

# 周麦 18 号小麦生理生化特性及其与产量性状的关系研究

王丽娜<sup>1</sup>,殷贵鸿<sup>1\*</sup>,韩玉林<sup>1</sup>,黄 峰<sup>1</sup>,唐建卫<sup>1</sup>,  
陈 龙<sup>2</sup>,于海飞<sup>1</sup>,杨光宇<sup>1</sup>,李新平<sup>1</sup>

(1. 周口市农业科学院,河南 周口 466001; 2. 周口师范学院 生命科学系,河南 周口 466001)

**摘要:**以新麦 18 号(CK1)和豫麦 49 号(CK2)为对照,对周麦 18 号小麦品种生理生化特性及其产量构成进行了研究。结果表明,周麦 18 号产量构成因素比较协调,其千粒重最高,为 48.8 g,分别较新麦 18 号、豫麦 49 号提高 21.1%、32.2%。周麦 18 号在灌浆期具有较高的叶面积指数、较稳定的净光合速率、较低的冠层温度,灌浆强度达 1.28 g/(d·千粒),还具有较强的碳、氮代谢活性以及灌浆中后期较强的根系活力,这些特性是周麦 18 号高产稳产的保证。

**关键词:**小麦;周麦 18 号;生理生化特性;灌浆;产量

**中图分类号:** S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)03-0024-04

## Physiological and Biochemical Properties and Their Relations with Yield Characters of Zhoumai 18

WANG Li-na<sup>1</sup>, YIN Gui-hong<sup>1\*</sup>, HAN Yu-lin<sup>1</sup>, HUANG Feng<sup>1</sup>, TANG Jian-wei<sup>1</sup>,  
CHEN Long<sup>2</sup>, YU Hai-fei<sup>1</sup>, YANG Guang-yu<sup>1</sup>, LI Xin-ping<sup>1</sup>

(1. Zhoukou Institute of Agricultural Sciences, Zhoukou 466001, China;

2. Department of Life Science, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466001, China)

**Abstract:** The physiological and biochemical characteristics and their relations with grain yield composition of Zhoumai 18 were studied during the wheat growing period, taking Xinmai 18 and Yumai 49 as the control varieties. The results showed that the main reason of high yield for Zhoumai 18 was higher thousand kernel weight and leaf area index, more stable net photosynthetic rate and lower canopy temperature, which could effectively maintained the higher grain filling intensity. In addition, the content of total soluble proteins and total soluble sugars also indicated that Zhoumai 18 had the higher activity of carbon and nitrogen metabolism in leaves. The higher root vitality guaranteed full grain filling and better maturing phase.

**Key words:** wheat; Zhoumai 18; physiological and biochemical properties; grain-filling; yield

小麦产量的形成受多种因素制约,获得高产是一系列生理生化过程相互作用的结果<sup>[1-9]</sup>。周麦 18 号是黄淮麦区的主推小麦品种和国家黄淮南片小麦区试及河南省小麦区试对照用种,其主要优点是高产、稳产、多抗、广适、耐旱,千粒重常年稳定在

48~49 g,属大粒型高产稳产小麦品种。为了解大粒品种稳产高产成因,本试验对不同生育时期周麦 18 号的叶面积指数、净光合速率、冠层温度、可溶性蛋白和可溶性糖含量进行了测定,分析了碳、氮代谢活性对籽粒灌浆的作用,旨在通过对周麦 18 号生理

收稿日期:2012-09-28

基金项目:国家科技支撑计划项目(2011BAD07B02-4);转基因生物新品种培育重大专项(2011ZX08002-003);河南省现代农业产业技术体系建设专项(2130199-ny);国家农业科技成果转化项目(2009GB2D000548);现代农业产业技术体系建设专项(nycytx-03)

