

不同旱地春小麦新品种(系)干物质积累 和产量形成的特点

高玉红^{1,2}, 吴兵¹, 崔红艳⁴, 刘宏胜³, 常瑜², 田雪梅², 牛俊义^{1,2}

(1. 甘肃省干旱生境作物学重点实验室, 甘肃兰州 730070; 2. 甘肃农业大学农学院, 甘肃兰州 730070;
3. 甘肃省会宁县农牧局, 甘肃会宁 730700; 4. 兰州大学生命科学学院干旱农业生态研究所, 甘肃兰州 730000)

摘 要: 为了探明不同旱地春小麦新品种(系)干物质积累与分配规律及其产量形成特点, 以2016年甘肃省春小麦区域试验中07001-2-5、06044-3-7-12、06004-5-3、06005-4-1、04013-1-3-5、甘春25号和西早2号等7个参试品种(系)为材料, 研究和比较了不同春小麦新品种(系)干物质积累运转及产量形成的规律。结果表明: 随着生育进程的推进, 不同春小麦新品种(系)的叶面积指数在抽穗期达到峰值。小麦成熟期的干物质积累量和籽粒干物质分配量均以06044-3-7-12最大, 明显较对照西早2号高10.08%和12.84%。干物质分配比例籽粒>茎秆+叶鞘+叶片>穗轴+颖壳。甘春25号、06044-3-7-12和06004-5-3花后干物质积累量分别较对照显著高出33.39%、24.46%和14.37%。花后干物质同化量对籽粒的贡献率占到72.84%~83.60%, 其中甘春25号最高, 较西早2号显著高出4.43%。不同旱地春小麦新品种(系)的籽粒千粒重和产量均以甘春25号最高, 其次是新品系06044-3-7-12, 分别比西早2号增产6.15%和3.17%, 差异显著。可见, 在本试验条件下, 各小麦干物质积累量在籽粒中的分配比例最高; 花后干物质积累量和对籽粒的贡献率均高于花前。其中, 甘春25号花后干物质积累量显著高于其它新品种(系), 对籽粒的贡献率较其它品种(系)高出2.89%~29.38%, 千粒重和籽粒产量显著高于其它新品种(系)。

关键词: 春小麦; 新品种(系); 干物质积累; 干物质分配; 产量

中图分类号: S512.1+2 **文献标志码:** A

Characteristics of dry matter accumulation and grain yield forming of different spring wheat varieties or strains in dryland of Gansu Province

GAO Yu-hong^{1,2}, WU Bing¹, CUI Hong-yan⁴, LIU Hong-sheng³, CHANG Yu², TIAN Xue-mei², NIU Jun-yi^{1,2}

(1. Gansu Provincial Key Laboratory of Aridland Crop Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;
2. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 3. Agriculture and Animal Husbandry of Huining, Huining, Gansu 730799, China; 4. Institute of Arid Agroecology, School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: In order to explore the characteristics of dry matter accumulation and distribution, and grain yield forming of different spring wheat varieties or strains in dryland of Gansu Province, the field experiment was conducted to understand the dry matter accumulation and distribution, and grain yield formation rule of different spring wheat varieties. The 7 varieties or strains were selected from Spring Wheat Regional Trials of Gansu Province in 2016. The results showed that the leaf area index (LAI) of different spring wheat varieties or strains reached its peak at heading stage. The dry matter accumulation and allocation in grain of 06044-3-7-12 were the highest at maturity stage, which were significantly higher by 10.08% and 12.84% than which of Xihan No.2. Dry matter translocation was grain>stem+sheath+leaf>spike axis+grain husk. The dry matter accumulation after anthesis of Ganchun No.25, 06044-3-7-12 and 06004-5-3 was increased by 33.39%, 24.46% and 14.37% than which of control, respectively. The contribution rate of dry matter as assimilation after anthesis to grain was accounted for 72.84%~83.60%. Ganchun No.25 was the highest among all varieties or strains, which was remarkably higher by 4.43%.

