于其叶片叶面积的大小和叶绿素质量分数的多少. 林霞等<sup>[14]</sup>研究发现, 不同冬小麦品种旗叶面积、叶绿素 SPAD 值及理论产量差异有统计学意义. 冯素伟等<sup>[15]</sup>研究表明, 不同品种生育后期的叶面积指数变化均呈下降趋势, 相同时期不同品种间的叶面积指数有一定差异. 本研究结果表明在高海拔生态条件下不同小麦品种顶二叶叶面积、开花期和成熟期顶二叶叶绿素 SPAD 值差异有统计学意义, 且成熟期叶绿素 SPAD 值较开花期呈明显下降趋势, 与林霞等<sup>[14]</sup>和冯素伟等<sup>[15]</sup>研究结果较一致.

根作为植物的三大营养器官之一, 在植物的生长发育过程中起着重要的作用. 研究表明, 作物品种对于不良环境、病虫害的抵抗力与根系的生长能力、分枝特性、构造等特性有关<sup>[8]</sup>. 本研究对高海拔生态条件下不同小麦品种的根系形态数量性状进行了比较分析, 结果发现供试小麦品种次生根根数、根长和根干质量差异有统计学意义, 各性状均以田地麦兼用高产型品种云麦 53 表现最突出, 地麦品种云麦 42 次之. 这一结果说明高产型小麦品种具有相对发达的次生根根系.

旗叶和旗叶以下叶片对冬小麦灌浆期籽粒产量形成都起着重要作用, 针对小麦旗叶及其以下叶片叶面积与籽粒产量的关系已有大量研究. 傅兆麟等<sup>[16]</sup>研究发现旗叶面积对穗粒质量具有极显著的正相关, 认为增加单位面积的旗叶面积是提高产量的重要途径. 王义芹等<sup>[3]</sup>研究表明小麦顶三叶面积与单株生物产量、经济产量显著正相关, 旗叶光合速率与旗叶面积的乘积与生物产量和经济产量之间呈显著正相关, 提高小麦顶三叶面积和光合速率有利于提高产量. 王成雨等<sup>[17]</sup>研究发现冬小麦下部叶片叶面积指数和产量呈极显著正相关关系, 花后 14 d 至成熟期, 冬小麦上部叶片和全部叶片叶面积指数和产量呈显著的正相关关系. 本研究结果发现高海拔生态条件下小麦品种倒二叶和顶二叶叶面积与籽粒产量呈极显著正相关, 成熟期旗叶、倒二叶和顶二叶叶绿素 SPAD 值与籽粒产量分别呈显著或极显著正相关, 开花期、成熟期旗叶和倒二叶叶绿素 SPAD 值与叶面积的乘积和籽粒产量分别呈显著或极显著正相关, 与王义芹等<sup>[3]</sup>和王成雨等<sup>[17]</sup>的研究结果较一致. 同时本研究结果发现高海拔生态条件下旗叶叶面积与籽粒产量呈不显著正相关关系, 与王义芹等<sup>[3]</sup>研究结果存在一定差异, 原因可能与试验材料差异有关.

本研究结果显示, 在高海拔生态区次生根根系性状相对发达、生育后期顶二叶维持相对较大叶面积和较高叶绿素 SPAD 值的协调性小麦品种具有较大增产潜力. 因此, 在以后的小麦育种过程中, 应选择顶二叶叶面积较大、叶绿素 SPAD 值较高、次生根系发达的品种类型. 同时, 本研究仅对高海拔地区不同主栽品种顶二叶叶面积、叶绿素 SPAD 值、根系形态数量性状差异及与籽粒产量的关系进行了探讨, 有关顶二叶光合生理特性和根系生理特性差异的影响未考虑, 因而有待继续研究.