作者简介:王丽娜(1982-),女,河南扶沟人,助理研究员,本科,主要从事小麦遗传育种研究。E-mail:wanglier1214@163.com

\* 通讯作者:殷贵鸿(1974-),男,河南许昌人,副研究员,博士,主要从事小麦遗传育种研究。E-mail:yinguihong2008@163.com

生化特性的研究,探讨其高产、稳产的原因,为今后小麦育种提供理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试小麦品种及试验地概况

供试小麦品种为周麦18号、新麦18号和豫麦49号。

试验于2009—2010年连续在周口市农业科学院小麦试验田进行。试验田土壤质地为壤质土,肥力水平较高,常年小麦产量9 000 kg/hm<sup>2</sup>以上,0~20 cm耕层土壤速效氮57.47 mg/kg、速效磷21.65 mg/kg、速效钾154.63 mg/kg,前茬为大豆。播种前基施纯氮80 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 170 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 75 kg/hm<sup>2</sup>,拔节期追施氮肥120 kg/hm<sup>2</sup>。田间管理同常规高产田。

### 1.2 试验方法

试验小区面积6.67 m<sup>2</sup>,6行,行距0.20 m,重复3次,人工间、定苗,基本苗225万苗/hm<sup>2</sup>。在小麦越冬期、拔节期、孕穗期、开花期、灌浆中期、成熟期6个生长时期,每品种分别取中间2行的10株进行测量、测定分析。籽粒的灌浆进程调查参考马冬云等<sup>[10]</sup>的方法;冠层温度调查同刘建军等<sup>[5]</sup>的方法;光合速率用CB-1102便携式光合蒸腾仪测定;根系活力用氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定;叶绿素含量用分光光度法测定;可溶性糖含量用蒽酮比

色法测定;可溶性蛋白用考马斯亮蓝法测定。

### 1.3 统计方法

试验数据采用SAS 8.0进行统计分析,用Excel 2003制表。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同小麦品种产量及其构成因素比较

周麦18号的产量为9 481.2 kg/hm<sup>2</sup>(表1),显著高于新麦18号、豫麦49号;穗粒数和成穗数均略高,但与新麦18号、豫麦49号差异不显著;千粒重为48.8 g,较新麦18号、豫麦49号分别提高21.1%、32.2%,差异均达显著水平。因此,从产量及其构成因素上看,周麦18号产量的主要贡献来自千粒重的提高。周麦18号的收获指数为49.4,较新麦18号、豫麦49号分别提高16.0%、27.3%,提高幅度较大。周麦18号株高较新麦18号略有降低,且基部节间秆质强,株高构成指数为58.1%,优于新麦18号和豫麦49号,所以抗倒性较好。越冬期周麦18号群体较新麦18号和豫麦49号偏高,最高群体略低,最终成穗率为49.3%,显著高于新麦18号和豫麦49号,说明周麦18号冬前大分蘖较多,成穗率较高,减少了无效分蘖对养分的消耗,这与周麦18号分蘖力中等、分蘖整齐集中、两极分化快、分蘖成穗率较高且株型较好的特点相一致。

表1 不同小麦品种收获指数及产量构成

品种	产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	穗粒 数/粒	千粒 重/g	成穗数/ (万穗/hm <sup>2</sup> )	越冬群体/ (万穗/hm <sup>2</sup> )	最高群体/ (万穗/hm <sup>2</sup> )	成穗 率/%	株高/ cm	株高构成 指数/%	生物学产量/ (kg/hm <sup>2</sup> )	收获 指数/%
周麦18号	9 481.2a	34.1a	48.8a	599.2a	1 186.4a	1216.2a	49.3a	81.3a	58.1a	19 190.3a	49.4a
新麦18号(CK1)	8 137.0b	34.0a	40.3b	577.7a	1 135.4a	1364.1a	42.4b	82.1a	55.4a	19 119.7a	42.6ab
豫麦49号(CK2)	8 082.0b	34.0a	36.9c	543.5a	1 092.0a	1261.5a	43.1b	84.7a	57.6a	20 829.9a	38.8b

