

棉花干物质积累特征及其影响因素

代英男,马一学,陈金湘*,白玉超 (湖南农业大学棉花研究所,湖南长沙 410128)

摘要 棉花干物质积累特征是影响棉花产量和品质的重要指标之一。除遗传特性外,栽培措施、地域环境等因素对棉花干物质积累有着重要的影响。该研究综述了棉花干物质积累的特征及其影响因素的研究进展。
关键词 棉花;干物质;影响因素
中图分类号 S562 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)27-006-02

Dry Matter Accumulation and Its Influencing Factors in Cotton
DAI Ying-nan, MA Yi-xue, CHEN Jin-xiang* et al (Institute of Cotton Science, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128)
Abstract The dry matter accumulation is one of the important indicators which affect the yield and fiber quality of cotton. Cultural measures and regional environments were also the important factors affecting the dry matter accumulation of cotton besides the hereditary capacity. This paper reviewed the research progress on cotton dry matter accumulation and its influencing factors.
Key words Cotton; Dry matter; Influencing factors

棉花是我国重要的经济作物,在国民经济中占重要地位。在2001年到2014年,我国棉花年产量从400万t逐步提升到600万t,其中2007年达历史最高值762万t。棉花干物质是指在60~90℃恒温下充分干燥后的有机物质质量是衡量棉花有机物积累、营养成分含量的重要指标。建立棉花高效结构、实现棉花优质高产必须依赖于棉花干物质生产^[1]。了解不同因素对棉花干物质积累的影响规律,有利于保障棉花的良好生长、产量提高。

1 棉花的光合特性及干物质积累特点

棉花干物质质量的生产主要依赖光合作用。光合系统中包括产量“源”和“库”。“源”指物质生产器官及其输出养分的能力;“库”指贮积养分的器官容积和积累能力^[2]。棉花干物质的90%~95%来源于光合作用。

棉花干物质累积受棉花生产与分配过程的共同作用。棉花的主要光合器官是叶片,铃壳、苞叶和茎秆也对光合作用有一定的作用^[3-5]。棉花生长发育期主要包括苗期、蕾期、有效花铃期、吐絮期4个时期。干物质生产是连续不间断的过程,受生长发育各个时期的影响。每个时期的累积量和特性也不同(表1)。棉花光合速率在盛蕾期至初花期较多,初花期有所下降,铃期下降明显,多数品种蕾期光合速率最大,花期光合速率降低^[8-9]。棉花干物质分配与生产是相辅相成、有机统一的过程。在出苗至开花期,干物质主要分配给根、茎、叶;开花后,干物质分配转向蕾铃;在吐絮期,干物质主要供应给棉铃,其干物重占单株总质量的55.5%左右^[10]。棉花光合产物分配高峰出现在苗期,分配系数为0.54~0.72;向茎秆的分配高峰出现在花期,分配系数为0.35~0.57;向根的分配系数为0.10~0.17;现蕾到初花期向蕾铃的分配为6%~9%;结铃盛期中熟棉蕾铃干物重占地

上部干物重的47%~50%^[11]。干物质的分配如下:苗期,叶>根>茎;蕾期,叶>茎>根>蕾;花铃期,花铃>叶>茎>根;吐絮期,铃絮>茎根^[12]。

表1 棉花在不同发育期的干物质生产特点 ^[6-7]		
生长发育期	生产量//%	特点
苗期	1.5~2.0	棉花生长缓慢,产量最小
蕾期	13.0~16.0	生产速度迅速增加,干物质增量是苗期的10倍
有效花铃期	65.0~70.0	干物质生产量最多的时期,比蕾期增加4~5倍
吐絮期	16.0~18.0	生产量有所下降

2 棉花干物质积累的主要影响因素

棉花干物质与产量主要取决于品种的遗传特性,而不同的栽培措施和环境生态条件也对其干物质产生重要的影响^[13]。现从品种遗传特性、栽培措施和地域环境3个方面讨论其对棉花干物质积累的影响。