收稿日期: 2017-06-26

修回日期: 2017-09-06

基金项目: 甘肃省科技支撑计划项目(1604NKCA052-1); 甘肃省高等学校科技成果转化培育项目(2017D-12)

作者简介: 高玉红(1978-), 女, 甘肃民勤人, 博士, 副教授, 主要从事作物育种及高产栽培理论与技术研究。E-mail: gaoyh@gsau.edu.cn

通信作者: 牛俊义(1957-), 男, 甘肃会宁人, 博士, 教授, 主要从事作物栽培与生理生态研究。E-mail: niujy@gsau.edu.cn

than which of Xihan No.2. The 1000-grains weight and grain yield of Ganchun No. 25 were the highest, followed by 06044-3-7-12, which of them were obviously higher by 6.15% and 3.17% than Xihan No.2, respectively. The results indicated that the dry matter distribution in grain was the highest in this experimental condition. The dry matter accumulation and contribution rate to grain after anthesis were higher than which of before anthesis. The dry matter accumulation after anthesis of Ganchun No.25 was significantly higher than which of other varieties or strains. And the contribution rate of which to grain was higher by 2.89% ~ 29.38% than which of others. The 1000-grains weight and grain yield of Ganchun No.25 were significantly higher than which of others.

Keywords: spring wheat; variety; dry matter accumulation; dry matter translocation; grain yield

小麦是世界上最重要的粮食作物之一,全世界约有 35%~40% 的人口以小麦作为主要粮食,提高单产潜力是小麦栽培和育种的重要目标^[1,2]。干物质生产是小麦产量形成的基础,其产量的 95% 以上源于光合作用,而小麦开花后同化物的积累及花前营养器官积累的同化物向籽粒中的转运是影响小麦增产的关键所在^[3-4]。品种是小麦夺取高产的内在因素,研究小麦品种选育过程中干物质生产特性与产量的关系,对于选育高产超高产品种具有重要的意义。

小麦籽粒产量形成的过程实质是其光合产物生产、运转及向籽粒分配的过程。研究发现,不同基因型小麦的光合产物积累与转运特性存在明显的差异,并且可以通过改变其遗传体系进行改良选育^[5-7]。贺明荣等^[8]研究发现,不同小麦品种的源库在调控同化物分配上的作用有一定的差异。Fang 等^[9]认为小麦品种间产量与抽穗后干物质积累量显著正相关,而与抽穗前干物质积累无显著差异。田中伟等^[10]指出,提高小麦拔节前及花后干物质积累量和生长速率是品种改良的一个重要特征。可见,不同小麦品种在不同生育阶段干物质的积累速率对产量的贡献具有明显的影响。本试验选用 2016 年甘肃省小麦品种区域试验中的 7 个参试品种,在旱地栽培条件下,研究和比较了不同小麦品种干物质积累与运转以及产量的变化,以期明确小麦品种选育过程中产量形成的规律,为制定育种目标、实现旱地春小麦高产优质栽培提高理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验于 2016 年 3~8 月在甘肃省会宁县会师镇南嘴村的旱川地进行。试验区地处陇中黄土高原丘陵沟壑区,海拔高度 1 772.3 m,年均气温 8.3℃,无霜期 155 d,≥10℃ 的有效活动积温 2 664℃ 左右,年降雨量 356.70 mm。试验地前茬为小麦,地力均匀,肥力中等。前茬作物收后及时浅耕晒垡,秋季

用手扶拖拉机带步犁深翻打磨收口,结合打磨收口施有机肥(颗粒鸡粪) 900 kg·hm⁻²,过磷酸钙 600 kg·hm⁻²,尿素 300 kg·hm⁻²。试验地土壤属黄绵土,0~20 cm 土壤基础养分含量为:有机质 0.99%,全氮 0.07%,全磷 0.07%,全钾 2.15%,速效氮 32.10 mg·kg⁻¹,速效磷 9.72 mg·kg⁻¹,速效钾 165.80 mg·kg⁻¹,pH 值 8.47。

1.2 试验设计

试验采用单因素随机区组设计,设置 7 个不同小麦品种(系)。试验材料为甘肃省 2016 年度小麦品种(系)区域试验参试品系,编号分别为 07001-2-5、06044-3-7-12、06004-5-3、06005-4-1、04013-1-3-5、抗旱节水品种甘春 25 号和西旱 2 号,对照品种为西旱 2 号。3 次重复,小区面积 11.65 m² (5 m×2.33 m),走道宽 0.5 m,试验地四周设置保护行。于 3 月 19 日采用人工单角耧开行手溜条播,每小区播 10 行,行距 23.3 cm,每行按有效发芽率播种 350 粒,保苗密度 300 万株·hm⁻²。生育期人工除草松土 3 次,不进行追肥,生育期间其它管理略高于当地大田。

