

两种筋力型小麦叶、粒可溶性糖含量 及与籽粒淀粉积累的关系

王书丽, 郭天财*, 王晨阳, 查菲娜, 宋 晓
(河南农业大学国家小麦工程技术研究中心, 河南 郑州 450002)

摘要:在大田条件下,研究了豫麦 34 号和豫麦 50 号 2 种筋力型小麦品种灌浆期旗叶、籽粒可溶性糖含量、淀粉积累速率及粒重的变化。结果表明,小麦旗叶可溶性总糖和蔗糖含量在开花后 30 d 出现高峰,籽粒可溶性总糖和蔗糖含量在灌浆期呈一致的下降趋势,可溶性糖含量变化与籽粒淀粉积累和粒重关系密切。强筋型品种豫麦 34 号较弱筋型品种豫麦 50 号灌浆期旗叶具有较强的营养物质外运能力,籽粒同样具有很强的转化利用同化物的能力,致使豫麦 34 号最终的总淀粉含量较高,支链淀粉含量也明显高于豫麦 50 号,粒重达到较高水平。

关键词:小麦;筋力型;可溶性糖;灌浆期;淀粉积累;粒重

中图分类号:S512.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004—3268(2005)04—0012—04

Soluble Sugar Contents in Leaf and Grain in Two Gluten Wheats and Its Relationship with Grain Starch Accumulation

WANG Shu-li, GUO Tian-cai*, WANG Chen-yang, ZHA Fei-na, SONG Xiao
(The National Engineering Research Center for Wheat, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Field experiment has been conducted to evaluate changes of sugar contents in the flag leaf and grain, as well as grain starch accumulating rate and grain weight of two different gluten-wheat cultivars, Yumai 34 and Yumai 50, during grain filling stage in 2003—2004. The results indicated that peaks of total soluble sugar and sucrose contents in the flag leaf occurred at 30 days after anthesis. Contents of total soluble sugars and sucrose in grain decreased during grain filling stage, soluble sugar contents were closely related with grain starch accumulation and grain weight. The flag leaf of strong-wheat cultivar Yumai 34 during grain filling stage maintained stronger translocation of fertilizer matters and its grain also maintained stronger capacity for translating and using assimilating matters, thus made its total starch reach higher, amylopectin contents and its grain weight were higher than weak-gluten cultivar Yumai 50.

Key words: Wheat; Gluten type; Soluble sugars; Grain filling stage; Starch accumulation; Grain weight

小麦籽粒中淀粉占粒重的 65%~80%,其含量直接关系到粒重和产量高低,并在很大程度上影响小麦的品质性状。籽粒灌浆物质所需的光合产物既包括光合器官生产的即时光合产物,又包括营养器官中的贮存光合产物。贮存光合产物可分为开花前贮存和开花后贮存两部分,前者对粒重的贡献约为 3%~30%^[1,2],后者约为 10%~25%^[3]。贮存光合

产物以水溶性碳水化合物形式存在,主要成分为可溶性糖、蔗糖等。目前,也有关于小麦叶片光合产物供应、贮存光合产物代谢和籽粒可溶性糖含量变化与籽粒淀粉积累之间关系的报道^[1~4],但是没有将其与不同筋力型的优质小麦品种结合起来。基于此,在大田条件下,研究了 2 种不同筋力型小麦品种开花后旗叶、籽粒中可溶性糖含量变化规律,讨论了

收稿日期: 2004—09—22
基金项目: 国家粮食丰产科技工程(2004BA520A—06)及国家农业科技成果转化资金项目(021FN214101137)
作者简介: 王书丽(1980—),女,河南安阳人,硕士,主要从事小麦品质生态研究。E-mail: wangshuli1980@126.com
通讯作者: 郭天财(1953—),男,河南济源人,教授,博士生导师,主要从事小麦高产优质栽培生理研究。

各器官糖含量变化与籽粒淀粉积累之间的关系,以期为我国小麦优质高效生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验概况与设计

