

干旱胁迫对小麦主要器官干物重的影响

刘志连, 刘桂茹, 王静华

(河北农业大学 农学院, 河北 保定 071001)

摘要:以 7 个小麦品种为试验材料, 研究其主要器官干物质在干旱胁迫条件下发生的相应变化。结果表明, 穗粒重受影响最小, 依次为颖壳质量、茎秆干质量和叶片干质量。叶片和颖壳在干物质积累上收支平衡, 茎秆是籽粒干物质积累的部分来源。

关键词: 冬小麦; 干旱胁迫; 干物质积累

中图分类号: S512 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2008) 增刊- 0016- 04

Effects on Vital Organs of Wheat by Drought Stress

LIU Zhi lian, LIU Gui ru, WANG Jing hua

(College of Agronomy, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: This essay mainly researched the corresponded response of vital organs of wheat using 7 wheat cultivars under the drought stress. Results showed that grain weight was least affected by drought and then glume weight, straw drought weight, leaves dry weight respectively. Leaves and glume drew a balance in the dry matter accumulation. Straw was the part source of the accumulation of the grain.

Key words: Winter wheat; Drought stress; Dry matter accumulation

在中国北方的大部分小麦产区, 干旱是限制产量的主要因素, 小麦全生育期都可能受到干旱胁迫^[1]。从国内外生产实践和科学试验结果来看, 品种在粮食增产中的贡献居各项技术措施之首, 高达 50% 左右^[2]。发展节水农业, 培育和选择抗旱品种是解决干旱地区水资源不足的主要途径^[2]。抗旱性是广大干旱地区小麦育种的基本目标性状, 及时准确地鉴定小麦品种的抗旱性, 是进行小麦抗旱育种和筛选抗旱小麦品种的基础^[3]。金善宝^[4]指出, 作物的抗旱性是一项复杂的生物性状, 它反映在一系列生理和形态变化上, 以及生长发育的节奏与农业气候因素变化相配合的程度, 并最终对产量产生一定影响。一个品种在特定地区的抗旱性是由自身的生理抗性和结构特点以及生长发育进程的节奏与农业气候因素相配合程度决定的^[5]。

小麦品种的抗旱性是植株在干旱时依靠某些性状或特性来提供经济上有价值收成的能力^[6]。小麦种质的抗旱性是指小麦在大气或土壤干旱条件下生存和生长并形成产量的能力。抗旱性鉴定就是按照一定的指标对小麦品种抗旱能力的大小进行鉴定评

价的过程。多年来, 各国小麦育种家和植物生理学家们从生理、生化方面对小麦抗旱性鉴定的指标进行了许多深入的研究, 并取得了较大进展。

小麦在干旱胁迫条件下, 体内代谢发生一系列改变以适应不利的环境因素, 从而在外部形态上也会有所体现, 因而推断部分形态指标可以用来作为抗旱性鉴定的指标。周桂莲^[7]在 1996 年通过整理大量的文献资料后指出干旱条件下的旗叶长宽、株高、穗节长度、分蘖成穗率为小麦抗旱性鉴定应用较多的形态指标, 胚根数、叶色、气孔的多少以及叶片状况等可以结合其他指标小心应用, 同时对根重、根长、根深、根冠比等根系形态指标的统计也一定程度上反映出品种的抗旱性。多数文献和研究指出, 穗粒数是小麦拔节至抽穗期对干旱性反应的结果, 因此, 干旱条件下穗粒数较多的品种抗旱性较强, 而且穗粒数是产量因子, 穗粒数较多产量也较高。也就是说穗粒数是一个可靠的抗旱性鉴定指标^[7]。本研究从干物质的变化、分配角度出发, 力求探讨小麦品种在水、旱不同种植条件下其主要器官干物质发生的相应变化。