1.3 项目测定与方法

1.3.1 叶面积的测定 在小麦主要生育时期每个小区随机选取 10 株具有代表性的单茎,用 AM100 型叶面积仪测定叶面积。叶面积指数的计算公式如下:

$$\text{叶面积指数} = \text{总叶面积} / \text{土地面积}$$

1.3.2 干物质的测定 在小麦拔节期、抽穗期、开花期、灌浆期和成熟期,每个小区随机选取 10 株具有代表性的单茎,其中开花和成熟期分为叶片、籽粒、茎+叶鞘和穗轴+颖壳,而其它生育时期留取整株样品。称鲜重后,置于 105℃ 烘箱中杀青 15 min,80℃ 烘干至恒重,称干重。计算公式^[11]如下:

营养器官开花前贮藏同化物运转量 = 开花期营养器官干重 - 成熟期营养器官干重;

营养器官开花前贮藏同化物运转率(%) = 营养器官开花前贮藏同化物运转量 / 开花期干重 × 100;

开花后同化物输入籽粒量=成熟期籽粒干重-营养器官开花前贮藏物质运转量;

对籽粒产量的贡献率(%)=开花前营养器官贮藏物质运转量/成熟期籽粒干重×100;

1.3.3 小麦籽粒产量及其构成因子的测定 在小麦收获期每个小区随机取 20 株进行室内考种,测定穗数、穗粒数和千粒重。每小区单打单收,晒干后测定实际产量。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 和 SPSS 19.0 软件处理和分析数据,用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

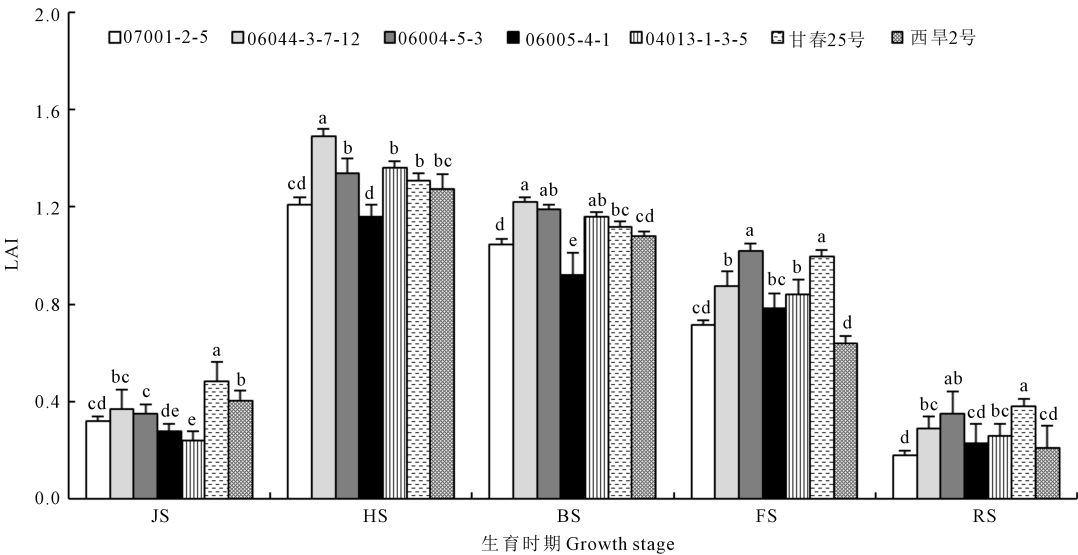
2.1 春小麦不同生育时期叶面积指数的动态变化

由图 1 可知,不同春小麦品种(系)在全生育期内叶面积指数随生育进程的推进而增加,至抽穗期达最大值,此后呈递减趋势。拔节期,甘春 25 号的叶面积指数最大,达 0.49,较对照西早 2 号高 19.75%($P<0.05$)。不同小麦品种(系)在抽穗期叶面积指数依次为:06044-3-7-12>04013-1-3-5>06004-5-3>甘春 25 号>西早 2 号>07001-2-5>06005-4-1。新品系 06044-3-7-12 的叶面积指数较西早 2 号显著高 16.86%,而新品系 06005-4-1 则较对照显著低 9.02%。就小麦开花期而言,新品系 06044-3-7-12、06004-5-3、04013-1-3-5 的叶面积指数分别比西早 2 号增加了 12.96%、10.19%和 7.41%,06005-4-1 的叶面积指数最低,较对照低 14.81%,差异显著。小麦灌浆期 06004-5-3 的叶面

