

# 百农矮抗 58 生育后期冠层结构动态 变化及产量分析

冯素伟, 胡铁柱, 李小军, 丁位华, 李笑慧, 茹振钢\*

(河南科技学院 小麦中心, 河南 新乡 453003)

**摘要:** 以小麦品种百农矮抗 58 为材料, 通过对其生育后期冠层叶片叶绿素含量、单株叶面积以及透光率进行研究, 探讨高产小麦品种冠层结构动态变化特征。结果表明, 百农矮抗 58 群体的自动调节能力强, 播量弹性较大, 基本苗在 135 万~270 万苗/hm<sup>2</sup> 条件下其对产量及产量构成因素影响不大; 百农矮抗 58 冠层叶片叶绿素含量、单株绿叶面积和冠层透光率的变化动态呈现一定规律性, 花后 20 d 是冠层各测定指标变化的转折点, 此时上部叶片叶绿素含量达最大值, 而下部叶片急剧衰亡、绿叶面积消失、透光率逐渐增大。冠层上部叶片功能期长, 始终是光合主体, 为后期籽粒灌浆提供物质基础。

**关键词:** 百农矮抗 58; 播量; 冠层结构; 产量性状

**中图分类号:** S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)09-0025-04

## Effects of Planting Density on Canopy Structure and Yield of BN Aikang 58 at Later Growing Stage

FENG Su-wei, HU Tie-zhu, LI Xiao-jun, DING Wei-hua, LI Xiao-hui, RU Zhen-gang\*

(Center of Wheat, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** In order to study the canopy structure and its dynamic characteristics of high-yielding wheat variety, the chlorophyll content, leaf area per plant and transmission rate of BN Aikang 58 were measured. The results showed that the planting density had no effects on grain yield and its components at  $135 \times 10^4 - 270 \times 10^4$  /ha basic seedlings because BN Aikang 58 had big flexibility of seeding quantity and good self-regulation of population. The dynamic change of chlorophyll content, leaf area per plant and canopy transmittance showed some regularity, the turning point being at 20 d after flowering. At this time, the chlorophyll content of upper leaves reached the maximum value, the transmittance increased gradually in mid-lower part, while the green leaves went away and the transmittance at upper part declined gradually. The upper part of canopy maintained longer green leaf duration, so it was the photosynthetic body and provided material basis for grain filling at later growing stage.

**Key words:** BN Aikang 58; planting density; canopy structure; yield traits

作物冠层有明显的立体结构特点, 与作物产量形成有密切联系, 并因作物种类不同而表现出明显的差异<sup>[1]</sup>。小麦冠层是群体光合作用的主体, 冠层的光合作用和干物质积累与冠层对光的截获和分布

状况密切相关<sup>[2]</sup>, 但小麦的冠层结构因品种、栽培措施和环境条件的不同而表现出较大的差异<sup>[3-6]</sup>。合理的冠层结构是小麦高产的基础, 不同小麦品种株型不同, 表现出不同的冠层结构特点<sup>[5]</sup>。肖春华

收稿日期: 2013-04-22

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(102102110032); “973”国家重点基础研究发展计划项目(2012CB114300); 河南省教育厅自然科学研究项目(2011B210007)

作者简介: 冯素伟(1978-), 女, 河南濮阳人, 讲师, 硕士, 主要从事小麦高产优质栽培研究与教学工作。E-mail: fsw@hist.edu.cn

\* 通讯作者: 茹振钢(1958-), 男, 河南焦作人, 教授, 硕士生导师, 主要从事小麦遗传育种研究与教学工作。

等<sup>[7]</sup>对不同株型小麦冠层叶片垂直分布的光谱响应进行了研究,认为小麦冠层光谱特点与冠层结构关系密切。小麦的冠层结构又受冠层叶面积的影响<sup>[8]</sup>。石祖梁等<sup>[9]</sup>研究表明,小麦冠层的氮素垂直分布与小麦籽粒品质相关,氮是叶绿素的重要组成成分,因此,小麦冠层叶片的含氮量对冠层叶绿素的分布影响较大<sup>[10]</sup>。石强等<sup>[4]</sup>认为,密度对产量的影响较大,对于不同产量水平的群体,其顶四叶的长短及排列有很大差异,从而表现出不同的冠层特征。前人对小麦冠层的光谱特征研究较多,而对冠层叶面积及叶片叶绿素含量的研究较少。为此,以目前黄淮麦区种植面积最大的小麦品种百农矮抗 58 为材料,研究了小麦冠层结构参数及产量变化动态,旨在为百农矮抗 58 大面积推广提供技术支撑,为小麦的高产理论提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