收稿日期: 2008- 08- 09

基金项目: 科技部支撑计划

作者简介: 刘志连(1980-), 女, 河北唐山人, 硕士, 主要从事小麦遗传育种研究。

通讯作者: 刘桂茹(1959-), 女, 河北高碑店人, 学士, 教授, 主要从事小麦遗传育种研究。

1 材料和方法

试验于 1996– 1997 年在河北农业大学小麦育种试验地进行, 选用 7 个小麦品种(品系), 分水地、旱地种植。水地种植材料全生育期间进行灌水, 旱地种植材料全生育期不浇水, 全部依靠自然降水, 于小麦开花后不同时间段内对冬小麦的叶、茎、穗粒重、颖壳重 4 个不同的性状进行调查, 将试验结果进行统计分析, 以探寻其与干旱胁迫的关系。

2 结果与分析

2.1 小麦主要器官水、旱地种植条件下的变化趋势

通过分析可看出每个冬小麦品种的主要器官叶片、颖壳、茎秆、穗粒干物质重的变化趋势各不相同, 每个性状在这 7 个品种中都具有相同的变化趋势。4 个性状在水、旱地处理条件下的变化趋势也较为一致。图 1 为品种 621 在水、旱地处理时小麦叶片和颖壳的干物质质量变化, 图 2 为品种 687 在水、旱地处理时小麦茎秆和穗粒干质量的变化。两图各自代表 7 个品种叶片、颖壳、茎秆和穗粒干质量的变化规律。

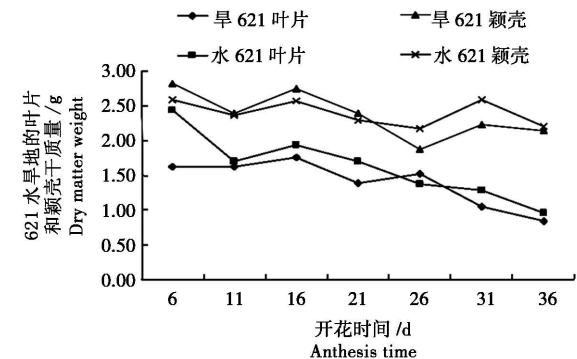


图 1 621 水旱地叶片颖壳干物质变化
Fig. 1 The dry matter changes of leaves and glume by water and drought disposal on 621

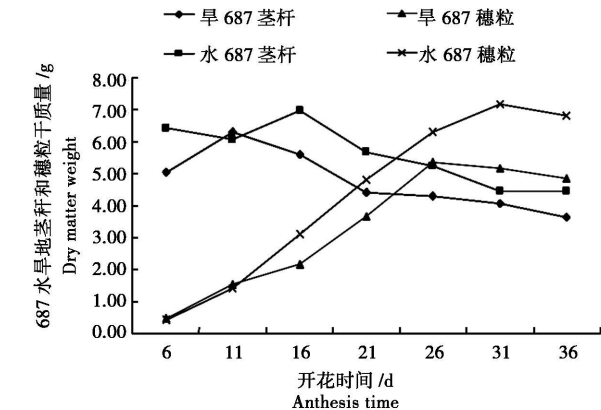


图 2 687 水旱地茎秆穗粒干物质变化
Fig. 2 The dry matter changes of straw and grain by water and drought disposal on 687

从图 1 和图 2 及另外 5 个品种的数据可以看出: ①7 个小麦品种的叶片干质量灌浆后期较开花初期均有所下降, 水、旱两种种植条件下的变化趋势基本一致; ②水、旱地种植时, 小麦颖壳干质量的变化趋势与叶片相似, 即随着籽粒的充实, 小麦颖壳干质量呈现平稳的下降; ③小麦茎秆和穗粒干质量在水、旱地的变化与叶片及颖壳干质量的变化则有所不同。小麦茎秆干质量在水、旱地两种条件下都表现随着开花后时间的推移茎秆干质量逐渐下降。穗粒干质量的变化与茎秆相反, 即茎秆干质量下降的同时穗粒干质量表现急剧的上升。综上所述, 在干旱胁迫条件下, 小麦的主要器官叶片、颖壳、茎秆、穗粒的干质量同水地处理时的变化趋势具有相同性, 只是在量的变化上有所不同。