积指数最大,达 1.02,其次是甘春 25 号,除 07001-2-5 外,其它小麦品种(系)的叶面积指数较西早 2 号显著高出 22.66%~59.38%。不同小麦新品种(系)在成熟期的叶面积指数存在一定的差异,其中新品系 06004-5-3 和 06044-3-7-12 的叶面积指数较大,分别较对照显著高出 52.38%和 42.86%,其它小麦品种(系)与对照无显著差异($P>0.05$)。

2.2 春小麦不同生育时期干物质的积累量

由图 2 可知,不同小麦新品系(种)全生育期干物质积累量不尽相同,其中 06044-3-7-12 和甘春 25 号的干物质积累量较高。小麦拔节期,甘春 25 号的干物质积累量最高,达 $0.29\text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$,比对照西早 2 号显著高出 32.00%($P<0.05$)。抽穗期,新品系 06004-5-3、06044-3-7-12 和 04013-1-3-5 的干物质积累量分别较西早 2 号显著高出 11.97%、9.40%和 5.98%,而 07001-2-5 和 06005-4-1 分别较西早 2 号降低 5.13%和 8.55%,差异达到显著水平。新品系 06044-3-7-12、06004-5-3 和 04013-1-3-5 在开花期干物质积累量分别较西早 2 号显著增加了 9.71%、7.43%和 3.43%,而 06005-4-1 则降低了 4.57%,差异显著。小麦灌浆期的干物质积累量以甘春 25 号的最高,其次为 06044-3-7-12,分别较西早 2 号显著增加 11.24%和 8.43%。不同小麦新品种(系)成熟期干物质积累量依次为:06044-3-7-12>甘春 25 号>06004-5-3>04013-1-3-5>西早 2 号>06005-4-1>07001-2-5。其中,06044-3-7-12、甘春 25 号和 06004-5-3 分别较西早 2 号显著高出 10.08%、8.14%和 7.75%。



注:JS,拔节期;HS,抽穗期;BS,开花期;FS,灌浆期;RS,成熟期
Note: JS, jointing stage; HS, heading stage; BS, blooming stage; FS, filling stage; RS, ripening stage

图 1 春小麦不同生育时期的叶面积指数 (LAI)

Fig.1 The leaf index at different growth stage of spring wheat

2.3 春小麦成熟期干物质在不同器官中的分配规律

由表 1 可知,新品系 06044-3-7-12 的籽粒干物质分配量及其比例均最大,与对照品种西早 2 号相比,分别增加了 12.84% 和 2.51%,且二者的籽粒干物质分配量之间差异达显著水平($P<0.05$)。甘春 25 号的籽粒干物质分配量仅次于 06044-3-7-12,较西早 2 号显著高出 6.42%,而 07001-2-5 的最低,较西早 2 号显著低 12.84%。除 07001-2-5、06004-5-3、04013-1-3-5 新品系外,其它品系籽粒干物质分配比例均与对照差异不显著($P>0.05$)。不同小麦品种(系)的穗轴+颖壳干物质分配量为 06004-5-3 最大,其次是 04013-1-3-5 和 06044-3-7-12,三者分别比西早 2 号显著增加 38.64%、31.82% 和 29.55%。6 个小麦新品种(系)的穗轴+颖壳干物质分配比例较西早 2 号显著高出 11.25%~28.82%。甘春 25 号、06004-5-3 和 06044-3-7-12 的茎秆+叶鞘+叶片干物质分配量分别较对照低 12.63%、11.58% 和 9.47%,差异显著,而其它品种(系)与对照之间差异不显著。茎秆+叶鞘+叶片干