本试验于 2003~2004 年在河南农业大学科教示范园区进行。土壤有机质含量 12.5 g/kg,全氮 0.99 g/kg,速效氮 73.3 mg/kg,速效磷 29.1 mg/kg,速效钾 65.9 mg/kg,pH 值为 7.94,按高产水平的养分要求,有机肥为田菁掩底,并且每公顷施鸡粪 50 m³、尿素 150 kg、磷酸二铵 300 kg、硫酸钾 150 kg,以上肥料做基肥一次掩底施入。

供试小麦品种为强筋品种豫麦 34 号和弱筋品种豫麦 50 号;种植密度设置为常规每公顷基本苗 225 万。小区面积为 6 m×2.9 m,12 行区,采用等行距 (23.5 cm)方式。10 月 18 日人工点播,三叶期定苗。于返青期结合浇水追施磷酸二铵 75 kg/hm²,尿素 75 kg/hm²,另于孕穗期浇水 1 次,5 月份防治病虫害 2 次。其他田间管理按高产麦田要求进行。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 可溶性总糖含量和蔗糖含量 参照张振清的方法^[5]。

1.2.2 淀粉含量(包括总淀粉、直链淀粉和支链淀粉) 用双波长比色法测定^[6],籽粒淀粉积累速率根据淀粉积累量与花后天数的关系求得。

1.2.3 粒重 采用灌浆过程中的千粒干重。

2 结果与分析

2.1 两种筋力型小麦灌浆期旗叶可溶性糖含量变化

小麦籽粒灌浆期间,用于光合产物运转和籽粒直接利用的碳素是可溶性糖,这是植物生长发育和籽粒灌浆的碳源^[7]。由图 1 可知,小麦旗叶可溶性总糖含量与蔗糖含量变化趋势基本一致,均为花后 24 d 以前变化较为平缓,花后 30 d 出现高峰,之后迅速下降。可溶性总糖在花后 18 d 出现低峰值,可能是因为此期叶片合成能力较强,籽粒正处于体积扩大和粒重快速增长阶段,利用、转化和储存同化物能力较低,使之在叶中有较多的积累;花后 30 d 出现峰值,可能是由于此期籽粒已经处于灌浆的后期,需要吸收的养分很少,只需对已定性的籽粒继续充实。开花 30 d 以后含量迅速下降,可能是此期籽粒转化利用能力衰退的结果。两品种相比,强筋型

品种豫麦 34 号在整个灌浆期可溶性总糖含量和蔗糖含量都低于弱筋型品种豫麦 50 号(除花后 30 d 外),这可能与豫麦 50 号这时可溶性糖高效输出有关。说明豫麦 34 号在灌浆期具有较强的营养物质及时外运能力,促进糖分向籽粒库的运输,从而可以为籽粒灌浆提供充足的营养物质,这也可能是豫麦 34 号千粒重较高的内在生理原因之一。

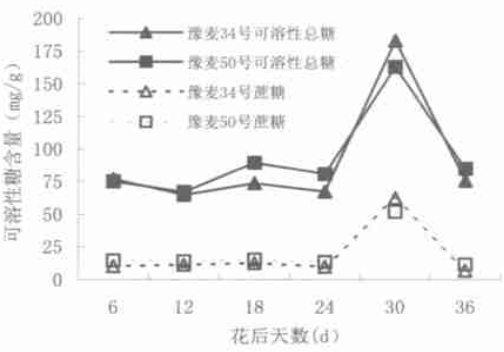


图 1 两种筋力型小麦灌浆期旗叶可溶性糖变化

2.2 两种筋力型小麦灌浆期籽粒可溶性糖含量变化

小麦籽粒中可溶性糖含量水平,一方面标志着叶源端的同化物供应能力,另一方面也能反映出籽粒对同化物的转化、利用能力^[7]。试验表明(图 2),随着籽粒灌浆进程的推进,两种筋力型小麦品种的籽粒可溶性总糖和蔗糖含量都呈下降趋势。花后 24 d 内可溶性糖含量迅速下降,之后下降缓慢,含量维持在一个相对较低的水平。这可能是由于灌浆前期籽粒形态建成与灌浆的启动对同化物的需求量较大,而此时叶片的供应能力有限所致。就两品种而言,整个灌浆期,豫麦 50 号的可溶性总糖含量和蔗糖含量基本上都高于豫麦 34 号,表明该品种的同化物供应充足,而籽粒的利用能力偏低;豫麦 34 号

