

百农 207 不同生育期的光合、干物质动态与产量性状研究

欧行奇¹, 王永霞², 李新华³, 乔红³, 王紫娟³, 欧阳娟³

(1. 河南科技学院生命科技学院, 河南 新乡 453003; 2. 河南省农业科学院作物设计中心, 郑州 450002; 3. 新乡市农乐种业有限公司, 河南 新乡 453002)

摘要:为明确百农 207 的高产稳产机理, 田间自然条件下对百农 207、周麦 18 和矮抗 58 不同生育时期的光合特性、干物质动态及产量性状进行研究。结果表明, 百农 207 具有较好的光合特性, 开花期其净光合速率最高, 较周麦 18 和矮抗 58 分别提高 15.76% 和 18.22%, 且花后能保持较长时间的高光合速率; 单茎干物质重在所有的生育时期中均最重; 品种间分蘖成穗差异比较发现, 百农 207 为典型的分蘖力一般、成穗率高的类型; 产量性状分析, 百农 207 的穗粒数和穗粒重的增加明显, 其经济产量分别较周麦 18 和矮抗 58 提高 2.48% 和 14.50%。高光合速率、干物质积累多、成穗率高及穗粒数和穗粒重的增加是百农 207 高产稳产的生理基础。

关键词:小麦; 光合特性; 干物质动态; 产量性状

中图分类号: S512.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)04-0013-03

Study on Photosynthesis, Dry Matter Dynamics and Yield Characters of Bainong 207 at Different Growth Stages

OU Xingqi¹, WANG Yongxia², LI Xinhua³, QIAO Hong³, WANG Zijuan³, OUYANG Juan³

(1. School of Life Science and Technology, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003; 2. Crop Designing Centre, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002; 3. Xinxiang Nongle Seed Industry Co., Ltd., Xinxiang 453003, China)

Abstract: In order to clarify the high and stable yield mechanism of Bainong 207, the photosynthetic characteristics, dry matter dynamics, and yield characteristics of Bainong 207, Zhoumai 18, and Aikang 58 were studied under natural field conditions. The results showed that Bainong 207 had higher photosynthetic characteristics, and the photosynthetic rate of anthesis stage was the highest, which was 15.76% and 18.22% higher than that of Zhoumai 18 and Aikang 58, respectively. It could maintain high photosynthetic rate for a long time after anthesis. The weight of single stem was heaviest in all growth periods. It was found that Bainong 207 was a typical tillering type with general tillering ability and high heading rate. According to yield and character analysis, grain number per ear and grain weight per ear of Bainong 207 increased significantly, and its economic yield was 2.48% and 14.50% higher than that of Zhoumai 18 and Aikang 58, respectively. High photosynthetic rate, more dry matter accumulation, high panicle rate and the increase of grain number per spike and grain weight per spike are the physiological basis for high and stable yield of Bainong 207.

Key words: Wheat; Photosynthetic characteristics; Dry matter dynamics; Yield characters

小麦是我国主要的粮食作物之一, 其产量的高低直接影响国民经济的发展水平^[1-2]。其最终的籽粒产量可以分解为收获指数和生物量 2 个部

分。经过几十年的选择、培育, 小麦的收获指数从 30% 左右提高到现今的 45% 左右, 更有甚者达到 50% 以上, 接近收获指数的最高值, 小麦产量潜力改良的难度加大^[3-4]。在保持现有收获指数的水平上, 通过增加小麦的生物产量进而提高籽粒产量成为关键。作物生物量的提高关键在于光能利用率的提高, 光合作用是小麦干物质生产的基础, 较高的光合碳同化能力是获得小麦高产的前

收稿日期: 2019-03-19

基金项目: 河南省重大科技专项(151100110700); 新乡市创新型科技团队(TD15004); 河南科技学院高层次人才科研启动项目(2015003)