选用目前生产上大面积种植的小麦品种百农矮抗 58 为试验材料。

### 1.2 试验设计与方法

试验播量设 5 个处理,分别为 135 万、180 万、225 万、270 万、315 万苗/hm<sup>2</sup>。试验采用随机区组设计,重复 3 次,每小区 6 行,行长 8 m,行距 0.20 m,小区面积 11.2 m<sup>2</sup>。试验各处理统一基施有机肥(猪粪) 45 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,硝酸磷肥 1 500 kg/hm<sup>2</sup>,小区间基础肥力一致。越冬期(12 月 15 日)结合灌水追施氮肥 1 次,方式为隔行开沟撒施。返青期灌水 1 次,其他管理同一般大田生产。

### 1.3 测定项目与方法

主要测定百农矮抗 58 冠层叶片叶绿素含量、绿叶面积及透光率的动态变化,花后每隔 7 d 测定 1 次,按植株高度自下而上均匀分为 3 层,利用 SPAD 叶绿素仪测定地上部各层叶片的叶绿素含量;利用冠层分析仪(TOP-1000)测定群体冠层的透光率,透光率 = 测定层光强/冠层顶部光强 × 100%;利用叶面积测定仪(YMJ-B)测定各层的叶面积。收获前采用不间断取样法于每小区选取 50 穗考种,调查每穗粒数、总小穗数、无效小穗数;成熟期按小区收获,计产,数取千粒重。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同播量对百农矮抗 58 冠层叶片叶绿素含量变化的影响

由图 1 可以看出,随着生育期的推进,百农矮抗

58 中下部叶片叶绿素含量呈下降趋势,而上部叶片则表现为先升高再下降的趋势。下部叶片叶绿素含量较低,花后 20 d(灌浆盛期)时叶片中叶绿素含量几乎为零,中部叶片的叶绿素含量自花后 20 d 急剧下降,而上部叶片叶绿素含量随着下部叶片叶绿素含量的下降有明显的升高现象,花后 20 d 逐渐下降,至花后 27 d 开始急剧下降。总体来看,百农矮抗 58 冠层叶片叶绿素含量依次是下部叶片 < 中部叶片 < 上部叶片。上部叶片在生育后期保持较高的叶绿素含量,可维持百农矮抗 58 较好的光合态势,为高产奠定基础,说明上部叶片的功能期较长。从图 1 还可以看出,百农矮抗 58 在播量较小的条件下,其叶绿素含量相对较高,大播量条件下,叶绿素含量相对较低,而且下部叶片叶绿素含量受播量的影响较大,而上部叶片受播量的影响较小。

### 2.2 不同播量对百农矮抗 58 冠层单株叶面积变化的影响

从图 2 可以看出,百农矮抗 58 冠层单株叶面积变化与冠层叶绿素含量一样呈现规律性的变化特征。开花期冠层绿叶面积较大,冠层上部绿叶面积在 27~30 cm<sup>2</sup>,中部单株绿叶面积为 59~65 cm<sup>2</sup>,而下部绿叶面积低于 28 cm<sup>2</sup>。综合来看,中、上部的绿叶面积所占整株绿叶面积比例较大,为光合主体。下部叶片的单株叶面积自花后 13 d 开始急剧下降,至花后 20 d 绿叶面积消失;开花后中部叶面积呈现逐渐下降趋势;而冠层上部的绿叶面积变化较为缓和,受生育期的影响较小,一直保持恒定的绿叶面积,直至灌浆结束。低播量条件下,冠层绿叶面积相对较大,而大播量条件下的冠层绿叶面积相对较小,可能是由于群体间的相互竞争所致。