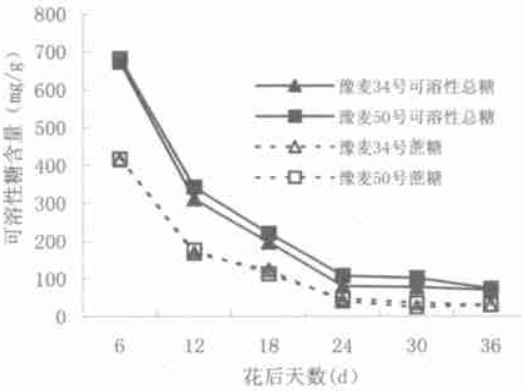


图 2 两种筋力型小麦灌浆期籽粒可溶性糖变化

有很强的转化利用同化产物的能力,能够促进籽粒的饱满和粒重的提高。

2.3 两种筋力型小麦灌浆期籽粒淀粉含量及直链淀粉/支链淀粉的变化动态

小麦品种类型不同,灌浆期籽粒淀粉含量的积累动态也有一定的差异。从图 3 可以看出,两品种籽粒淀粉含量变化与可溶性总糖和蔗糖的变化趋势相反,呈现一直上升的趋势。总淀粉含量在开花后 6~12 d 增长迅速,12~24 d 较为迅速,之后增加速度减慢甚至降低,这与籽粒的灌浆进程相符。灌浆前、中期均为豫麦 50 号的淀粉积累能力较强(除花后 18 d 外),而灌浆后期豫麦 50 号的淀粉积累能力降低,甚至出现下降趋势,这可能是由于后期豫麦 50 号抗倒伏能力较差,出现大面积倒伏现象,致使淀粉含量降低,品质下降。

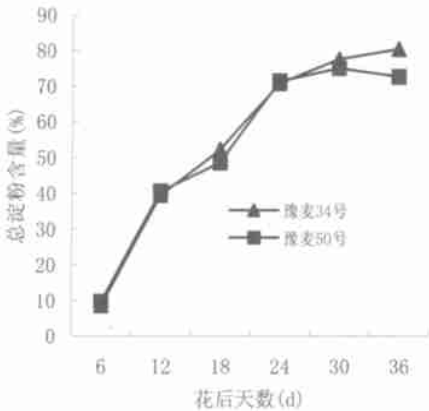


图 3 两种筋力型小麦灌浆期籽粒总淀粉积累动态

小麦淀粉分为直链淀粉和支链淀粉 2 种,其中两者的比例决定小麦籽粒的品质类型。由图 4 可以看出,两种筋力型小麦直链淀粉/支链淀粉在灌浆期

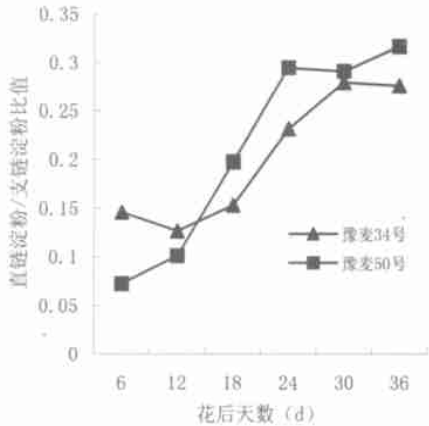


图 4 两种筋力型小麦灌浆期直链淀粉/支链淀粉比值变化动态

都呈上升趋势,但是 2 个品种之间存在差异,灌浆初期强筋品种豫麦 34 号的直链淀粉/支链淀粉比例高于弱筋品种豫麦 50 号,而开花 12 d 以后豫麦 50 号的直链淀粉/支链淀粉比例都处于较高水平,这是由品种特性所决定的。