作者简介: 欧行奇(1964-), 男, 教授, 主要从事小麦育种工作。

提。大量研究认为冬小麦花后光合特性对籽粒有很大影响,尤其是开花期和灌浆期^[5-6]。小麦旗叶是生长发育后期最重要的功能叶片,其光合速率是决定籽粒产量的关键因素^[7],已有研究证实叶片光合速率与小麦籽粒产量呈显著正相关^[8]。任建强等^[9]和马鹏里等^[10]也认为,冬小麦关键生育期累积的生物量与光温条件及作物经济产量成正比。因此,开展小麦品种生育后期的光合性能、干物质积累和产量性状的研究,发掘光合性能优异、干物质积累快且量大的小麦亲本材料,对小麦品种产量潜力的遗传改良将是十分有益的。本研究在田间自然条件下对河南省3个主推品种百农207、周麦18和矮抗58生育中后期的光合速率、干物质动态及产量进行比较分析,探讨百农207的高产稳产机理,以期为其推广和利用提供一定的理论依据与参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

供试材料为小麦品种百农207、周麦18、矮抗58,均由河南科技学院小麦遗传改良研究中心提供。

试验于2014~2015年小麦生长季在辉县北云门镇中小营村河南科技学院小麦育种试验田进行。试验地前茬为玉米掩青,亩施金正大复合肥40 kg作基肥随耕耙施入土壤。试验田地势平坦,排灌条件良好。每个品种设3次重复,采用随机区组排列,小区长4 m,面积为5.28 m²,行距0.22 m,每个小区种植6行。播期为2014年10月8日。

1.2 旗叶净光合速率(Pn)的测定

分别于挑旗期、抽穗期、开花期、灌浆初期、灌浆中期和灌浆后期的9:00~11:00,利用LI-6400便携式光合分析仪测定小麦旗叶净光合速率(Pn),其中,测定时CO₂浓度设定为380 μmol/L,温度和光照强度与自然环境相同,每个品种3次重复。

1.3 干物质积累量测定

分别于越冬、返青、拔节、抽穗、灌浆和成熟期,各供试品种每个取样区取10株,去掉根部,置于105℃下杀青30 min,80℃烘干至恒重后,用于测定单茎(蘖)干物质的积累量。

1.4 品种群体分蘖成穗率调查

分别于冬前和拔节期考查冬前分蘖和最高分蘖,在穗子完全抽出后调查单位面积穗数,成穗率=(单位面积有效穗数/最高分蘖)×100%。

1.5 产量测定

每个小区中间行连续数取30穗,调查穗粒

数、穗粒重和千粒重;测量每个小区的生物产量和经济产量,经济系数=经济产量/生物产量。

1.6 数据分析

试验数据采用Excel 2007和DPS V16.05高级版进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同生育期旗叶净光合速率变化

从图1可以看出,3个小麦品种的旗叶净光合速率(Pn)随着生育进程的推进均呈先升后降的趋势,开花期达最高值,其中百农207的旗叶净光合速率(Pn)最高,分别较周麦18和矮抗58提高15.76%和18.22%,差异达显著水平。不同品种间旗叶净光合速率(Pn)比较发现,百农207的旗叶净光合速率(Pn)在所有生育时期均为最大,与其他两个品种差异达显著水平;周麦18和矮抗58的旗叶净光合速率(Pn)在挑旗期、抽穗期、开花期和灌浆初期差异不显著,在灌浆中期和灌浆后期差异达显著水平。上述结果表明,百农207具有较好的光合速率,且在开花后能保持较高的光合速率,并持续较长时间,为干物质的积累提供了充足的底物供应。

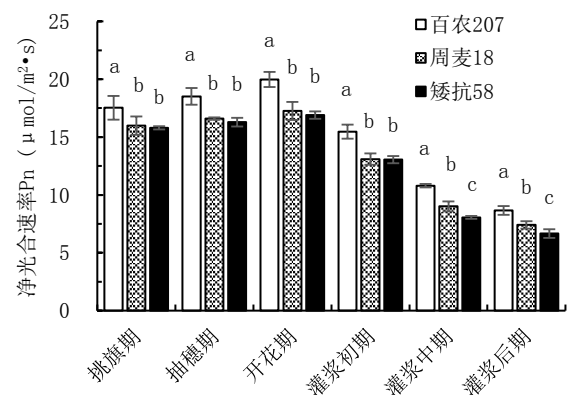


图1 不同小麦品种旗叶净光合速率

2.2 不同生育期单茎干物质动态变化

随着生育时期的推进,单茎(蘖)干物质重均呈逐渐递增趋势,成熟期达到最大值。品种间比较分析,百农207的单茎(蘖)干物质重在所有的生育时期中均最重,除返青期与周麦18的差异不显著外,其余5个生育时期与周麦18、矮抗58的差异均达显著水平;周麦18和矮抗58的单茎(蘖)干物质重量在越冬期、返青期、拔节期、灌浆期和成熟期差异达显著水平(图2)。