物质分配比例以 06005-4-1 最大,与 06044-3-7-12 之间差异显著。

2.4 春小麦开花后营养器官干物质再分配及其对籽粒贡献率

由表 2 可知,不同小麦品种(系)的营养器官开花前贮藏同化物转运量、转运率和对籽粒贡献率,以及开花后干物质积累量和对籽粒的贡献率存在明显的差异。就花前贮藏同化物转运量而言,新品系 07001-2-5 较对照西早 2 号显著高 10.82%,而与 06005-4-1、04013-1-3-5 之间差异不显著($P>0.05$)。不同小麦新品种(系)营养器官开花前贮藏同化物转运率依次为:06005-4-1>07001-2-5>04013-1-3-5>06044-3-7-12>06004-5-3>西早 2 号>甘春 25 号,与西早 2 号相比,甘春 25 号的花前营养器官贮藏同化物转运率降低了 2.21%,而其它品种(系)显著增加了 2.07%~17.70% ($P<0.05$)。开花前贮藏同化物对籽粒的贡献率以 04013-1-3-5 最大,06005-4-1 次之,06044-3-7-12 最低。小麦开花后干物质积累量表现为甘春 25 号最大,06044-

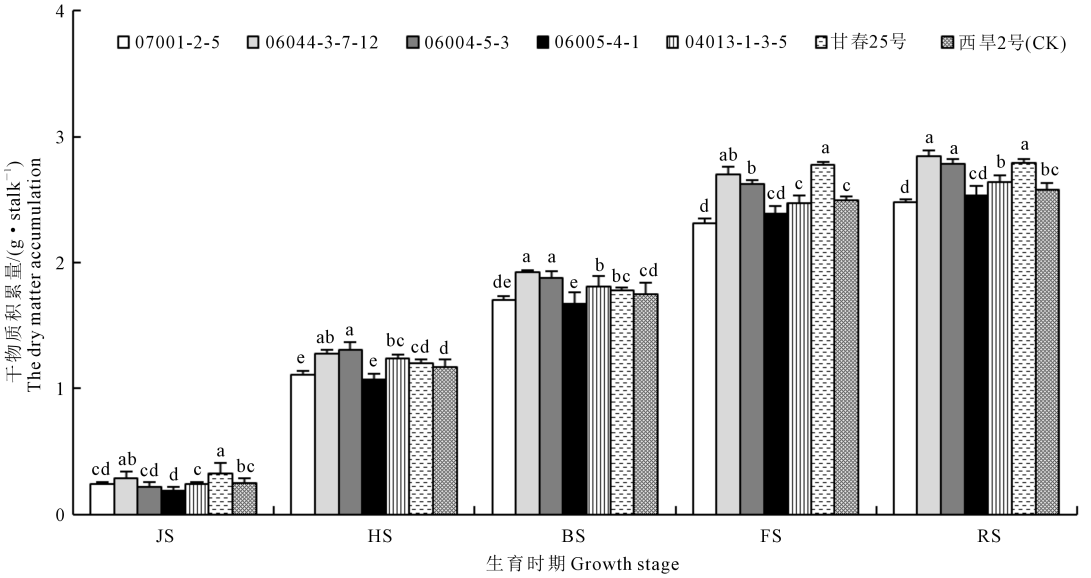


图 2 春小麦不同生育时期的干物质积累量

Fig.2 The dry matter accumulation at different growth stage of spring wheat

表 1 春小麦成熟期干物质在不同器官中的分配

Table 1 The dry matter distribution in different organs at maturity of spring wheat

品种(系) Variety	籽粒 Grain		穗轴+颖壳 Spike axis+grain husk		茎秆+叶鞘+叶片 Stem+sheath+leaf	
	数量/(g · stalk ⁻¹)	比例/%	数量/(g · stalk ⁻¹)	比例/%	数量/(g · stalk ⁻¹)	比例/%
	Amount	Ratio	Amount	Ratio	Amount	Ratio
07001-2-5	0.95e	40.08b	0.50cd	21.10ab	0.92d	38.82a
06044-3-7-12	1.23a	43.31a	0.57ab	20.07bc	1.04ab	36.62b
06004-5-3	1.12bc	40.14b	0.61a	21.86a	1.06a	37.99ab
06005-4-1	1.04d	41.77ab	0.48de	19.28c	0.97bcd	38.96a
04013-1-3-5	1.06d	40.15b	0.58ab	21.97a	1.00abc	37.88ab
甘春 25 号	1.16b	41.88ab	0.54bc	19.49c	1.07a	38.63a
西早 2 号(CK)	1.09cd	43.95a	0.44e	17.74d	0.95cd	38.31ab