2.4 两种筋力型小麦籽粒淀粉积累速率和千粒重的变化

2 种筋力型小麦品种籽粒淀粉积累速率都呈双峰曲线(图 5),花后 6~12 d 和 18~24 d 分别达到 2 个高峰,但第 1 个高峰明显高于第 2 个。灌浆前期,2 个品种的淀粉积累速率相差不大。灌浆后期,豫麦 34 号淀粉积累速率高于豫麦 50 号,这为其较长的灌浆持续期和较高的后期灌浆速率提供了基础。

2 种筋力型小麦品种灌浆进程基本一致(图 6)。

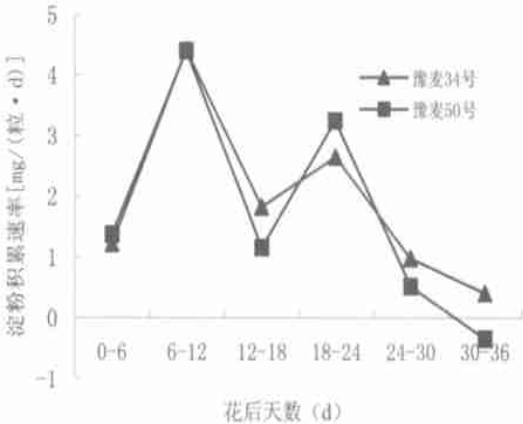


图 5 两种筋力型小麦籽粒淀粉积累速率

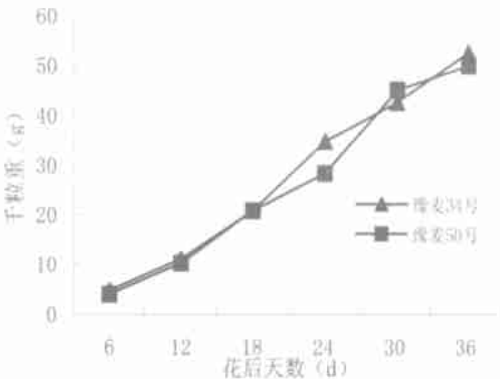


图 6 两种筋力型小麦灌浆期千粒重的变化
两品种相比,整个灌浆期强筋品种豫麦 34 号的千粒重大于弱筋品种豫麦 50 号(除花后 30 d),成熟期豫麦 34 号的千粒重高于豫麦 50 号,这可能由于豫麦 34 号品种库的利用能力较强,且灌浆中后期仍然保持较高的淀粉积累速率。

3 讨论

作物高产不仅要求功能叶片有较强的碳同化能力,而且要求叶片中的光合产物能有效地向库端运输和分配。小麦属于糖叶植物,光合产物在叶片中以蔗糖的形式存在并输出,当输出系统受阻时叶片中会有大量的蔗糖积累,若旗叶中可溶性糖含量过高,就会抑制光合作用^[8]。强筋型品种豫麦 34 号在灌浆期旗叶的可溶性糖含量大多数时间都较低,表明源叶具有很强的营养物质及时外运能力,可促进糖分向籽粒库的运输,为淀粉合成提供充足的底物供应。

可溶性糖是淀粉合成的底物,其含量的高低与淀粉积累密切相关。许多人已经对此做出了研究,认为淀粉与可溶性糖含量之间存在一定的关系,但不可能是直接的简单关系,中间过程可能比较复杂^[9],在淀粉含量呈线性增长时,可溶性糖含量与淀粉积累速率没有显著的相关关系,认为底物供应不是籽粒淀粉积累的限制因子,籽粒的储存容量和物质转化才是淀粉积累的主要因素^[10]。在本试验中发现,旗叶可溶性糖含量变化与淀粉的积累量呈负相关,灌浆期籽粒可溶性糖的急剧下降与淀粉含量的迅速上升趋势相吻合,强筋品种豫麦 34 号的可溶性糖含量总体较弱筋品种豫麦 50 号含量低,说明豫麦 34 号品种对同化物的利用能力和运转能力较强。