2.3 不同品种群体分蘖成穗分析

由表1可以看出,不同品种的冬前分蘖数、最

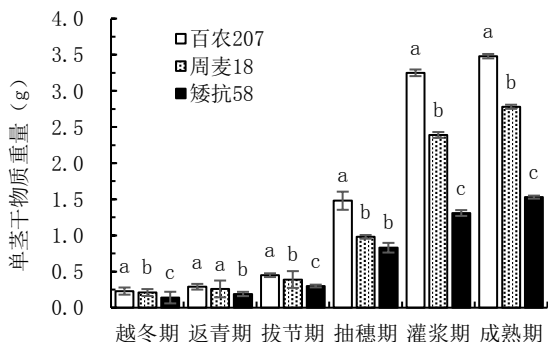


图2 不同小麦品种单茎(蘖)干物质重的动态变化

高分蘖数和有效穗数均表现为矮抗58>周麦18>百农207;成穗率方面由高到低表现为百农207>周麦18>矮抗58。其中,矮抗58、周麦18的冬前分蘖数和百农207之间的差异达极显著水平;3个品种间最高分蘖数的差异达极显著水平;矮抗58有效穗数与周麦18、百农207之间的差异达显著水平;百农207的成穗率与周麦18和矮抗58二者的差异达显著水平。综合3个品种的分蘖成穗差异表现,百农207为典型的分蘖力一般、成穗率高的类型。

表1 不同品种分蘖成穗差异显著性比较

品种	冬前分蘖 (万/hm ²)	最高分蘖 (万/hm ²)	有效穗数 (万/hm ²)	成穗率 (%)
百农207	1 478.85bB	1 603.05cC	745.35bA	46.50aA
周麦18	1 733.40aA	1 818.15bB	758.25bA	41.70bA
矮抗58	1 836.30aA	2 042.40aA	844.20aA	41.33bA

2.4 不同品种产量性状分析

2.4.1 不同品种的生物产量、经济产量和经济系数比较分析

产量比较分析发现,3个品种中,百农207的生物产量和经济产量最高,其次为周麦18和矮抗58(表2),其中百农207的经济产量分别较周麦18和矮抗58提高2.48%和14.50%。品种间比较分析,百农207、周麦18的生物产量和经济产量差异均不显著,百农207、周麦18二者与矮抗58的生物产量和经济产量差异达极显著水平。经济系数方面,从大到小表现为矮抗58>百农207>周麦

表2 不同品种产量差异显著性比较

品种	生物产量 (kg/hm ²)	经济产量 (kg/hm ²)	经济系数
百农207	29 887.20aA	11 071.35aA	0.370 7aA
周麦18	29 396.40aA	10 803.75aA	0.367 5aA
矮抗58	25 534.95bB	9 669.00bB	0.378 7aA

18,品种间差异不显著。

2.4.2 不同品种的产量要素分析

穗数表现为矮抗58>周麦18>百农207,品种间差异未达到极显著水平;穗粒数和穗粒重变化趋势一致,百农207>周麦18>矮抗58,品种间穗粒数差异极显著,百农207、周麦18二者与矮抗58的穗粒重差异达极显著水平;千粒重表现为周麦18>矮抗58>百农207,周麦18与矮抗58、百农207二者的千粒重差异达极显著水平(表3)。上述结果表明,百农207的高产可能归因于穗粒数和穗粒重的增加。

表3 不同品种产量要素差异显著性比较

品种	穗数 (万/hm ²)	穗粒数 (粒)	穗粒重 (g)	千粒重 (g)
百农207	745.35bA	36.04aA	1.52aA	42.13bB
周麦18	758.25bA	30.01bB	1.43aA	47.55aA
矮抗58	844.20aA	26.87cC	1.15bB	42.66bB