### 2.3 不同播量对百农矮抗 58 冠层透光率变化的影响

播量对百农矮抗 58 冠层下部透光率影响不大,但对冠层中、上部透光率有一定影响(图 3),播量间差异较大。低播量条件下,冠层中上部透光率相对较大,特别是冠层中部的透光率在灌浆前期和后期表现的尤为明显。从图 3 可以看出,除 315 万苗/hm<sup>2</sup> 处理下冠层上部透光率变化不大外,其他播量条均呈现“高一低一高一低”的变化趋势,花后透光率逐渐下降,花后 13 d 达到最低值,而后又逐渐增大,至花后 27 d 达到高峰,后又趋于下降。总之,百农矮抗 58 冠层透光率的大小依次为冠层下部 < 冠层中部 < 冠层上部。

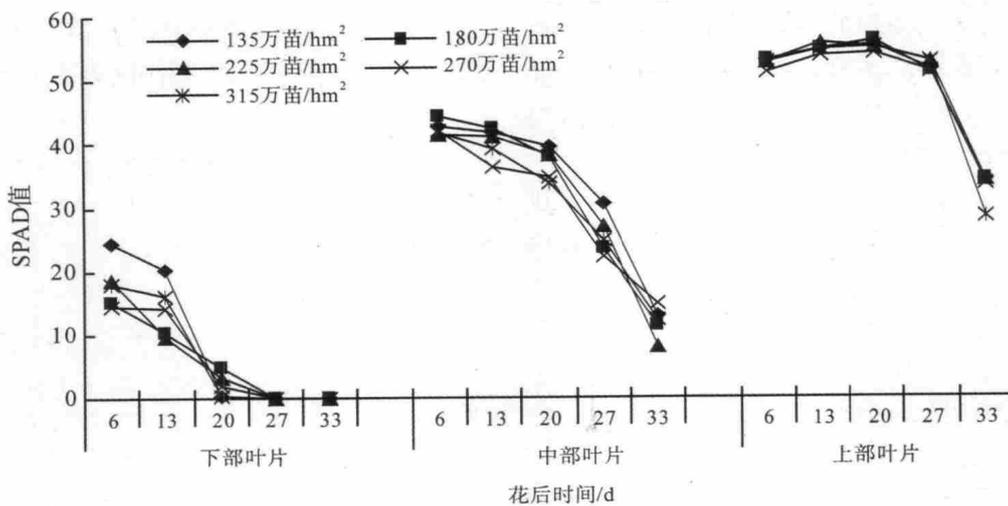


图 1 百农矮抗 58 冠层叶片叶绿素动态变化

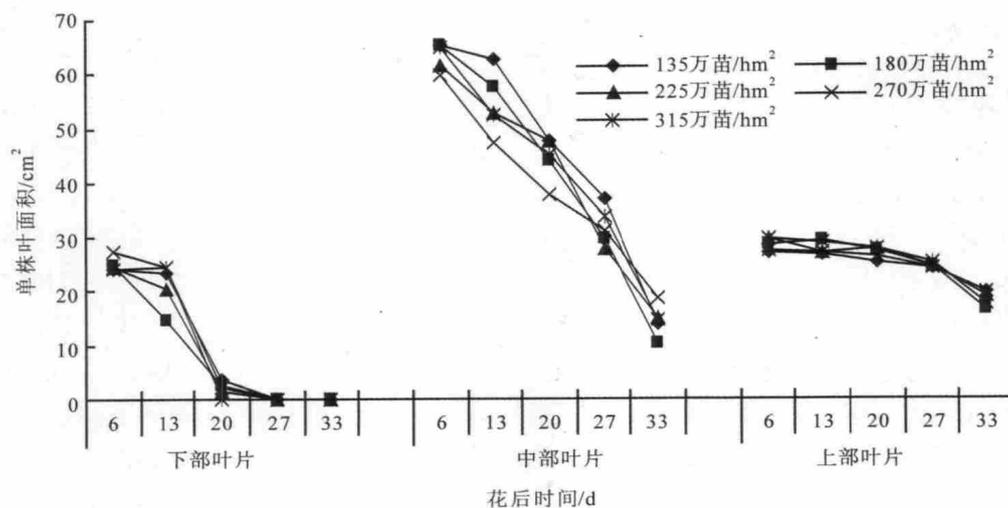


图 2 百农矮抗 58 冠层单株叶面积动态变化

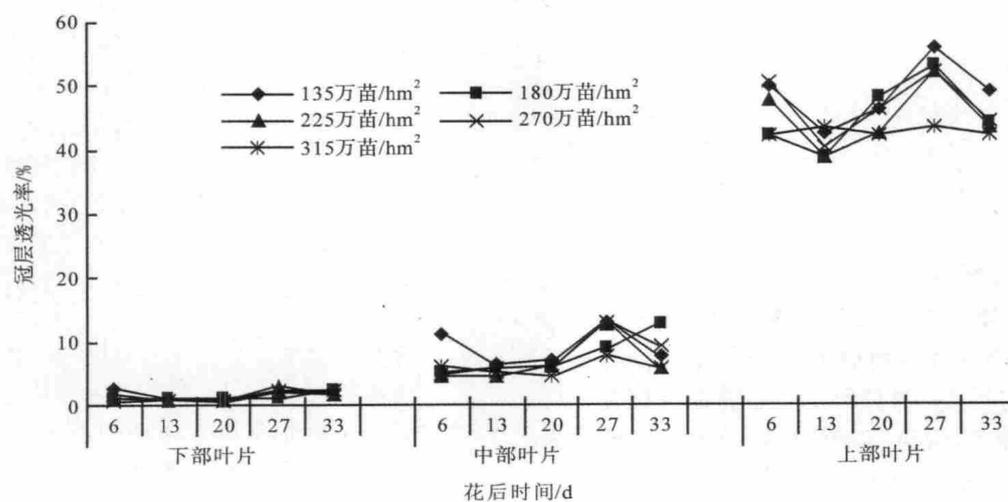


图 3 百农矮抗 58 冠层透光率动态变化

2.4 不同播量对百农矮抗 58 产量性状的影响

百农矮抗 58 穗数随着播量的增加总体上呈增加趋

势,而穗粒数的变化与穗数正好相反,随着播量增加总体上呈降低趋势,千粒重随着穗粒数的降低有所增加。在

135 万~270 万苗/hm<sup>2</sup> 条件下,产量随着播量的增加而升高,超过 270 万苗/hm<sup>2</sup> 又趋于下降,但不同播量处理

的产量及产量构成因素间差异均不显著,这说明百农矮抗 58 的播量弹性大,群体自动调节能力强。

表 1 不同播量对百农矮抗 58 产量性状的影响

| 播量/<br>(万苗/hm <sup>2</sup> ) | 穗数/<br>(万穗/hm <sup>2</sup> ) | 穗粒数/粒  | 千粒重/g  | 单穗总<br>小穗数/个 | 单穗无效<br>小穗数/个 | 产量/<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|------------------------------|--------|--------|--------------|---------------|------------------------------|