3-7-12 和 06004-5-3 次之,三者分别比对照显著增加 33.39%、24.46% 和 14.37%。07001-2-5、06005-4-1 和 04013-1-3-5 新品系在开花后干物质积累量较低,分别较西早 2 号低 7.72%、9.87% 和 28.03%,差异显著。就小麦开花后干物质同化量对籽粒的贡献率而言,06044-3-7-12 最大,甘春 25 号次之,二者分别较西早 2 号显著高出 4.43% 和 4.33%。与对照相比,07001-2-5、06005-4-1 和 04013-1-3-5 新品系在开花后干物质同化量对籽粒的贡献率分别降低了 3.85%、4.09% 和 9.02%,差异显著。

2.5 不同春小麦品种籽粒产量及其构成因素的分析

由表 3 可知,不同旱地春小麦新品种(系)的籽粒产量之间存在一定的差异,以甘春 25 号产量最高,其次是 06044-3-7-12,二者分别比西早 2 号增产 6.15% 和 3.17%,差异显著 ($P<0.05$)。新品系 07001-2-5 和 06005-4-1 的产量较低,分别较西早 2 号显著低 7.94% 和 10.68%。在产量构成方面,各个春小麦新品种(系)的穗数均高于对照,除新品系 04013-1-3-5 和甘春 25 号外,均与西早 2 号之间差异显著。其中新品系 06004-5-3 的穗数最多,较西早 2 号显著增加 18.03%。各春小麦新品种(系)的穗粒数从大到小的顺序依次为:甘春 25 号>06005-

4-1>04013-1-3-5>06044-3-7-12>07001-2-5>06004-5-3>西早 2 号,分别比对照增加了 26.80%、17.84%、12.89%、10.61%、5.07% 和 0.51%,其中新品系 07001-2-5 和 06004-5-3 与西早 2 号之间差异未达到显著水平 ($P>0.05$)。就不同春小麦新品种(系)的千粒重而言,甘春 25 号的千粒重最高,达 48.77 g,其次是新品系 04013-1-3-5,二者分别较西早 2 号增加了 22.54% 和 2.46%,且甘春 25 号与对照差异显著。其它春小麦新品种(系)的千粒重较西早 2 号低 2.81%~19.27%,其中新品系 07001-2-5 和 06005-4-1 与对照差异显著。

3 讨论与结论

作物产量是个体和群体共同协调的结果,合理的个体形态和群体构成是小麦实现高产优质的关键因素,不同小麦的群体光合性能与品种特性和生态条件有着密切的关系^[6]。叶片光合面积直接影响小麦花后光合产物和籽粒产量,是小麦物质生产和产量形成的最基本的“源”^[10]。叶面积指数是反映小麦群体光合性能的一个重要指标,在一定范围内,小麦的光合同化产物随着叶面积指数的增加而增加^[12]。本研究结果表明,随着生育进程的推进,不同春小麦品种(系)的叶面积指数均呈现“先升后降”的趋势,在抽穗期叶面积指数达到最大值,其中

表 2 春小麦开花后营养器官干物质再分配量和开花后积累量
Table 2 The dry matter accumulation amount after anthesis and dry matter translocation amount from vegetative organ to grain of spring wheat

品种(系) Variety	营养器官开花前贮藏 同化物转运量 DMTAA/(mg·plant ⁻¹)	营养器官开花前贮藏 同化物转运率 DMTRA/%	开花前贮藏同化物 对籽粒贡献率 CDMTAATG/%	开花后干物质 积累量 DMAAA/(mg·plant ⁻¹)	开花后干物质同化量对 籽粒的贡献率 CDMAAATG/%
07001-2-5	550.00a	9.32 a	23.03 b	1838.21 e	76.97 c
06044-3-7-12	521.23bc	8.31 c	16.40 e	2479.10 b	83.52 a
06004-5-3	510.15cd	8.20 c	18.30 d	2278.06 c	81.70 b
06005-4-1	542.90ab	9.46 a	23.22 b	1795.31 f	76.78 c
04013-1-3-5	534.66ab	8.47 b	27.16 a	1433.55 g	72.84 d
甘春 25 号	489.11d	7.86 e	16.48 e	2656.98 a	83.60 a
西早 2 号(CK)	496.32d	8.04 d	19.95 c	1991.89 d	80.05 b

