

过度剪穗对小麦功能叶片同化产物 积累及转运的影响

苗 芳^a, 白 龙^a, 吕淑芳^a, 曹翠兰^a, 张嵩午^b

(西北农林科技大学 a. 生命科学学院, b. 理学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘 要】【目的】通过剪穗处理,人为增大源库比率,研究籽粒库对功能叶片同化产物积累及转运的影响,为进一步探究源库互作条件下叶片的衰老机理提供理论依据。【方法】以小偃 6 号和 9430 小麦为供试材料,在小麦扬花期,从穗顶部向下剪去穗长的 3/4,留基部的 1/4 小穗,以不剪穗为对照,于剪穗后每隔 7 d 测定小麦顶三叶的叶绿素含量、干物质积累量、可溶性糖和淀粉含量及灌浆后期顶三叶的丙二醛含量。【结果】剪穗处理后,小麦顶三叶出现明显的“叶色倒置现象”。剪穗处理 21 d 后,小偃 6 号倒二叶和倒三叶的叶绿素含量明显高于旗叶;剪穗后 28 d,9430 倒二叶的叶绿素含量高于旗叶。剪穗处理增加了干物质、可溶性糖在功能叶片中的积累,增加了淀粉在旗叶、倒二叶中的积累,而使倒三叶中淀粉的积累减少;剪穗处理使旗叶的丙二醛含量增加,倒二叶和倒三叶的丙二醛含量降低。【结论】剪 3/4 穗处理明显加速了旗叶的衰老,而使倒二叶和倒三叶的衰老得以延续。

【关键词】 小麦功能叶片;剪穗;叶绿素;可溶性糖;丙二醛;同化产物积累

【中图分类号】 S512.101

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)05-0089-05

Effects of excessive ear removal on functional leaf assimilate accumulation and transport in wheat

MIAO Fang^a, BAI Long^a, LÜ Shu-fang^a, CAO Cui-lan^a, ZHANG Song-wu^b

(a. College of Life Science, b. College of Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】Effects of grain sink on functional leaf assimilate accumulation and transport were studied by ear removal treatment artificial increase of source, sink ratio, in order to provide theoretical evidence on leaf senescence mechanism under source-sink interaction. 【Method】Using the Xiaoyan 6 and 9430 as experment materials, 3/4 ear was removed from the topmost portion of each ear at the flowering stage, intact ear being control. The chlorophyll content, dry leaf weight, soluble sugar and starch content were determined every 7 d after ear removal, and MDA content was determined at anaphase of grain filling. 【Result】Leaf-color inversion phenomenon was more obvious at anaphase of grain filling after ear removal. The chlorophyll content of top 2nd leaf and top 3rd leaf of Xiaoyan 6 were obviously higher than that of flag leaf 21 days after ear removing, chlorophyll content of top 2nd leaf 9430 was higher than that of flag leaf 28 days after ear removing. Compared with control, functional dry leaf matter and soluble sugar content increased after ear removal; The starch content in flag leaf and top 2nd leaf increased, and the starch content in top 3rd leaf reduced; The chlorophyll content in flag leaf reduced, and chlorophyll content in top 2nd leaf and top 3rd leaf increased; The MDA content in flag leaf increased, and MDA content in top 2nd leaf and top 3rd leaf reduced. 【Conclusion】Removing 3/4 ear treatment accelerated flag leaf senescence, and de-

* [收稿日期] 2008-06-17

[基金项目] 国家自然科学基金项目(30470333);西北农林科技大学科研基金项目(07ZR033)

[作者简介] 苗 芳(1965—),女,陕西蒲城人,副教授,博士,主要从事植物解剖学与作物生理学研究。

E-mail: miaofangmf@163.com

layed the top 2nd leaf and top 3rd leaf senescence.