3 讨论

小麦旗叶净光合速率是小麦光合生理特性的综合反映,也是其光合效能好坏的直接指标^[11]。隋娜等对山东省超高产小麦品种生育后期旗叶生理特性的研究表明,保持较长的光合速率高值持续期,是提高小麦产量的重要途径^[12]。张庆琛等的研究表明,较好的光合特性是郑麦7698高产的重要生理基础^[13]。本研究也得到相似的结果,百农207整个生育期净光合速率(Pn)均较高,且在花后持续较长时间的高值,从而有利于小麦灌浆,提高粒重,获得高产。由于黄淮麦区小麦生长的后期时常遭遇高光强和高温胁迫,百农207的高光效特性也反映了该品种具有一定的耐温度胁迫能力。

干物质的积累是作物产量形成的基础^[14-15],光合作用能力的强弱与小麦干物质积累密切相关。小麦籽粒中2/3以上干物质是花后所形成的光合物质,花后光合速率高值持续期越长,对提高小麦产量越有利。本文通过对参试的3个品种净光合速率和单茎(蘖)干物质重量的研究发现,百农207整个生育期的光合速率明显高于周麦18和矮抗58,其干物质积累也最快,且花后的高光合速率持续较长时间。产量性状结果也表明,百农207的生物产量和经济产量明显高于周麦18和矮抗58。以上结果表明,旗叶净光合速率与生物产量和经济产量之间呈显著正相关,(下转第62页)

- [J]. 农业工程学报, 1993(4): 58-61.
- [14] 陈端生, 郑海山, 张建国, 等. 日光温室气象环境综合研究(三)几种弧型采光屋面温室内直射光量的比较研究[J]. 农业工程学报, 1992(4): 78-82.
- [15] 吴毅明, 曹永华, 孙忠富, 等. 温室采光设计的理论分析方法—设施农业光环境模拟分析研究之一[J]. 农业工程学报, 1992(3): 73-80.
- [16] 高志奎, 魏兰阁, 王 梅, 等. 日光温室采光性能的实用型优化研究[J]. 河北农业大学学报, 2006(1): 1-5.
- [17] 轩维艳. 日光温室采光屋面曲线数学模型的建立与分析[J]. 天津农业科学, 2006(4), 12(4): 44-46.
- [18] 白义奎, 佟国红, 姜传军, 等. 预应力拉索拱结构在日光温室骨架设计中的应用[J]. 钢结构, 2002(3): 14-15.
- [19] 周长吉. 有立柱钢管骨架日光温室的结构优化[J]. 农业工程学报, 1994(1): 157-160.
- [20] 李晓豁. 日光温室载荷的模拟研究[J]. 农业机械学报, 2005(9): 86-88.
- [21] 周长吉. 日光温室优化设计及综合配套技术(三)无柱式日光温室骨架结构优化设计[J]. 农业实用工程技术, 1993(3): 3-5.
- [22] 张 鹰, 梁建坤, 李树青, 等. 日光温室骨架的应力测试分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2002(3): 205-207.
- [23] 卢旭珍, 邱 凌. 单面坡日光温室钢骨架有限元优化[J]. 农业机械学报, 2005(3): 150-151, 154.
- [24] 周长吉. 日光温室结构优化设计及综合配套技术(四)日光温室围护结构——墙体的保温性能[J]. 农业工程技术(温室园艺), 1993(3), 36(9): 6-6.
- [25] 佟国红, 王铁良, 白义奎, 等. 日光温室墙体传热特性的研究[J]. 农业工程学报, 2003(3): 186-189.
- [26] 白义奎, 王铁良, 李天来, 等. 缀铝箔聚苯板空心墙体保温性能理论研究[J]. 农业工程学报, 2003(3): 190-195.
- [27] 李小芳, 陈青云. 墙体材料及其组合对日光温室墙体保温性能的影响[J]. 中国生态农业学报, 2006(4): 185-189.
- [28] 张立芸, 徐刚毅, 郭忠利. 加气混凝土砌块在日光温室建造中的应用研究[J]. 农业工程技术(温室园艺), 2006(5): 12-14.
- [29] 彭致功, 段爱旺, 郝庆炉. 节能日光温室光照强度的分布及其变化[J]. 干旱地区农业研究, 2003(2): 37-40.
- [30] 李小芳, 陈青云. 用云遮系数法计算日光温室内太阳辐射[J]. 农业工程学报, 2004(3): 212-216.
- [31] 李振海, 郭慧卿, 张振武, 等. 日光温室几何参数与室内温度环境的关系[J]. 沈阳农业大学学报, 1995(1): 58-63.
- [32] 陈青云, 汪政富. 节能型日光温室热环境的动态模拟[J]. 中国农业大学学报, 1996(1): 67-72.

