

小麦高 WUE 品种筛选和田间耗水规律研究

王克武¹, 王志平¹, 郑雅莲², 张 娜², 朱青艳²

(1. 北京市农业技术推广站, 北京 100029; 2. 通州区农业技术推广站, 北京 通州 100101)

摘 要: 以京冬 8 号为对照, 连续两年对生产中常用的 7 个小麦品种的田间耗水规律、生物学性状、产量和水分利用效率等指标进行了观测分析, 结果表明: 小麦拔节期是需水关键期, 耗水强度为 3.4~4.0 mm/d。京 9428 和中早 110 产量和水分利用效率较高, 并表现稳定。京郊小麦在全生育期降水量 69~124 mm 的条件下灌三水可保证较高产量。

关键词: 高 WUE; 小麦; 品种筛选
中图分类号: S332.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)02-0069-05

在相同的干旱程度下, 不同作物或同一作物的不同品种间产量和品质相差很大。粮食安全关系国民经济发展和稳定的全局, 干旱缺水是粮食生产的主要威胁。国内外在大田作物的抗旱性和抗旱品种的选育方面已经有比较广泛的研究^[1~3], 但针对水分高效利用特性和高水分利用品种筛选的研究还比较缺乏, 即使有, 又多是通过盆栽或旱棚, 与实际生产环境有较大的差距。山东恒台、河北吴桥、栾城等地的经验表明, 低灌溉定额下可以实现小麦高产。我国部分地区已经应用了中早 110、农大 3488、石家庄 8 号等节水品种, 但由于小麦地域性要求比较严格, 适合京郊的小麦高水分利用效率(WUE)品种尚待进一步确定。

本研究以京郊常用的 8 个小麦品种为试材, 在全生育期只灌 2~3 水的条件下, 对小麦不同品种的田间耗水规律、生物学性状、产量和水分利用效率等指标进行观测分析, 以便筛选出适合北京地区的高 WUE 品种。

1 材料与方法

1.1 试验区基本情况

试验设在北京市通州区宋庄镇双埠头村, 该地区属潮白河冲积平原, 海拔 18.5 m, 土壤类型为潮土, 质地为壤土, 地下水埋深 5.3 m, 年均日照时数为 2 597 h, 年均气温 11.9℃, 最高气温 41℃, 最低气温 -16℃, >0℃积温 4615℃, 无霜期 191 d, 最大冻土层厚度 52 cm。多年平均降水量 562 mm, 蒸发量 1 848 mm, 降雨的 60%集中在 6~8 月份。试验地块 1 m 土层内土壤容重和田间持水量见表 1。

表 1 试验地块土壤容重和田间持水量		
Table 1 Soil bulk density and field capacity		
土层深度 Soil depth(cm)	土壤容重(g/cm ³) Bulk density	田间持水量(%) Field capacity
0~10	1.43	21.2
10~20	1.43	21.0
20~40	1.43	22.1
40~60	1.45	24.7
60~100	1.44	22.3

供试小麦品种为中早 111、中早 110、京 9428、烟农 19、农大 3488、京农 02-2 和核优 1 号, 以京冬 8 号为对照。设三次重复, 共计 24 个小区, 每个小区面积为 5 m×4 m=20 m²。小区之间用油毡隔离, 埋深 1 m。

1.2 田间管理和气候条件记载

施肥情况: 播种前施底肥磷酸二铵 225 kg/hm², 尿素 150 kg/hm², 次年 4 月 13 日追施尿素 150 kg/hm²。

灌溉和降雨情况: 2005 年 10 月 7 日灌底墒水 75 mm, 10 月 11 日播种, 11 月 20 日灌冻水 45 mm。2006 年 4 月 13 日起身拔节期灌水 75 mm, 6 月 20 日收获。小麦全生育期灌水 3 次共 195 mm, 降水 69.5 mm。

2006 年 10 月 7 日~8 日降雨 17.5 mm, 10 月 11 日播种, 11 月 20 日灌冻水 45 mm, 2007 年 4 月 20 日起身拔节期灌水 30 mm, 6 月 20 日收获。小麦全生育期灌水 2 次共 69.5 mm, 降水 124.0 mm。