Key words: wheat functional leaf; ear removal; chlorophyll; soluble sugar; MDA; assimilate accumulation

在作物的一生中,器官间的源库关系是不断变化的,在多数作物器官的形成期,成年叶片是主要的源器官,生殖或贮存器官是主要的库器官,两者的比例对叶片衰老有非常重要的影响^[1-4]。一般认为,减源能提高剩余叶片的光合速率,促进茎叶同化产物向库中的运输,加速源器官的衰老速度^[5];缩库能降低叶片的光合速率,减少茎叶同化产物向库中的转运量,延缓源器官的衰老进程^[6-8]。在籽粒灌浆期,大的源库比和小的源库比都可以引起叶片早衰,大的源库比使叶片同化物过度积累,而小的源库比使叶片中同化物极度缺乏,这两种情况都会引起同化物供应和需求的平衡,最终导致叶片早衰^[5]。本研究在小麦扬花期进行过度剪穗处理(剪去 3/4 穗),研究小麦顶三叶对过度剪穗的不同反应,以期探究源库互作条件下旗叶早衰的机理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 田间试验设计

试验于 2006~2007 年在西北农林科技大学农作试验站进行。该站属中国小麦主产区——黄淮平原冬麦区,为暖温带半湿润气候。供试小麦为叶片功能期较长的小偃 6 号和叶片功能期相对较短的 9430。2006 年 10 月上旬开沟带尺播种,每小区 10

行,行长 2.67 m,行距 0.25 m,株距 0.03 m,每个品种重复 3 次。田间管理按黄淮平原冬麦区品种比较试验的要求进行。分别于 2007-04-27(9430 小麦扬花期)和 05-01(小偃 6 号小麦扬花期)对 9430 和小偃 6 号小麦进行剪穗处理,每个品种每个小区剪穗处理 5 行,即从穗顶端向下剪去穗长的 3/4,留基部 1/4 小穗;以另 5 行为对照,不剪穗。

1.2 取样与测定方法

剪穗处理后第 7,14,21,28 天,分别选择小偃 6 号和 9430 小麦对照和剪穗处理中同一天开花的小麦植株,每个测定项目取 3 株,分别测定小麦旗叶、倒二叶、倒三叶的叶绿素、可溶性糖和淀粉含量及叶片干质量。剪穗处理后 28 d,分别测定旗叶、倒二叶和倒三叶的丙二醛含量。叶绿素含量的测定采用丙酮直接浸提法,可溶性糖和淀粉含量的测定采用硫酸-蒽酮法^[9],丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸比色法^[9]。

2 结果与分析

2.1 剪穗处理后小麦功能叶片叶绿素含量的变化

剪穗处理后不同小麦品种功能叶片叶绿素含量的变化见图 1。

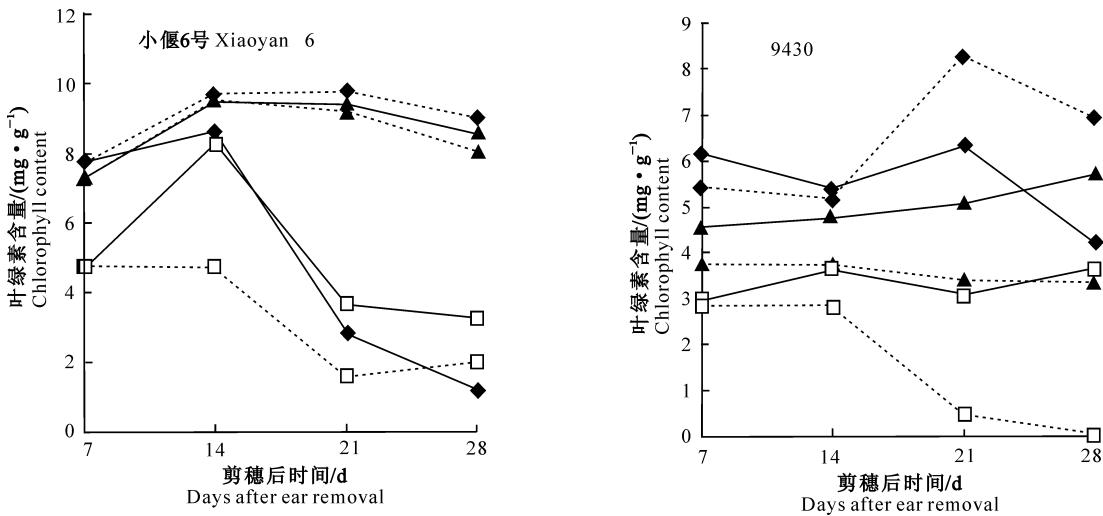


图 1 剪穗处理后不同小麦品种功能叶片叶绿素含量的变化

·····◆·····. 对照旗叶;—◆—. 剪穗处理旗叶;·····▲·····. 对照倒二叶;—▲—. 剪穗处理倒二叶;·····□·····. 对照倒三叶;—□—. 剪穗处理倒三叶