2.1 遗传特性的影响 遗传特性对棉花干物质的影响主要表现为不同基因型棉花的干物质积累能力存在一定的差异性。叶欣等^[14]研究了新海16、新海12和高抗9新疆棉花的干物质积累动态规律,发现各品种棉花的干物质积累过程呈“S”型曲线,随着生育期的推进,棉花干物质积累量逐步增加,其中长绒棉新海16的干物质积累量特别是盛铃期至吐絮期生殖器官干物质积累量高于新海12和高抗9。郑德明等^[15]研究了陆地棉与海岛棉在极端干旱荒漠气候条件下干物质累积分配的特性,发现从现蕾期至吐絮期,陆地棉干物质累积速度和数量明显高于海岛棉,陆地棉、海岛棉的总累积量分别为100~122,71~80 g。

为了有效控制棉花的病虫害,减少化学杀虫剂的使用,降低除草剂对棉花植株的损伤,转基因抗虫、耐除草剂棉花等品种应运而生^[16]。徐立华等^[17]探究了转*Bt*基因抗虫常规棉GK19和抗虫杂交棉中棉所29的群体干物质积累及其增长量。结果表明,盛花前抗虫杂交棉中棉所29的干物质大于抗虫常规棉GK19,但是盛花前保持适宜的干物质积累

基金项目 湖南省现代农业产业技术体系项目(湘农业联[2012]278号)。
作者简介 代英男(1990-),男,辽宁丹东人,硕士研究生,研究方向:棉花高产高效栽培理论与技术。*通讯作者,教授,博士生导师,从事作物品种改良与原理方面的研究。
收稿日期 2015-08-03

量有利于促进群体果枝数、果节数和生殖器官干重的增加;干物质质量过大时,对棉花产量带来一定的影响。刘韶东等^[18]研究了美国抗虫棉 33B、常规棉中棉所 12、抗虫杂交棉中棉所 46 在不同施氮处理下叶面积指数(LAI)、干物质质量的动态变化,发现在最佳施氮水平 180 kg/hm² 下,干物质累积情况表现出抗虫杂交棉中棉所 46 > 常规棉中棉所 12 > 美国抗虫棉 33B。在转基因棉中抗虫杂交棉系列干物质累积相对较多,种植范围广泛。

2.2 栽培措施的影响 栽培措施是影响棉花产量的重要因素,不仅影响棉花的生育期、产量,而且影响棉花群体光合作用、冠层结构及干物质分配和棉铃品质。主要的栽培措施有氮肥水平、种植密度和播期等。

2.2.1 氮素水平。 选择合理的施氮量,既能够提高产量、改善品种,又能够减少氮肥对环境的污染^[19]。马宗斌等^[20]研究表明,棉花干物质积累量较大,且分配到生殖器官的比例较高;当施氮量过低时,干物质积累量较少;当施氮量过高时,有利于营养器官生长,干物质积累量最大,但分配到生殖器官的比例较低。当施氮量为 300 kg/hm² 时籽棉产量最高,比不施氮和施氮量 150 kg/hm² 处理分别增加 15.29% 和 9.77%,差异达到 0.05 显著水平,但与施氮量为 450 kg/hm² 处理产量差异不显著。赵新华等^[21]研究表明,施氮量过低影响棉铃干物质的累积,而施氮量过高则主要影响棉铃干物质在铃壳、棉籽和纤维间的分配,二者最终导致铃重降低、棉纤维和棉籽品质变劣。阿丽艳·肉孜等^[22]研究指出,在不同施氮量下棉花干物质累积存在 0.05 水平显著差异,氮素缺乏或过量均影响其干物质在不同生育时期的累积量,使得产量降低。施氮量对杂交棉干物质积累、分配和氮磷钾吸收、分配与利用存在影响。李伶俐等^[23]研究表明,施氮量与杂交棉干物质和氮、磷、钾的积累间均表现显著正相关,增施氮肥促进杂交棉干物质和氮、磷、钾的积累,但是当施氮量增加到 300 kg/hm² 后促进效果不显著。

另外,施氮方式也影响棉花干物质累积。邓忠等^[24]研究表明,施肥方式明显影响棉花干物质积累量,进而影响棉花干物质积累的增长速率和最佳时期。氮、磷、钾肥全部随水滴施易造成棉株中后期旺长,衰老快,干物质积累量不高。而基施磷、钾肥加滴施氮肥,棉株生长健壮,干物质积累提早进入关键期且持续期长,干物质积累量大。