注:同列数值后不同字母表示差异达0.05显著水平,下同。

### 2.2 不同小麦品种叶面积指数、光合速率及冠层温度的比较

与新麦18号和豫麦49号相比,越冬期周麦18号的叶面积指数较高,但拔节期略低;孕穗期、灌浆中期,周麦18号的叶面积指数显著高于新麦18号和豫麦49号,这与周麦18号越冬期苗势壮,拔节期

最高群体略小于新麦18号,而成株期群体高相一致。开花期周麦18号的冠层温度较新麦18号和豫麦49号显著偏低,中后期保持较低的冠层温度,有利于延长小麦的叶片功能期,提高光合效率(表2),促进光合物质的生产、积累和分配,保证了粒大粒饱,有利于高产稳产。

表2 不同小麦品种各生育时期的叶面积指数、净光合速率(Pn)和冠层温度(T)

品种	叶面积指数						Pn/[μmol/(m <sup>2</sup> ·s)]					T/℃				
	W	SE	BS	AS	FM	M	SE	BS	AS	FM	M	SE	BS	AS	FM	M
周麦18号	1.60a	3.98a	7.33a	4.29a	3.69a	0.88a	15.61a	19.41a	23.83a	14.83a	7.79a	30.20a	35.65a	29.70b	34.65a	35.15a
新麦18号	1.32b	4.14a	6.64b	3.85a	3.09b	0.89a	17.21a	20.16a	24.58a	12.34b	4.29b	29.75a	36.05a	30.85a	35.40a	36.05a
豫麦49号	1.28b	4.06a	6.52b	3.83a	3.15b	0.81a	16.57a	18.08b	25.43a	12.91b	3.62b	30.35a	36.00a	30.20a	35.45a	36.40a

注:W为越冬期;SE为拔节期;BS为孕穗期;AS为开花期;FM为灌浆中期;M为成熟期,下同。

### 2.3 不同小麦品种灌浆规律及其与可溶性蛋白、可溶性糖含量的关系分析

周麦 18 号的生育特点是前期较为健壮,中期较为稳健,抽穗较迟,但开花期集中且短,灌浆后期仍保持较高的灌浆速率,这种生育特点对抗寒性特别是抗倒春寒较为有利,有利于高产稳产。3 个品种的灌浆规律均符合大多数品种的“慢—快—慢”的“S”灌浆曲线(图 1)。

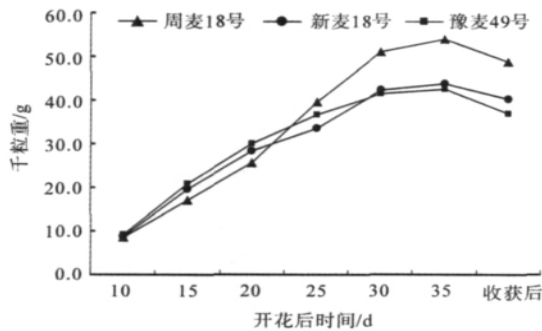


图 1 不同小麦品种籽粒灌浆进程

表 3 不同小麦品种的生育期与灌浆强度

品种	抽穗期/ (月-日)	开花期/ (月-日)	成熟期/ (月-日)	全生育 期/d	播种—抽穗 天数/d	抽穗—开花 天数/d	开花—成熟 天数/d	灌浆强度/ [g/(d·千粒)]	籽粒 生产率/%
周麦 18 号	04-17	04-24	06-01	226	181	7	38	1.28	0.11
新麦 18 号	04-12	04-20	05-30	224	176	8	40	1.01	0.08
豫麦 49 号	04-13	04-22	05-30	224	177	9	38	0.97	0.08