Fig. 1 Functional leaf chlorophyll content change of different wheat varieties after ear removal

·····◆·····. Flag leaf of control;—◆—. Flag leaf of treatment;·····▲·····. Top 2nd leaf of control;—▲—. Top 2nd leaf treatment;·····□·····. Top 3rd leaf of control;—□—. Top 3rd leaf of treatment

从图 1 可以看出,剪穗处理后,小麦功能叶叶色变化明显,小麦顶三叶出现“叶色倒置现象”。剪穗

处理 7 d 后,小偃 6 号倒二叶绿素含量高于旗叶,21 d 后,倒三叶的叶绿素含量也高于旗叶。在籽粒灌浆后期,剪穗处理小偃 6 号的顶三叶绿素含量高低顺序为倒二叶>倒三叶>旗叶,而对照(不剪穗处理)为旗叶>倒二叶>倒三叶。9430 叶色倒置现象出现较晚,在剪穗处理后 28 d,倒二叶的叶绿素含量高于旗叶。

2.2 剪穗处理后小麦功能叶片干物质积累量的变化

从图 2 可以看出,小偃 6 号和 9430 对照功能叶

片干物质积累量的高低顺序,在花后不同时期始终表现为旗叶>倒二叶>倒三叶,从小麦灌浆期开始,小麦功能叶片干物质积累量均开始减少。与对照相比,剪穗处理后,2 个品种小麦各功能叶片的干物质积累量均随着处理时间的延长而增加;剪穗处理 14 d 后,小偃 6 号和 9430 旗叶干物质积累量分别平均增加 7.59%和 6.19%,倒二叶分别增加 21.02%和 19.64%,倒三叶分别增加 10.33%和 8.61%。

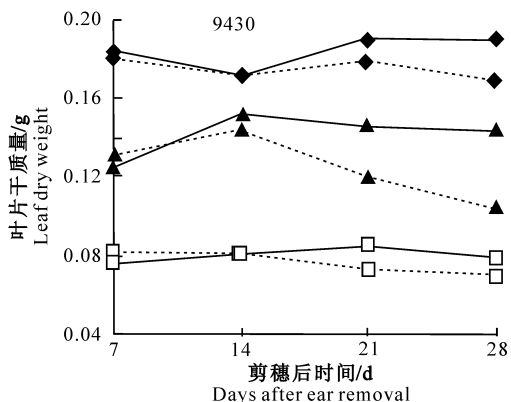
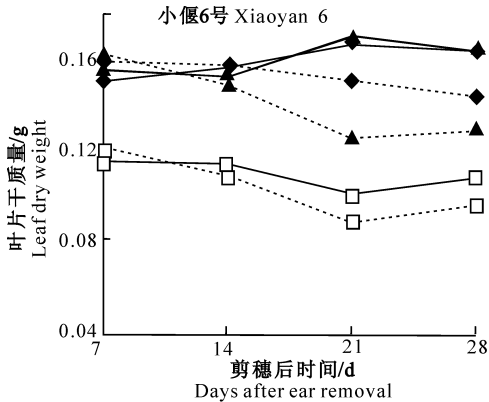


图 2 剪穗处理后不同小麦品种功能叶片干物质积累量的变化

.....◆....., 对照旗叶;—◆—, 剪穗处理旗叶;.....▲....., 对照倒二叶;—▲—, 剪穗处理倒二叶;.....□....., 对照倒三叶;—□—, 剪穗处理倒三叶
Fig. 2 Functional leaf dry weight accumulation change of different wheat varieties after ear removal
.....◆....., Flag leaf of control;—◆—, Flag leaf of treatment;.....▲....., Top 2nd leaf of control;—▲—, Top 2nd leaf treatment;.....□....., Top 3rd leaf of control;—□—, Top 3rd leaf of treatment

2.3 剪穗处理后小麦功能叶片可溶性糖含量的变化

从图 3 可以看出,剪穗处理后,由于库容的大幅缩小,同化物的需求量随之大大降低。剪穗 7 d 后,剪穗处理各功能叶片中的可溶性糖含量均高于对照,且随着剪穗处理后时间的延长,各功能叶片可