(责任编辑:王丝语)

(上接第15页)该结果与王义芹等人的研究结果相一致^[8]。

卓武燕等对14个陕西类型小麦和7个黄淮类型小麦的光合特性和主要农艺性状进行聚类分析,将高产小麦分为2类,一类具有旗叶净光合速率高、旗叶面积小、有效穗数、千粒重较大等特点;另一类具有净光合速率一般、穗粒数多、千粒重较小、旗叶面积较大等特点^[16]。百农207则不同于上述两种类型,其旗叶宽长、上冲,净光合速率高,在较高的穗粒数基础上保持了较高的穗粒重,有效地协调了高穗粒数与高穗粒重,从而实现了高产,该品种的育成将为黄淮小麦新品种选育提供重要的理论参考。

参考文献:

- [1] 张 宁. 小麦穗分枝性状的遗传控制与QTL定位[D]. 秦皇岛: 河北科技师范学院, 2012.
- [2] 李新伟, 田 敏, 肖 新. 基于小麦养分快速诊断的施肥决策与控制系统设计[J]. 东北农业科学, 2019, 44(2): 23-27.
- [3] 茹振钢, 冯素伟, 李 淦. 黄淮麦区小麦品种的高产潜力与实现途径[J]. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3388-3393.
- [4] 周 琳, 王 贤, 殷贵鸿, 等. 超高产小麦收获指数与灌浆期旗叶光合特性的相关性分析[J]. 河南农业科学, 2011, 40(6): 43-45.
- [5] 胡 芬, 赵聚宝, 姜雁北, 等. 土壤水分对冬小麦干物质积累和水分利用效率的影响[J]. 中国农业气象, 1994, 15(2):

- 12-14.
- [6] 石 岩, 于振文, 位东斌, 等. 土壤水分胁迫对小麦根系与旗叶衰老的影响[J]. 西北植物学报, 1998(2): 196-201.
- [7] 康华靖, 陶月良, 权 伟, 等. 北方冬小麦旗叶光饱和点探讨[J]. 麦类作物学报, 2013, 33(6): 1252-1257.
- [8] 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(S2): 10-15.
- [9] 任建强, 陈仲新, 唐华俊. 基于MODIS-NDVI的区域冬小麦遥感估产—以山东省济宁市为例[J]. 应用生态学报, 2006, 17(12): 2371-2375.
- [10] 马鹏里, 蒲金涌, 赵春雨, 等. 光温因子对大田冬小麦累积生物量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(5): 1270-1276.
- [11] 张玲丽, 王 辉, 孙道杰, 等. 两种不同穗型小麦品种光合生理特性研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(3): 51-53.
- [12] 隋 娜, 李 萌, 田纪春, 等. 超高产小麦品种(系)生育后期光合特性的研究[J]. 作物学报, 2005, 31(6): 808-814.
- [13] 张庆琛, 许为钢, 胡 琳, 等. 小麦品种郑麦7698生育后期的光合性能及同化物运转特性[J]. 麦类作物学报, 2016, 36(3): 362-370.
- [14] 侯连涛, 江晓东, 韩 宾, 等. 不同覆盖处理对冬小麦气体交换参数及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(9): 66-71.
- [15] 梁 鹏, 石 玉, 赵俊晔, 等. 不同产量潜力小麦品种冠层光截获特性及产量的差异[J]. 麦类作物学报, 2018, 38(10): 57-62.
- [16] 卓武燕, 张正茂, 刘苗苗, 等. 不同类型小麦光合特性及农艺性状的差异[J]. 西北农业学报, 2016, 25(4): 66-74.

(责任编辑:刘洪霞)