注:灌浆强度=籽粒干物质积累量/灌浆天数<sup>[11]</sup>;籽粒生产率=籽粒产量×100/抽穗至成熟天数<sup>[12]</sup>。

表 4 不同小麦品种可溶性蛋白及可溶性糖含量

品种	可溶性蛋白含量				可溶性糖含量(上 3 叶)		可溶性糖含量(上 3 叶+穗下茎)		
	SE	BS	AS	FM	SE	BS	AS	FM	M
周麦 18 号	38.64a	45.79ab	32.12a	24.19a	22.50b	30.55a	87.58a	73.81a	29.81a
新麦 18 号	48.35a	49.43a	23.94b	23.58a	23.64b	35.29a	68.78b	59.65b	31.45a
豫麦 49 号	46.04a	40.86b	24.74b	22.46a	28.69a	30.44a	70.94b	56.88b	30.27a

开花期周麦 18 号可溶性糖含量高达 87.58 mg/g,灌浆中期虽有下降,仍达 73.81 mg/g,均显著高于新麦 18 号和豫麦 49 号,到成熟期时下降迅速,仅为 29.81 mg/g,与新麦 18 号和豫麦 49 号差异不显著,表明周麦 18 号光合产物制造能力强,输出量大且顺畅,即具有“流畅”的特性,保证了籽粒灌浆能够充分进行。

表 5 不同小麦品种侧根数和根系活力指标

品种	侧根数/条					根系活力/[μg/(g·h)]				
	SE	BS	AS	FM	M	SE	BS	AS	FM	M
周麦 18 号	47.90a	34.50a	31.10a	22.90a	17.20a	67.88a	83.27a	47.03a	28.08a	7.74a
新麦 18 号	23.60b	26.10b	25.30a	15.90b	15.05b	35.65c	75.94a	41.41a	19.82b	5.98ab
豫麦 49 号	28.85b	23.90b	23.55a	14.60b	16.30ab	47.27b	67.67a	38.16a	22.43b	4.32b

从灌浆进程看,周麦 18 号的灌浆强度为 1.28 g/(d·千粒)(表 3),较新麦 18 号和豫麦 49 号分别高出 26.7%和 32.0%。灌浆前期,周麦 18 号灌浆速率略低于新麦 18 号和豫麦 49 号,从灌浆中期开始,周麦 18 号灌浆速率快速提升,至灌浆后期,周麦 18 号仍保持较高的灌浆速率,籽粒生产率较新麦 18 号和豫麦 49 号均高出 37.5%,从而保证了周麦 18 号抽穗期较新麦 18 号迟 5 d,而千粒重达 48.8 g,仍然灌浆饱满。

由表 4 可见,孕穗期周麦 18 号的可溶性蛋白含量达到最高值,之后开始明显下降,开花期周麦 18 号可溶性蛋白含量为 32.12 mg/g,较新麦 18 号高出 34.17%,较豫麦 49 号高出 29.83%,较高的可溶性蛋白含量有利于维持后期的生理代谢活性,为碳水化合物积累奠定基础,且能有效延缓旗叶衰老。

在小麦拔节期和抽穗期调查上 3 叶可溶性糖,开花期开始调查穗下茎及上 3 叶可溶性糖,结果表明,

### 2.4 不同小麦品种侧根数及根系活力比较

由表 5 可见,拔节期至成熟期,周麦 18 号较新麦 18 号和豫麦 49 号始终保持较多侧根数,且根系活力也保持在较高水平,特别在灌浆中期,周麦 18 号显著强于新麦 18 号和豫麦 49 号,说明周麦 18 号根系多,吸收面积大,且活力强,吸收功能好,营养物质积累量大,保证了周麦 18 号产量稳定。