## 参考文献:

- [1] 王 忠. 植物生理学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 131—169.
- [2] 张斯梅, 杨四军, 顾克军, 等. 不同穗型小麦品种叶面积、干物质积运及产量构成分析 [J]. 江苏农业科学, 2010(6): 114—116.
- [3] 王义芹, 杨兴洪, 李 滨, 等. 小麦叶面积及光合速率与产量关系的研究 [J]. 华北农学报, 2008, 23(增刊): 10—15.
- [4] 张玲丽, 王 辉, 孙道杰, 等. 不同类型高产小麦品种的光合特性研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(3): 53—56.
- [5] 裴雪霞, 张定一, 王姣爱, 等. 钾锌锰配施对冬小麦旗叶叶绿素含量的影响 [J]. 小麦研究, 2002, 23(3): 33—35.
- [6] 余婷婷, 刘朝显, 梅秀鹏, 等. 玉米光合性状的相关性及 QTL 分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2015, 37(9): 1—10.
- [7] 王 敏, 张从宇. 小麦旗叶性状与产量因素的相关与回归分析 [J]. 种子, 2004, 23(3): 17—19.
- [8] 达拉诺夫斯卡娅. 作物根系研究法 [M]. 北京: 科学出版社, 1966.
- [9] 杨秀红, 吴宗璞, 张国栋. 对肥水条件反应不同的大豆品种根系性状的比较研究 [J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(3): 23—25.
- [10] 汪 灿, 阮仁武, 袁晓辉, 等. 不同荞麦品种抗倒伏能力与根系及茎秆性状的关系 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2015, 37(1): 65—71.
- [11] 臧贺藏. 河南主栽小麦品种根系性状聚类分析及初生根与次生根发育差异研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.
- [12] 凌 励. 小麦高产群体叶面积的质量特征 [J]. 江苏农业学报, 2000, 16(2): 73—78.

- [13] 凌启鸿. 作物群体质量 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000.
- [14] 林 霞, 高 波, 唐冬梅, 等. 不同冬小麦品种旗叶叶面积和叶绿素含量及产量的研究 [J]. 陕西农业科学, 2014, 60(4): 22-23.
- [15] 冯素伟, 李 淦, 姜小苓, 等. 不同小麦品种生育后期叶面积指数变化及其对产量的影响 [J]. 河南科技学院学报, 2012, 40(1): 7-10.
- [16] 傅兆麟, 马宝珍, 王光杰, 等. 小麦旗叶与穗粒重关系的研究 [J]. 麦类作物学报, 2001, 21(1): 92-94.
- [17] 王成雨, 代兴龙, 石玉华, 等. 花后小麦叶面积指数与光合和产量关系的研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(1): 27-34.

## Study on Leaf Area, Relative Chlorophyll Contents, Root Traits and Yields among the Different Types of Wheat Cultivars

WANG Zhi-wei<sup>1</sup>, QIAO Xiang-mei<sup>1</sup>, CHENG Jia-sheng<sup>1</sup>,  
ZONG Xing-mei<sup>2</sup>, DING Li-yun<sup>2</sup>, HE Li-xuan<sup>2</sup>, YANG Jin-hua<sup>1</sup>,  
HU Yin-xing<sup>1</sup>, CHENG Geng<sup>1</sup>, HUANG Jin<sup>3</sup>, YU Ya-xiong<sup>1</sup>

1. Food Crops Research Institute / Yunnan Sub-Centers of National Wheat Improvement Center,

Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;

2. Lijiang Institution of Agricultural Sciences, Lijiang Yunnan 674100, China;

3. Research Department, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China

**Abstract:** In order to clarify the relationship between photosynthetic properties of the top-two leaf and wheat yields under high altitude ecological conditions and a theoretical basis for high yield of wheat cultivation and production breeding, differences of area and chlorophyll *SPAD* value of the top-two leaf and root traits and relationships between chlorophyll *SPAD* value of the top-two leaf and grain yield among a total of 5 leading wheat cultivars of Yunnan province were studied among 2013 and 2014 in Lijiang, Yunnan. The results showed that area of the top-two leaf at flowering, chlorophyll *SPAD* value of the top-two leaf at flowering and maturity and secondary root traits (the number of roots, root length and weight of dry root) had significant difference among the different types of wheat cultivars. It was observed that the correlations between area of the 2nd leaf from top and the top-two leaf and grain yield were significantly positive, but the correlations between area of flag leaf and grain yield were not significantly positive. The correlations between chlorophyll *SPAD* values of flag leaf, the 2nd leaf from top and the top-two leaf at maturity and grain yield were significantly or very significantly positive, respectively. The correlations between the product of area and *SPAD* value of flag leaf and the 2nd leaf from top at flowering and maturity and grain yield were significantly or very significantly positive, respectively. In addition, wheat cultivars (as Yunmai53) that coordinated between developed secondary roots and relatively large area and high chlorophyll *SPAD* value of the top-two leaf at late growing stage had a greater yield potential under high altitude ecological conditions.

**Key words:** Wheat (*Triticum aestivum* L.); Leaf area; Relative chlorophyll content; Root; Yield