溶性糖含量的差异越来越大。在剪穗处理后 7~28 d,小偃 6 号和 9430 剪穗处理旗叶可溶性糖含量平均较对照分别提高 65.54%和 39.6%,倒二叶分别提高 54.01%和 54.47%,倒三叶分别提高 68.02%和 40.92%。

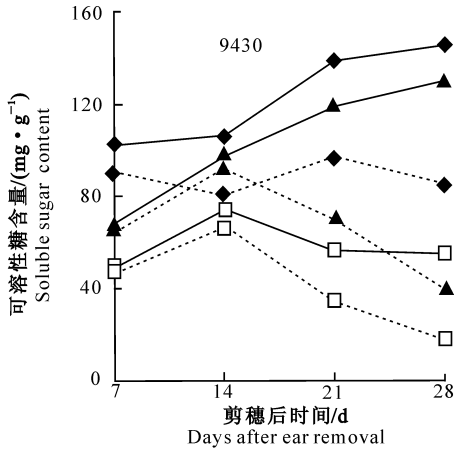
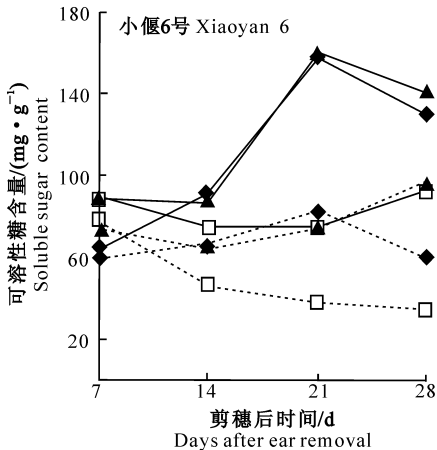


图 3 剪穗处理后不同小麦品种功能叶片可溶性糖含量的变化

.....◆....., 对照旗叶;—◆—, 剪穗处理旗叶;.....▲....., 对照倒二叶;—▲—, 剪穗处理倒二叶;.....□....., 对照倒三叶;—□—, 剪穗处理倒三叶
Fig. 3 Functional leaf soluble sugar content change of different wheat varieties after ear removal
.....◆....., Flag leaf of control;—◆—, Flag leaf of treatment;.....▲....., Top 2nd leaf of control;—▲—, Top 2nd leaf treatment;.....□....., Top 3rd leaf of control;—□—, Top 3rd leaf of treatment

2.4 剪穗处理后小麦功能叶片淀粉含量的变化

由图 4 可以看出,剪穗处理后 7~21 d,小偃 6 号和 9430 旗叶的淀粉含量均呈增加趋势,而且小偃 6 号旗叶的淀粉含量较 9430 增加快;剪穗处理 21 d

后,随着旗叶的逐渐衰老,其光合能力下降,旗叶中的淀粉含量亦有所下降。剪穗处理 14 d 后,倒二叶的淀粉含量明显高于对照,而倒三叶的淀粉含量则明显较对照低。

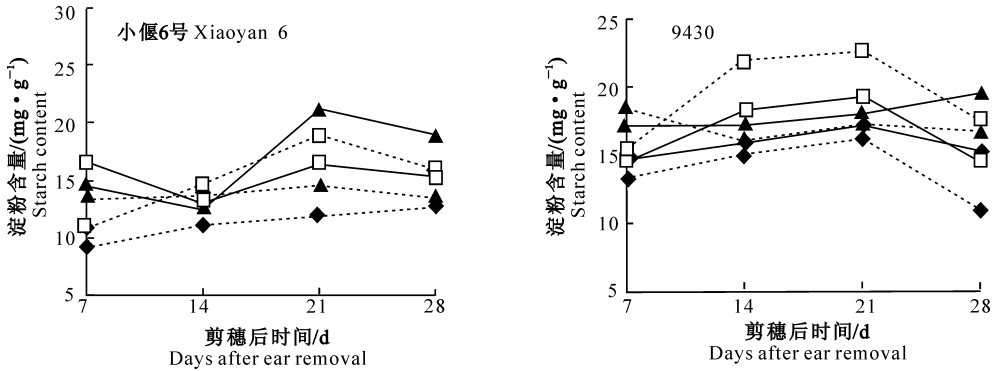


图 4 剪穗处理后不同小麦品种功能叶片淀粉含量的变化

·····◆·····, 对照旗叶;—◆—, 剪穗处理旗叶;·····▲·····, 对照倒二叶;—▲—, 剪穗处理倒二叶;·····□·····, 对照倒三叶;—□—, 剪穗处理倒三叶