注(Note):DMTAA: Dry matter translocation amount after anthesis; DMTRA: Dry matter translocation ratio after anthesis; CDMTAATG: Contribution of dry matter translocation amount after anthesis to grains; DMAAA: Dry matter accumulation amount after anthesis; CDMAAATG: Contribution of dry matter assimilation amount after anthesis to grains.

表 3 不同春小麦新品系的产量及产量构成比较
Table 3 Comparison of grain yield and yield components between the different spring wheat varieties

品种(系) Variety	产量/(kg·hm ⁻²) Grain yield	穗数/(×10 ⁴ ·hm ⁻²) Spike number	穗粒数 Kernels of per spike	千粒重/g 1000-grains weight
07001-2-5	1162.20 d	319.73 b	26.74 cd	37.06 d
06044-3-7-12	1302.45 b	340.35 a	28.15bc	38.68 cd
06004-5-3	1288.35 b	342.68 a	25.58 d	38.24 cd
06005-4-1	1127.55 e	314.70 b	29.99 b	32.13 e
04013-1-3-5	1035.75 f	298.80 bc	28.73 b	40.78 b
甘春 25 号	1340.10 a	305.63 bc	32.27 a	48.77 a
西早 2 号(CK)	1262.40 c	290.33 c	25.45 d	39.80bc

06044-3-7-12 在该期的叶面积指数最大,明显高于对照品种西早 2 号 16.86%,而 06005-4-1 的叶面积指数最低,较对照显著降低 9.02%。

生物学产量是小麦籽粒产量的物质基础,小麦产量的高低取决于灌浆期的物质生产和营养器官贮藏同化物的转运,不同品种类型,其对光合产物的积累与转运有较大差异^[12-13]。研究表明,在干旱、贫瘠等不利生产条件下,小麦同化产物的转运对籽粒灌浆和产量的贡献作用更大^[14,15]。在本试验中,新品系 06044-3-7-12 在成熟期的干物质积累量最大,较对照高出 10.08%,而 07001-2-5 最低,较对照显著降低 3.38%。所有小麦新品种(系)在成熟期干物质在不同器官的分配比例依次为籽粒>茎秆+叶鞘+叶片>穗轴+颖壳,其中新品系 06044-3-7-12 的籽粒干物质分配量及其比例均最大,分别比对照增加 12.84%和 2.51%,且二者籽粒干物质分配量之间的差异达显著水平。张法全等^[16]研究指出,小麦籽粒产量的 2/3 左右来自开花后光合作用生产的同化物,1/3 左右来自开花前贮藏在营养器官中的光合产物。孟凡德等^[17]研究认为,小麦最终产量的形成是花前和花后干物质共同作用结果的总和。本研究结果表明,小麦籽粒的干物质主要来自花后同化物的输入,占到 72.84%~83.60%。其中,甘春 25 号开花后干物质同化量对籽粒的贡献率最高,显著高于对照西早 2 号 4.43%,但与 06044-3-7-12 之间差异不显著。不同旱地春小麦新品种(系)的籽粒产量之间存在一定的差异,总体各品种(系)产量较低,主要原因是由于在小麦灌浆期遭受极度干旱天气,导致减产严重,但各品种(系)比较来看,以甘春 25 号的产量最高,其次是新品系 06044-3-7-12,二者分别较对照显著增产 6.15%和 3.17%,这主要是因为该品种花后同化物对籽粒的贡献率较高,导致千粒重高,进而形成高产。

综上所述,在本试验条件下,小麦籽粒的干物质主要来自花后同化物的输入。其中,甘春 25 号开花后干物质积累量明显高于其它小麦品种(系),对籽粒干物质的贡献率也最大,导致其最终产量明显高于其它小麦品种(系)。可见,在保证生物产量的基础上,增加小麦花后干物质同化量向籽粒的运输能力和增加“库”的容量,才能保证最终实现高产^[18]。甘春 25 号品种营养生长旺盛,全生育期干物质积累量和花后干物质同化量对籽粒的贡献率高,呈现出“源”足,“流”畅,较其它品种(系)增产