2.2 小麦主要器官在干物质积累量上的变化

小麦主要器官在干物质积累量上的变化不尽相同。在叶片干物质积累方面, 在旱地种植条件下各个小麦品种的叶片干质量, 在花后 6~ 36 d 内各个时间点均比水地处理的干质量有所下降。不同品种之间, 以 89810 下降最多 (31. 18%), 621 下降最少 (12. 22%), 叶片干质量平均下降了 22. 68%, 统计结果见表 1; 在小麦颖壳干质量的变化上, 通过分析数据并结合生成的折线图, 可看出与水地种植条件相比, 小麦花后 6~ 36 d 各个时间段里, 7 个品种以 621 的干质量下降的最少只有 1. 10%, 冀麦 36 下降相对较多为 19. 86%。7 个品种颖壳干质量在旱地条件下平均下降了 12. 28%, 统计结果见表 1。

表 1 各品种不同性状在旱地比水地的干物质下降值
Tab. 1 The fall value of dry matter on comparison of water and dry fields on different traits of wheat cultivars %

品种 Varieties	叶片 干质量 Leaf dry weight	颖壳 干质量 Glume weight	茎秆 干质量 Straw dry weight	穗粒 干质量 Grain weight
687	- 23. 56	- 13. 36	- 15. 07	- 16. 00
621	- 12. 22	- 1. 10	- 10. 37	9. 70
冀麦 36	- 20. 53	- 19. 86	- 9. 12	- 13. 56
683 3	- 19. 31	- 9. 20	- 15. 45	6. 38
683 17	- 21. 98	- 8. 33	- 15. 84	- 3. 00
河农 859	- 29. 98	- 16. 21	- 18. 89	- 15. 57
89810	- 31. 18	15. 70	- 10. 26	- 16. 47
平均值 Mean	- 22. 68	- 7. 48	- 13. 57	- 6. 93

在小麦茎秆、穗粒干质量变化量方面, 与上述两种器官的变化不同, 多数品种在开花后 6~ 11 d 的时间里, 茎秆干质量迅速上升, 此后的 16~ 36 d 里, 茎秆干质量表现大幅度的下降, 品种河农 859 下降的最多, 为 18. 89%, 冀麦 36 下降的最少, 为 9. 12%, 7 个品种平均下降了 13. 57%。穗粒的变化量与茎秆干质量表现恰恰相反。①在旱地种植条件下, 621

和6833的穗粒质量要高于水地条件,分别增长了9.70%和6.38%。另外的5个品种表现出较为一致的变化趋势,即旱地穗粒干质量小于水地种植时的穗粒质量。②在开花后6~36d的时间里,每个品种的穗粒干质量都在急剧的上升,只有个别的品种在花后26d时表现轻微的回落。与水地相比,穗粒干质量下降以89810最多达16.47%,平均下降了6.93%,统计结果见表1。

2.3 各品种在干旱胁迫时主要器官的干物质分配

2.3.1 干物质在叶片和颖壳上的分配 为寻求小麦的主要器官在干物质分配上的内在联系,将此7个小麦品种分别在叶片干质量、茎秆干质量、颖壳质量、穗粒质量4个方面进行了分析,如图3~5所示。

从图3~5可以明显地看出,几个品种在叶片干质量和颖壳干质量方面的变化趋势基本一致,即叶片干质量和颖壳干质量的变化不显著,呈较平稳的下降。这说明叶片和颖壳在干物质合成与输出方面体现收支平衡,它们在向外输出干物质的同时体内又有器官给与相应的补充。