Fig. 4 Functional leaf starch content change of different wheat varieties after ear removal

·····◆·····, Flag leaf of control;—◆—, Flag leaf of treatment;·····▲·····, Top 2nd leaf of control;—▲—, Top 2nd leaf treatment;·····□·····, Top 3rd leaf of control;—□—, Top 3rd leaf of treatment

2.5 籽粒灌浆后期小麦功能叶片丙二醛含量的变化

从图 5 可以看出,在籽粒灌浆后期,小偃 6 号对照处理顶三叶的丙二醛含量从高到低依次为倒三叶>倒二叶>旗叶,剪穗处理表现为旗叶>倒二

叶>倒三叶;9430 剪穗处理后顶三叶的丙二醛含量表现为倒三叶>旗叶>倒二叶。此外,与对照相比,剪穗处理旗叶的丙二醛含量升高,而倒二叶和倒三叶的丙二醛含量降低,说明剪穗处理可以加速旗叶的衰老,相对延缓了倒二叶和倒三叶的衰老。

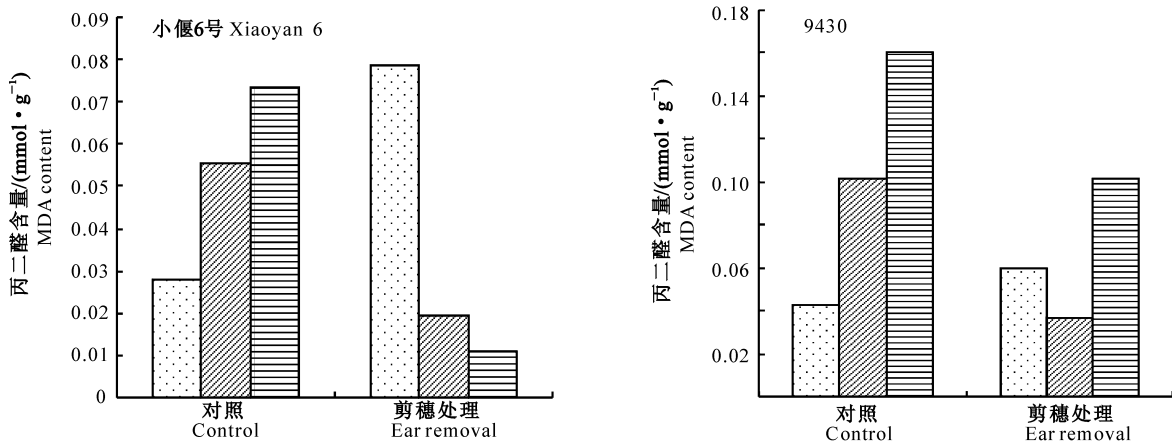


图5 灌浆后期不同小麦品种功能叶片丙二醛含量的变化

·····, 旗叶; ▨, 倒二叶; ▨, 倒三叶

Fig.5 Functional leaf MDA content of wheat varieties during the late grain-filling stage

·····, Flag leaf; ▨, Top 2nd leaf; ▨, Top 3rd leaf

3 讨论

减源缩库是研究源库关系最常用的一种手段,即通过减小源(剪去部分叶或进行遮光处理)或减少库(剪去部分颖花或穗)量,或同时改变源库大小以

研究源库之间的相互关系。现有的减源缩库试验的研究结果不尽相同。但大量研究表明,缩小库可以改善剩余库器官的生长发育,增加千粒质量,但往往导致源活性下降(如叶片光合速率的下降等),并伴随着可溶性碳水化合物的积累、叶绿素含量的