| 135                          | 681.60a                      | 34.52a | 37.63a | 20.13a       | 3.05a         | 8 097.96a                    |
| 180                          | 689.10a                      | 36.40a | 37.43a | 21.27a       | 3.70a         | 8 241.71a                    |
| 225                          | 717.15a                      | 35.17a | 39.25a | 20.75a       | 3.12a         | 8 664.63a                    |
| 270                          | 714.00a                      | 33.62a | 38.07a | 21.55a       | 4.00a         | 8 727.13a                    |
| 315                          | 779.10a                      | 33.38a | 38.71a | 20.35a       | 3.25a         | 8 297.96a                    |

### 3 结论与讨论

百农矮抗 58 具有高产、稳产的特性,其群体的自动调节能力较强<sup>[11]</sup>。本试验结果再次证明,百农矮抗 58 群体的自动调节能力强,播量弹性大,基本苗在 135 万~270 万/hm<sup>2</sup> 条件下其对产量及产量构成因素的影响不大。百农矮抗 58 冠层叶片叶绿素含量、单株绿叶面积和冠层透光率的变化动态呈现一定规律性,花后 20 d 是冠层各测定指标变化的转折点,中、下部透光率增大,但下部绿叶面积消失,冠层上部叶片功能期长,始终是光合主体,为后期籽粒灌浆奠定了物质基础。