本试验结果显示,弱筋型品种豫麦 50 号的直链淀粉/支链淀粉比值高于强筋型品种豫麦 34 号,这与 2 个品种的本质特性有关。因淀粉又可分为硬质和软质^[11],一般情况下,强筋小麦的淀粉为硬质,含支链淀粉相对较多,而弱筋小麦的淀粉则为软质,含直链淀粉相对较多。淀粉积累速率最终和粒重关系密切,因为小麦籽粒胚乳中的淀粉含量最多,按重量计约 3/4^[12]。试验表明,灌浆前期豫麦 34 号和豫麦 50 号的淀粉积累速率相差不大,两者的千粒重变化较小,花后 18~24 d,豫麦 50 号的淀粉积累速率高于豫麦 34 号,但千粒重的增长还是慢于豫麦 34 号,这可能是由于此时豫麦 34 号运转淀粉能力较强而且源库关系协调,而豫麦 50 号库的接收能力较弱所致;开花 24 d 之后,豫麦 50 号的淀粉积累速率又低于豫麦 34 号,这可能是豫麦 50 号因为后期的倒伏现象影响了淀粉的运转,致使最终豫麦 34 号的千粒重明显高于豫麦 50 号。

强筋型和弱筋型品种因为其各自的专用目的而应该在栽培措施上有所侧重。强筋型品种转移同化物迅速,避免了底物积累造成的负反馈抑制效应,源库关系协调,贮存量大,这是其千粒重较高的生理保证。弱筋型的豫麦 50 号,因为生育后期出现倒伏现象而影响了淀粉的积累,进而也影响了粒重的提高。鉴于弱筋型品种也是我国今后着重发展的优质专用小麦品种,因此,应该针对其生理弱点采取相应的栽培措施,例如合理的种植密度,适宜的播期,肥料的最佳配比,并可在生育后期适当的追施氮肥等,避免倒伏产生不利影响,从而进一步提高产量,改善品质。

参考文献:

- [1] 张立言,刘树欣,李振国,等.高产麦田开花后干物质积累、运转、分配与产量构成[J].北京农学院学报,1988,3(2):76—83.
- [2] 姜东,于振文,李永庚,等.冬小麦叶茎粒可溶性糖含量变化与籽粒淀粉积累的关系[J].麦类作物学报,2001,21(3):38—41.
- [3] 彭永欣,封超年,郭文善,等.小麦潜在源、库与产量关系的研究[A].小麦栽培与生理[M].南京:东南大学出版社,1992.1—21.
- [4] 赵会杰,邹琦,张秀英.两个不同穗型小麦品种生育后期碳水化合物代谢的比较[J].作物学报,2003,29(5):676—681.
- [5] 张振清.植物材料中可溶性糖的测定[A].植物生理学实验手册[M].上海:上海科学技术出版社,1985.134—138.
- [6] 何照范.双波长法测定谷物中直链、支链及总淀粉含量[A].粮油籽粒品质及其分析技术[M].北京:农业出版社,1985.290—294.
- [7] 郭天财,冯伟,夏百根,等.不同穗型冬小麦品种籽粒灌浆与同化物供应关系的研究[J].华北农学报,2004,19(2):44—48.
- [8] 熊福生,高煜珠,詹勇昌.植物叶片蔗糖、淀粉积累与其降解酶活性关系研究[J].作物学报,1994,20(1):52—58.
- [9] 刘晓冰,李文雄,张志学.春小麦子粒灌浆过程中淀粉积累和蛋白质积累规律的初步研究[J].作物学报,1996,22(6):736—740.
- [10] 刘仲齐,吴兆苏,俞世蓉.吲哚乙酸和脱落酸对小麦子粒淀粉积累的影响[J].南京农业大学学报,1992,15(1):7—12.
- [11] 王晓曦,苏东民.小麦淀粉与小麦品质之间的关系[J].粮食与饲料工业,2000(9):4—6.
- [12] 张元培.展望新世纪的优质小麦品种研究与开发(二)[J].粮食与饲料工业,1998(8):1—3.