### 3 结论与讨论

小麦的产量水平受其生长发育特别是生育中后期灌浆过程中根的吸收,物质的合成,碳、氮代谢活性等因素的协同调节。目前小麦品种产量构成三因素中,相对而言千粒重对产量贡献最大<sup>[12]</sup>,本研究也得到相同的结论。周麦18号从灌浆中期开始,灌浆速率快速提升,到灌浆后期仍保持较高的灌浆速率,灌浆强度较大,这是周麦18号保证年份间千粒重相对稳定的重要原因。大粒型品种的光合速率不占优势,但较大的叶面积能保证较多的同化养分<sup>[3]</sup>,为籽粒灌浆提供了物质基础。同时相对较低的冠层温度为光合产物的积累及灌浆的顺利进行提供了保障<sup>[4-6]</sup>,因而产量较高。可溶性蛋白的主要组分是与光合作用有关的酶,另外还包含大量的多肽和氨基酸,小麦籽粒灌浆期可溶性蛋白含量的高低,反映了小麦源叶氮代谢活性的强弱,同时也是衡量叶片衰老的重要指标。可溶性糖是小麦生长发育和籽粒灌浆的碳源,反映小麦源叶碳代谢活性的强弱<sup>[1]</sup>。周麦18号与对照新麦18号和豫麦49号相比,开花期的可溶性蛋白含量较高,延缓了叶片衰老,能有效维持灌浆中后期叶片的光合活性<sup>[7-8]</sup>,灌浆中期可溶性糖含量高,成熟期迅速下降,表明其光合产物输出量大且顺畅,保证籽粒的灌浆充分<sup>[9-11]</sup>。小麦生长后期根系活力是影响熟相的主要因素<sup>[13-14]</sup>,而熟相又是源—库—流协调的外在表现和标志,周麦18号根系活力较强,侧根数较多,尤其是籽粒灌浆中后期仍有较强的根系活力,可能是周麦18号熟相比较好的主要因素。这些有利的特性为周麦18号成为高产稳产品种奠定了基础。

参考文献:

[1] 高海涛,王育红,孟战赢,等. 超高产小麦产量及旗叶生理特性的研究[J]. 麦类作物学报,2010,30(6):1080-

1084.

- [2] 姜丽娜,张菡,吴珊珊,等. 晚播对豫北冬小麦叶片生理及产量性状的影响[J]. 河南农业科学,2011,40(6):39-42.
- [3] 周竹青,朱旭彤,王维金. 不同类型小麦品种(系)光合生理指标差异及其相互关系[J]. 麦类作物学报,2002,22(1):39-42.
- [4] 刘党校,张蒿午,董明学. 冷型小麦的籽粒灌浆及光合生理特性[J]. 麦类作物学报,2004,24(4):98-101.
- [5] 刘建军,肖永贵,祝芳彬,等. 不同基因型冬小麦冠层温度与产量性状的关系[J]. 麦类作物学报,2009,29(2):283-288.
- [6] 闫素辉,李文阳,邵庆勤. 灌浆期高温对小麦旗叶净光合速率及籽粒生长的影响[J]. 安徽科技学院学报,2011,25(1):18-22.
- [7] 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.
- [8] 金先春. 不同小麦品种的灌浆生理特性对后期青枯影响的研究[J]. 作物学报,1994,20(1):99.
- [9] 姜东,于振文,李永庚,等. 冬小麦叶茎粒可溶性糖含量变化及其与籽粒淀粉积累的关系[J]. 麦类作物学报,2001,21(3):38-41.
- [10] 马冬云,郭天财,宋晓,等. 源库调节对小麦籽粒灌浆及光合特性的影响[J]. 麦类作物学报,2006,26(4):74-78.
- [11] 蔡华,黄正来. 种衣剂对小麦后期灌浆强度及产量的影响[J]. 安徽农业技术师范学院学报,1999,13(2):41-42.
- [12] 李俊,魏会廷,胡晓蓉,等. 川麦42中源于人工合成小麦的一个高产位点鉴定[J]. 作物学报,2011,37(2):225-262.
- [13] 杨红福,陈爱大,温明星,等. 冬小麦熟相与根系生长特性及旗叶叶绿素含量关系的研究[J]. 江西农业学报,2011,23(3):53-55.
- [14] 王法宏,王旭清,李松坚,等. 小麦根系扩展深度对旗叶衰老及光合产物分配的影响[J]. 麦类作物学报,2003,23(1):53-57.