冠层结构涉及光、干物质、叶面积等的时空分布,与产量及品质形成密切相关。前人主要对冠层上部,特别是旗叶的特征特性与产量的关系研究较多<sup>[12]</sup>,对整个冠层的结构特征研究较少。叶片叶绿素含量与光合作用密切相关,百农矮抗 58 中、下部叶片的叶绿素含量随着生育期的推进而下降,但上部叶片的叶绿素含量在花后 20 d 左右达到高峰,之后下降,这可能是由于百农矮抗 58 下部叶片的叶绿素含量降低,激发了上部叶片叶绿素含量的增加,从而为籽粒生长提供物质保证,这也是百农矮抗 58 高产稳产的生理基础,这一结论与柴彦君等<sup>[10]</sup>的研究结果有出入,冠层叶绿素的变化特征有待进一步验证。

王义芹等<sup>[12]</sup>通过对小麦冠层叶片的叶面积研究得出,小麦开花后主要靠上 3 片叶(旗叶、倒二叶和倒三叶)的光合作用供给籽粒养分,单株上部 3 片叶叶面积、单株叶面积与单株生物产量、籽粒产量显著正相关,而下部 3 片叶与生物产量和籽粒产量的相关不明显;闫长生等<sup>[5]</sup>认为,高产品种冠层中光合面积大小与穗粒质量关系密切,但更重要的是绿叶面积持续期的长短,这与本研究的结论基本一致,高产品种百农矮抗 58 上部叶片的功能期长,冠层上部可截获 50% 以上的光能,且叶绿素含量一直保持较高水平,为后期籽粒灌浆提供足够的物质积累。透光率与基因型相关<sup>[7]</sup>,叶角、叶姿及叶片大小对透光率均有较大影响。百农矮抗 58 中、下部的透光率出现了下降趋势,可能是由于

旗叶在花后 20 d 左右由直立转披造成的,而旗叶直立转披是一种高光效的形态结构,可使小麦的产量潜力得以充分发挥<sup>[13]</sup>。通过本试验研究可知,百农矮抗 58 群体自动调节能力强,冠层结构的合理性,是其高产稳产的生理基础。

#### 参考文献:

- [1] 董钻,沈秀瑛.作物栽培学总论[M].北京:中国农业出版社,2000:12.
- [2] 魏曼中.小麦株型结构分析法与消光系数分布的基因型间的差异[J].南京农业大学学报,1987,10(3):21-27.
- [3] 霍成斌,李岩华,孙美荣,等.不同播期、密度对冬小麦冠层结构特征及产量的影响[J].陕西农业科学,2011(3):14-17.
- [4] 石强,李德志,朱志玲,等.土壤肥力和植株密度对冬小麦冠层结构的影响[J].安徽农业科学,2007,35(19):5720-5724.
- [5] 闫长生,肖世和,张秀英,等.冬小麦冠层内的光分布[J].华北农学报 2002,17(3):7-13.
- [6] 王焱,毕建杰,刘建栋,等.水分胁迫对冬小麦冠层内的光分布影响的研究[J].华北农学报 2009,24(增刊):119-125.
- [7] 肖春华,李少昆,王克如,叶片垂直分布对小麦冠层方向光谱响应研究[J].中国农业科学,2008,41(8):2271-2278.
- [8] 刘东升,李淑敏.北京地区冬小麦冠层光谱数据与叶面积指数统计关系研究[J].国土资源遥感,2008,78(4):32-35.
- [9] 石祖梁,殷美,荆奇,等.冬小麦冠层氮素垂直分布特征及其与籽粒蛋白质的关系[J].麦类作物学报,2009,29(2):289-293.
- [10] 柴彦君,袁家富,熊又升,等.不同冬小麦品种氮效率及其生理差异的研究[J].中国土壤与肥料,2011(1):21-25.
- [11] 冯素伟,李淦,胡铁柱,等.不同行距配比对百农矮抗 58 产量的影响[J].河南科技学院学报,2009,37(1):5-7.
- [12] 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.
- [13] 刘永康,李明军,李景原,等.小麦旗叶直立转披动态过程对其高光效的影响[J].科学通报,2009,54(15):2205-2211.