2.2.2 种植密度。 棉花花铃期是产量品质形成的关键期,也是养分和光合产物快速累积阶段。协调好该时期棉花群体的生物量和养分吸收分配状况是建立高效群体结构的基础^[25-26]。金聿^[27]认为,在一定密度范围内,单株干物质积累均随密度的增加而递减,单位面积干物质的积累则有随密度的增加而递减的趋势。肖莢南^[28]采用数学模拟方法探究了栽培密度对棉花干物质累积的影响,发现全株、营养或生殖器官干物质积累均随密度增加而减少,而对群体干物质累积的影响是低密度下各时期干物质积累量明显比中密度、高密度的低。刘瑞显等^[29]研究表明,在棉花初花后群体干物质积累量随生育进程推延而呈 Logistic 曲线;种植密度影响干

物质与氮素动态变化模型的特征参数,提高种植密度可使棉花干物质与氮素快速累积的起始日提早,但干物质与氮素快速累积速率以 30 000 株/hm² 处理较高、持续时间长、干物质与氮素累积量最多、生殖器官的分配指数最大、产量最高。杨秀理等^[30]研究表明,棉花株行距配置方式对不同层次干物质积累存在影响;二膜十六行(15 cm + 45 cm)的布局能够促进棉花干物质累积。

2.2.3 播期。 播种期对棉花生长发育的影响很大。适期播种是棉花重要的丰产措施。它可以保证棉花种子在发芽、出苗时处于最佳的环境条件,利于一播全苗、壮苗,为棉花全生育期健康的生长发育奠定基础。一般而言,确定棉花播种期的主要依据是看当地温度的变化情况,尤其是地温的变化情况。实践证明,当地表温度稳定通过 14 ℃ 时可作为播种期。长江流域棉花移栽育苗一般在 4 月中下旬,露地直播一般选择在 5 月中下旬。这段时间温度回升且较稳定,能够满足棉花出苗的条件。赵新华等^[31]研究表明,播种期能显著影响棉铃干物质积累和氮素的积累与分配,影响棉花产量、棉花纤维品质。在晚播条件下,棉花的中部果枝成铃所经历的时间段日平均气温降低,造成棉花光合作用产生的有机物以及氮素不能顺畅到达棉籽和纤维中,同时导致铃壳的再转运过程受阻,棉籽和纤维的干物质积累量和氮素累积量都减少,产量降低。黎鸿慧等^[32]通过研究不同播期对短季棉生长发育的影响,发现早播会使棉株早衰,缩短棉花生育期,甚至过于提早播种对棉株农艺性状的影响很大,而晚播则会导致棉花生育期延长,对棉株农艺性状如植株高度、果枝数以及花蕾数的影响不大。

2.3 地域环境的影响 我国主要棉花产区为西北内陆、长江流域和黄河流域。各区域环境差别较大,影响棉花干物质累积。张旺峰等^[33]研究了新陆早 4 棉在北疆干物质积累特征。结果表明,物质积累的关键时期出现在 7 月上旬至 8 月中旬,是该地区棉株生长正处于花铃期的阶段;在高密度条件下,地上部总干物质、茎叶干物质积累的最快时期提前出现。郑德明等^[34]研究表明,南疆高产棉花的干物质积累总趋势与一般高产棉一致;在出苗至开花期间,棉花积累的干物质主要分配给叶茎;在开花后,干物质分配逐渐转向蕾铃为主,到吐絮期,铃干重占单株总质量的 55.5%,经济系数为 0.36 ~ 0.43。陈德华等^[35]研究了长江流域不同产量水平的棉花群体干物质积累情况。结果表明,高产棉花群体在盛花前保持适宜的积累量,盛花后促进群体干物质的积累,有利于产量的提高,盛花前期干物质产量、干物质积累量与株高、LAI 呈正相关。董合林等^[36]研究了华北平原 *Bt* + *CpTI* 抗虫棉中棉所 45 棉花干物质积累特性,发现花铃期是棉花干物质积累最旺盛的时期,此时干物质积累速率与数量最大;干物质积累高峰期出现在出苗后 80 ~ 117 d,累积速率最大日期是出苗后 98 d。

3 展望

棉花干物质是形成产量的基础。通过分析干物质增长
(下转第 10 页)