2.89%~29.38%。说明,小麦高产形成与花后干物质同化量对籽粒的贡献率关系密切。

参 考 文 献:

- [1] Zhou Y, Zhu H Z, Cai S B, et al. Genetic improvement of grain yield and associated traits in the southern China winter wheat region: 1949 to 2000[J]. *Euphytica*, 2007, 157(3): 465-473.
- [2] 熊淑萍, 吴延鹏, 王小纯, 等. 减氮处理对不同小麦品种干物质积累及氮素转运特性的影响[J]. *麦类作物学报*, 2015, 35(8): 1134-1140.
- [3] 王振林, 贺明荣, 傅金民, 等. 源库调节对灌溉与旱地小麦开花后光合产物生产和分配的影响[J]. *作物学报*, 1999, 25(2): 162-168.
- [4] 刘娟, 熊淑萍, 杨阳, 等. 基于归一化法的小麦干物质积累动态预测模型[J]. *生态学报*, 2012, 32(17): 5512-5520.
- [5] Ferrise R, Triossi A, Stratonovitch P, et al. Sowing date and nitrogen fertilisation effects on dry matter and nitrogen dynamics for durum wheat: An experimental and simulation study[J]. *Field Crops Research*, 2010, 117(2): 245-257.
- [6] 刘万代, 尹钧, 朱高纪. 剪叶对不同穗型小麦品种干物质积累及籽粒产量的影响[J]. *中国农业科学*, 2007, 40(7): 1353-1360.
- [7] Morgounov A, Zykin V, Belan I, et al. Genetic gains for grain yield in high latitude spring wheat grown in Western Siberia in 1900-2008[J]. *Field Crops Research*, 2010, 117(1): 101-112.
- [8] 贺明荣, 王振林. 源库关系改变对小麦灌浆期植株光合速率及¹⁴C同化物运转分配的影响[J]. *西北植物学报*, 1998, 18(4): 555-560.
- [9] Fang Y, Xu B C, Turner N C, et al. Grain yield, dry matter accumulation and remobilization, and root respiration in winter wheats affected by seeding rate and root pruning[J]. *European Journal of Agronomy*, 2010, 33: 257-266.
- [10] 田中伟, 王方瑞, 戴廷波, 等. 小麦品种改良过程中物质积累转运特性与产量的关系[J]. *中国农业科学*, 2012, 45(4): 801-808.
- [11] 屈会娟, 李金才, 沈学善, 等. 种植密度和播期对冬小麦品种兰考矮早八干物质和氮素积累与转运的影响[J]. *作物学报*, 2009, 35(1): 124-131.
- [12] 魏艳丽, 王辉, 冯毅, 等. 减源对不同穗型小麦品种干物质积累及其运转的影响[J]. *麦类作物学报*, 2008, 28(3): 507-512.
- [13] 乔玉辉, 宇振荣, Driessen P M. 冬小麦干物质在各器官中的累积和分配规律研究[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(5): 543-546.
- [14] 周玲, 王朝辉, 李富翠, 等. 不同产量水平旱地冬小麦品种干物质累积和转移的差异分析[J]. *生态学报*, 2012, 32(13): 4123-4131.
- [15] Blum A, Sinmena B, Mayer J, et al. Stem reserve mobilisation supports wheat-grain filling under heat stress[J]. *Functional Plant Biology*, 1994, 21(6): 771-781.
- [16] 张法全, 王小燕, 于振文, 等. 公顷产 10000kg 小麦氮素和干物质积累与分配特性[J]. *作物学报*, 2009, 35(6): 1086-1096.
- [17] 孟凡德, 马林, 石书兵, 等. 不同耕作条件下春小麦干物质积累动态及其相关性状的研究[J]. *麦类作物学报*, 2007, 27(4): 693-698.
- [18] 郭飞, 戴俊生, 石书兵, 等. 不同春小麦品种干物质积累动态变化和产量分析研究[J]. *新疆农业科学*, 2009, 46(5): 1066-1071.