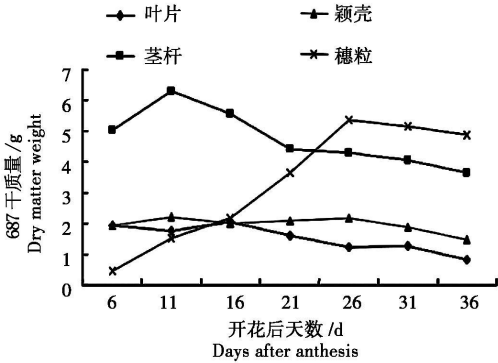


图3 旱地687不同干物质分配

Fig.3 Distribution of different dry matter on 687 by drought disposal

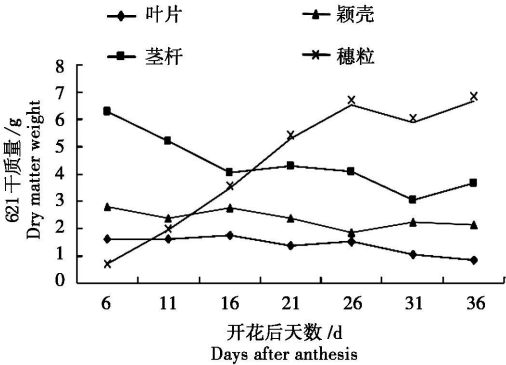


图4 旱地621不同干物质分配

Fig.4 Distribution of different dry matter on 621 by drought disposal

2.3.2 干物质在茎秆和籽粒上的分配 茎秆干质量和穗粒质量呈现相反的变化趋势,即茎秆干质量在下降的同时,穗粒质量表现急剧的上升,只是在开

花后26d时出现轻微的下降。所以,可初步判定籽粒中的干物质有一部分是来自茎秆。为了进一步明确茎秆向籽粒转化的干物质积累量,分析了茎秆和穗粒干质量在花后6~36d时间段里的动态变化。研究发现,从开花后6~36d时间里,7个品种在茎秆干质量的降低值不是很大,621下降最多(7.29%),68317下降最少(2.39%)。与此同时,各品种籽粒干质量呈现明显的上升趋势,由此也可知籽粒干物质的迅速积累恰在这一时期。进一步分析可以看出,此7个品种在花后一个月(6~36d)的时间里各自平均茎秆降低量和穗粒增长量的比值,最大的为621(13.20%),最小的为68317(3.70%),统计结果见表2。

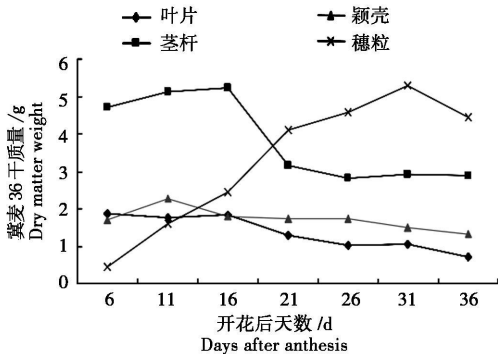


图5 旱地冀麦36不同干物质分配

Fig.5 Distribution of dry matter on Jimai36 by drought disposal

表2 7个品种花后1月内茎秆及穗粒干质量的变化
Tab.2 The changes of straw and grain weight of 7 wheat cultivars after bloom in a month %

品种 Varieties	茎秆降低量 Straw decrease ratio	穗粒重增长量 Grain increase ratio	比值 Ratio
687	4.42	62.25	7.10
621	7.29	55.25	13.20
冀麦36	6.07	64.74	9.37
6833	4.35	73.14	5.95
68317	2.39	64.62	3.70
河农859	6.15	74.28	8.28
89810	7.34	110.92	6.61

由表2可见,茎秆向穗粒的转化值在3.70%~13.20%,平均转化率为7.74%,说明茎秆在积累自身干物质的同时还向外界输出。初步推断籽粒重的积累大概有7.74%来源于茎秆的转化。相对于籽粒的干物质积累量茎秆的转化只占小部分,关于其他的来源还有待于进一步的研究。

3 讨论

3.1 干旱胁迫对小麦主要器官干质量的影响
各品种在水、旱地种植条件下的干物质变化趋

势表现为 3 种性状即叶片、颖壳和茎秆干质量具有大体相同的变化规律: ①干旱条件下比水地条件下此 3 种器官的干质量均有所下降, 叶片干质量和茎秆干质量下降较大, 颖壳质量的下降稍小于平均水平。穗粒质量的变化趋势与上述三者有所不同, 即 621 和 683-3 的穗粒干质量高于水地条件, 分别增长了 9.70% 和 6.38%, 另外 5 个品种的变化趋势仍然为水地的大于干旱胁迫。由此可知: 在干旱胁迫条件下, 穗粒干物质质量受影响最小平均下降只有 6.93%, 然后依次为颖壳干质量 7.48%、茎秆干质量 13.57% 和叶片干质量 22.68%。②水、旱两种种植条件下, 在叶片和颖壳干质重方面, 几个品种的变化趋势一致, 即均表现平稳的下降。和水地的同一花期里的叶片与颖壳干质量相比, 两者的干质量均有所下降, 不是很明显, 并且大部分品种是在花后 16 d 干质量开始显著的下降, 最大的只有 37.5%。