叶片破裂,然后将碎块放入低渗溶液中使细胞分离出来的方法。用此种方法制备原生质体所用的时间短,成本低,没有受到酶等化学试剂的影响,能够保持细胞的原有状态,是一种值得研究的方法。但目前认为机械法制备原生质体数量少,不能用于细胞下游试验。该研究根据细胞质壁分离和复原的原理^[7-8],以蔗糖溶液作为叶片细胞质壁分离的渗透剂,对蔗糖浓度、质壁分离时间和温度进行了多个水平试验,用切条办法破碎细胞,用能够保持原生质体活性的溶液 13% 甘露醇 CPW 溶液作为质壁分离复原的试剂,分离到数量较多的原生质体。该试验结果表明,在 25 ℃ 条件下将何首乌叶片浸入 35% 蔗糖溶液处理 30 min 能够分离 3.2×10^5 个/g (FW)。这些原生质体经过 20% PEG 融合液作用 20 min,用高 Ca^{2+} -高 pH 溶液洗涤诱导融合,能够得到 11.7% 的 2 个原生质体融合的细胞融合体,说明用此种方法制备的原生质体也是有活性的;同时说明融合效率不高,有待于进一步研究。

(上接第 7 页)

过程来研究棉花生长情况,国内外已做大量的工作。但是,由于不同地区气候和生产条件的不同,有关棉株干物质积累与产量、品质关系的研究匮乏。如何充分认识棉株干物质积累与产量的关系,了解影响棉花干物质积累各因素的特点利弊,对我国棉花事业的发展具有重大作用。

参考文献

- [1] 陈德华,陈源,周桂生,等. 长江流域棉区高产棉花干物质生产与产量及群体构成的关系[J]. 中国棉花,2001,28(10):9-11.
- [2] 傅寿仲. 油菜的光合作用和产量形成[J]. 江苏农业科学,1980(6):18-21.
- [3] CONSTABLE G A,RAWSON H M. Carbon production and utilization in cotton:Inferences from a carbon budget[J]. Aust J Plant Physiol,1980,7(5):539-553.
- [4] WULLSCHLEGER S D,OOSTERHUIS D M. Photosynthetic and respiratory activity of fruiting forms within the cotton canopy[J]. Plant Physiol,1990,94(2):463-469.
- [5] WULLSCHLEGER S D,OOSTERHUIS D M. Photosynthesis,transpiration, and water-use efficiency of cotton leaves and fruit[J]. Photosynthetica,1991,25:505-515.
- [6] 贾仁清,叶德柱,石吟梅. 高产棉花的干物质积累和氮磷钾养分的吸收分配规律探讨[J]. 中国棉花,1981(5):27-30.
- [7] 祝珍珍,陈亮,杨国正,等. 国内棉花干物质及养分的积累与分配研究进展[J]. 江西棉花,2011,33(3):7-10.
- [8] 王笑言. 不同棉花品种资源光合特性及类别的初步研究[D]. 石河子:石河子大学,2006.
- [9] 张小彩,陈布圣. 棉花光合性能的变化规律[J]. 中国棉花,1986(3):21-23.
- [10] 郑德明,姜益娟,朱朝阳,等. 南疆棉花高产栽培干物质积累和生长发育动态研究[J]. 中国棉花,1999,26(7):17-18.
- [11] 刘洪,宇振荣,潘学标,等. 不同类型棉花品种干物质积累及分配规律的研究[J]. 中国棉花,2002,29(5):18-20.
- [12] 田绍仁,孙亮庆,夏绍南,等. 不同密度下湘杂棉 8 号干物质积累及动态分配[J]. 江西棉花,2009,31(4):3-5.
- [13] 徐娇. 种植密度对杂交棉干物质积累和氮磷钾吸收及产量品质的影响[D]. 南京:南京农业大学,2013.
- [14] 叶欣,王永东,李瑞雪. 不同品种棉花干物质积累差异对比研究[J]. 棉花学报,2007,19(1):13-17.
- [15] 郑德明,姜益娟,吕双庆,等. 陆地棉与海岛棉干物质累积分配特性