提高、丙二醛含量的降低,从而延缓了叶片的衰老^[1,3,6-7]。潘晓华等^[2]研究表明,水稻剪 1/2 花后,剑叶的光合速率降低,蔗糖含量升高,丙二醛含量增加,加速了剑叶的衰老。段俊等^[4]报道,剪穗处理能明显提高水稻旗叶的叶绿素含量及倒三、四、五叶叶绿素含量平均值与旗叶叶绿素含量的比值,并使旗叶的丙二醛含量增加。本研究结果表明,对小麦进行剪 3/4 穗处理后,随着处理后时间的延长,小麦功能叶片的干物质积累量和可溶性糖含量增加。剪穗处理使旗叶的叶绿素含量降低,丙二醛含量升高;使倒二叶和倒三叶的叶绿素含量升高,丙二醛含量降低;剪穗处理使旗叶的衰老进程明显加速,但延缓了倒二叶和倒三叶的衰老,使倒二叶或倒三叶的叶绿素含量高于旗叶,出现了“叶色倒置”现象。本试验与前人的研究结果^[1-4,6-7]不完全一致,究其原因可能有以下几点:①剩余库的大小不同。剪去小穗的多少对研究结果有直接影响。剪去的小穗越多,剩余库越小,源库矛盾越大,对叶片生理特性的影响越大。②品种不同。源限型和库限型品种对剪穗处理的反应不同。③剪穗后持续时间的长短不同。④叶位的不同。许多研究表明,库源比过大容易引起叶片早衰^[1-5],本研究结果表明,库源比过小,导致同化产物在叶片中过度积累,引起旗叶早衰,但可以延缓倒二叶和倒三叶的衰老。而关于剪 3/4 穗处理后,引起小麦功能叶片衰老次序颠倒的机理,还需要进行更深入的研究。

[参考文献]

[1] Dreccer M F,Grashoff C,Rabbinge R. Source-sink ratio in barley (*Hordeum vulgare* L.) during grain filling:effects on senescence and grain protein concentration [J]. Field Crops Research,1997,49:269-277.

[2] 潘晓华,王永锐. 水稻库/源比对叶片光合作用、同化物运输和分配及叶片衰老的影响 [J]. 作物学报,1998,24(6):821-827.

Pan X H,Wang Y R. Influences of sink-source ratio alteration

on photosynthesis,assimilate translocation and partitioning and leaf senescence of rice [J]. Acta Agronomica Sinica,1998,24(6):821-827. (in Chinese)

[3] Christensen L E,Below F E,Hageman R H. The effects of ear removal on senescence and metabolism of maize [J]. Plant Physiology, 1981,68:1180-1185.

[4] 段 俊,梁承邳,黄毓文. 杂交水稻开花结实期间叶片的衰老 [J]. 植物生理学报,1997,23(2):139-144.

Duan J,Liang C Y,Huang Y W. Studies on leaf senescence of hybrid rice at flowering and grain formation stage [J]. Acta Phytophysiological Sinica,1997,23(2):139-144. (in Chinese)

[5] 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.

Liu W D,Yin J,Zhu G J. Effects of leaf removal on dry matter accumulation and grain yield in different spike-type wheat varieties [J]. Scientia Agricultura Sinica,2007,40(7):1353-1360. (in Chinese)

[6] Tollenaar M,Daynard T B. Effect of source:sink ratio on dry matter accumulation and leaf senescence of maize [J]. Canadian Journal of Plant Science,1982,62:855-860.

[7] 王振林,尹燕桢,贺明荣,等. 晚播小麦源库调节对籽粒灌浆期光合物质分配及产量因素的影响 [J]. 中国农业科学,1996,29(1):50-58.

Wang Z L,Yin Y P,He M R,et al. Partitioning of 14C-photoassimilates during grain filling, yield components and their relation to source-sink manipulation of late-sown winter wheat [J]. Scientia Agricultura Sinica,1996,29(1):50-58. (in Chinese)

[8] 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.

Wang Z L,He M R,Fu J M,et al. Effects of source sink manipulation on production and distribution of photosynthate after flowering in irrigated and rainfed wheat [J]. Acta Agronomica Sinica,1999,25(2):162-168. (in Chinese)

[9] 高俊凤. 植物生理学实验技术 [M]. 西安:世界图书出版公司,2000:70-72.

Gao J F. Experimental technology of plant physiology [M]. Xi'an:World Map and Book Press,2000:70-72. (in Chinese)