3.2 关于籽粒干物质积累的问题

小麦叶片干物质重体现在干物质合成与输出的角度则是以满足自身的生长为主。积累的干物质可能是转向了其他的营养器官或是自身不断合成以满足生长的需求^[9-18]。但是不能判定叶片和颖壳对籽粒干物质积累的贡献率的具体数值。通过茎秆和籽粒干物质的变化可初步推断茎秆合成的干物质除满足自身的生长外还有一部分向外输出, 对籽粒干物质的积累贡献率不是很大为 7.74%。另从籽粒干物质迅速积累的角度可以判定在花后 6~36 d 的田间管理对提高小麦的产量具有重要的意义。

参考文献:

[1] 兰巨生. 农作物综合抗旱性评价方法的研究[J]. 西北农业学报, 1998, 7(3): 85-87.

[2] 张正斌, 崔玉亭, 陈兆波, 等. 旱地农业研究中“三大观念”的转变[J]. 中国农业科技导报, 2003, 6(4): 42-47.

[3] Norman E, Borlaug, Christoper D. Global food security: Hardness science in the 21st century, Gene Technology Forum,

Kasetsart University, Thailand, March7, 2000: 87-92.

[4] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 754-758.

[5] 景蕊莲. 作物抗旱研究的现状与思考[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 79-85.

[6] 张灿军. 小麦抗旱性的鉴定方法与指标, 中国小麦育种与产业化进展[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 119-136.

[7] 周桂莲. 小麦抗旱性鉴定的形态指标及其分析评价[J]. 陕西农业科学, 1996(4): 3-34.

[8] 王信理. 在作物干物质积累的动态模拟中如何利用 Logistic 方程[J]. 农业气象, 19967(1): 14.

[9] 蔡庆生, 吴兆苏. 小麦籽粒生长各阶段干物质积累量与粒重的关系[J]. 南京农业大学学报, 1993, 16(1): 27-32.

[10] 周竹青, 朱旭彤. 不同粒重小麦品种(系)灌浆特性分析[J]. 华中农业大学学报, 1999, 18(2): 107-110.

[11] 刘丰明, 陈明灿, 郭香凤. 高产小麦粒重形成的灌浆特性分析[J]. 麦类作物, 1997, 17(6): 38-41.

[12] 吴玉娥. 高产小麦籽粒灌浆规律的研究[J]. 河南职业技术学院学报, 1999, 27(2): 4-6.

[13] 张文英, 柳斌辉, 彭海城, 等. 小麦品种抗旱性鉴定指标遗传规律研究[J]. 华北农学报, 2008, 23(增刊): 92-95.

[14] 任三学, 赵花荣, 姜朝阳, 等. 不同灌水次数对冬小麦产量构成因素及水分利用效率的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(增刊): 169-174.

[15] 张玉梅, 林琪, 刘义国, 等. 不同抗旱性小麦品种花后旗叶生化特性的研究[J]. 华北农学报, 2006, 21(4): 43-47.

[16] 谷俊涛, 屈平, 刘桂如, 等. 不同小麦品种抗旱机制与花期旗叶光合特性的关系[J]. 华北农学报, 2002, 17(1): 1-5.

[17] 卫云宗, 乔蕊清, 刘新月. 高产耐旱冬小麦育种技术及其评价方法研究[J]. 华北农学报, 2001, 16(3): 17-22.

[18] 单长卷, 杨小丽. 土壤干旱对冬小科幼苗根、叶渗透调节和保护酶活性的影响[J]. 河南农业科学, 2006(8): 28-30.