该研究结果为何首乌植株的细胞育种研究奠定了坚实的基础。

参考文献

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴[M]. 北京:科学出版社,1972:567.
- [2] 王文静,薛咏梅,赵荣华,等. 何首乌的化学成分和药理作用研究进展[J]. 云南中医学院学报,2007,30(3):62-63.
- [3] 黄国文. 野燕麦原生质体制备和融合的研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(23):9546-9547.
- [4] 复镇澳. 第九讲 植物原生质体融合和细胞杂交[J]. 植物生理通讯,1979(3):58-66.
- [5] 张良波,李培旺,黄振,等. 木本植物原生质体制备体系的研究发展[J]. 中南林业科技大学学报,2011,31(8):102-106.
- [6] AHUIA M R,庞广昌,胡前进. 原生质体分离、培养和融合技术的现状及其展望[J]. 国外林业,1983(4):10-11.
- [7] 顾怡,胡兴昌. 应用 NaCl 进行“植物细胞质壁分离及复原实验”的探索[J]. 生物学教学,2012,37(6):47.
- [8] 杨培俊,赵吉勇. 探究植物细胞在 KNO_3 溶液中的质壁分离与复原的最佳浓度[J]. 生物学教学,2008,33(8):45-46.
- [9] [J]. 塔里木农垦大学学报,1995,7(2):10-13.
- [16] WU K,LU Y,FENG H,et al. Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin-containing cotton[J]. Science,2008,321:1676-1678.
- [17] 徐立华,王进友,王书红,等. Bt 移栽棉干物质积累与产量及器官建成关系的研究[J]. 棉花学报,2007,19(1):13-17.
- [18] 刘韶东,张思平,张立祯. 不同基因型棉花地上部干物质积累对氮素的响应[J]. 棉花学报,2010,22(1):77-82.
- [19] 凌启鸿. 作物群体质量[M]. 上海:上海科学技术出版社,2000.
- [20] 马宗斌,严根土,刘桂珍,等. 施氮量对黄河滩区棉花叶片生理特性、干物质积累及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(4):849-857.
- [21] 赵新华,束红梅,王友华,等. 施氮量对棉铃干物质和氮素累积及分配的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2011,17(4):888-897.
- [22] 阿丽艳·肉孜,郭仁松,杜强,等. 施氮量对枣棉间作棉花干物质积累、产量与品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(3):761-767.
- [23] 李伶俐,房卫平,谢德意,等. 施氮量对杂交棉干物质积累、分配和氮磷钾吸收、分配与利用的影响[J]. 棉花学报,2010,22(4):347-353.
- [24] 邓忠,白丹,翟国亮,等. 施肥方式和施氮量对棉花地上部分干物质积累、产量和品质的影响[J]. 华北农学报,2011,26(3):224-230.
- [25] 黄骏麒. 中国棉作学[M]. 北京:中国农业科学出版社,1998.
- [26] 郭文琦,张思平,陈兵林,等. 水氮运筹对棉花花后生物量和氮素利用率的影响[J]. 西北植物学报,2008,28(11):2270-2277.
- [27] 金聿. 棉花栽培生理[M]. 北京:农业出版社,1987.
- [28] 肖炎南. 不同栽培密度下棉花干物质累积的模拟[J]. 北京农业大学学报,1993,19(1):17-25.
- [29] 刘瑞显,史伟,徐立华,等. 种植密度对棉花干物质、氮素累积与分配的影响[J]. 江苏农业学报,2011,27(2):250-257.
- [30] 杨秀理,朱江,李鲁华. 株行距配置方式对棉花不同层次干物质积累的影响[J]. 石河子大学学报,2006,24(4):401-405.
- [31] 赵新华,束红梅,王友华,等. 播期对棉铃生物量和氮素累积与分配的影响及其与棉铃品质的关系[J]. 作物学报,2010,36(10):1707-1714.
- [32] 黎鸿慧,刘顺英,金卫平,等. 不同播期对短季棉省早 441 生长发育的影响[J]. 中国棉花,2002(5):32.
- [33] 张旺峰,李蒙春,杨新军. 北疆高产棉花干物质累积的模拟[J]. 石河子大学学报(自然科学版),1998,2(2):87-92.
- [34] 郑德明,姜益娟,朱朝阳,等. 南疆棉花高产栽培干物质积累和生长发育动态研究[J]. 中国棉花,1999,26(7):17-18.
- [35] 陈德华,陈源,周桂生. 长江流域棉区高产棉花干物质生产与产量及群体构成的关系[J]. 中国棉花,2001,28(10):9-11.
- [36] 董合林,李鹏程,刘爱忠,等. 华北平原一熟春棉干物质积累与养分吸收特性[J]. 中国棉花,2012,39(12):19-22.