1.2.1 土壤水分测定 在小麦的播前、灌冻水前、返青、拔节灌水前、抽穗和成熟期分别测定小麦不同

收稿日期: 2008-10-03
基金项目: 北京市农村工作委员会资助项目“粮菜果节水型生产关键技术研究及示范”(20070120)
作者简介: 王克武(1973-), 高级农艺师, 主要从事农业节水技术与推广。
通讯作者: 王志平(1971-), 农艺师, 主要从事农业节水技术与推广。E-mail: wzhip218@yahoo.com.cn。
(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

品种不同土层(0~10 cm, 10~20 cm, 20~40 cm, 40~60 cm, 60~100 cm)的土壤含水量。每个小区每个土层随机取三个点混合进行土壤含水量的监测。用土钻取土,烘干法测定。

1.2.2 小麦生物学性状测定 收获时测定小麦的株高、根系等生物学性状。

1.2.3 小麦产量指标测定 收获时测定小麦的单位面积穗数、穗粒数、千粒重、产量等指标。

1.2.4 田间耗水量和水分利用效率 根据农田水分平衡方程式计算^[4]。

水分利用效率(WUE)= 经济产量/田间耗水量

2 结果与分析

2.1 有限灌溉条件下小麦耗水规律

2.1.1 不同小麦品种的田间耗水量 根据农田水分平衡方程计算不同品种田间耗水量,结果见表 2。利用 SPSS 软件进行分析,不同品种的田间耗水量无显著差异,2006 年为 278.0~279.2 mm,2007 年为 210.6~212.1 mm。

表 2 不同小麦品种的田间耗水量(mm)
Table 2 Water consumption of different wheat varities

年份 Year	项目 Item	中早 111 Zhonghan 111	中早 110 Zhonghan 110	烟农 19 Yannong 19	京冬 8 号 Jingdong No.8 (CK)	京 9428 Jing 9428	农大 3488 Nongda 3488	京农 02-2 Jingnong 02-2	核优 1 号 Heyou No.1
2006	土壤耗水 Soil water consumption	13.5	13.9	13.1	14.4	14.7	14.0	13.6	13.3
	田间耗水 ET	278.0	278.4	277.6	278.9	279.2	278.5	278.1	277.8
2007	土壤耗水 Soil water consumption	11.6	12.3	12.0	12.7	12.9	12.9	13.1	11.3
	田间耗水 ET	210.6	211.3	211.0	211.7	211.9	211.9	212.1	210.3

2.1.2 有限灌溉小麦不同生育时期的耗水量 小麦不同生育时期两年的平均田间耗水量见表 3,返

青拔节期为小麦需水高峰期,耗水强度 3.4~4.0 mm,全生育期耗水强度为 1.0~1.1 mm。

表 3 小麦不同生育期的田间耗水量和耗水强度
Table 3 ET and water consumption intensity in different wheat growth period

指标 Subject	年份 Year	苗期 Sowing ~seedling	返青拔节期 Reviving ~jointing	抽穗期 Gestation	成熟期 Ripening	全生育期 Whole growth period
田间耗水量 ET(mm)	2006	133.0	65.1	18.3	15.5	231.9
	2007	105.9	56.1	16.2	13.6	191.8
耗水强度 (mm/d) Consumption rate	2006	1.1	4.0	1.4	0.7	1.1
	2007	0.8	3.4	2.1	0.8	1.0

2.1.3 小麦不同生育阶段不同土层土壤含水量变化 图 1 是小麦不同生育阶段不同土层土壤含水量变化。0~40 cm 土层的土壤含水量较低,受外界影响变化幅度较大,40~100 cm 土层的土壤含水量除抽穗成熟期外一直较高。2007 年小麦由于播种前、返青拔节时都有少量降雨,灌溉水比 2006 年减少 120 mm,0~40 cm 土壤含水量在冬前、拔节期、抽穗期和成熟期都较低,有一定程度的干旱胁迫。

2.2 不同小麦品种的生物学性状和产量

2.2.1 不同小麦品种的生物学性状

1) 小麦植株绿叶数。表 4 是小麦不同品种的

单株绿叶数变化情况,到 6 月 8 日中早 110 和京 9428 的绿叶数低于烟农 19 号、核优 1 号和京农 02-2,但多于对照京冬 8 号。

2) 株高。图 2 是小麦不同品种的株高。在灌水次数减少的 2007 年,中早 111、中早 110、京冬 8 号、京 9428 和核优 1 号植株普遍有增高的趋势,而其它品种株高则呈降低趋势。

3) 根系发育。表 5 为小麦不同品种的根系发育情况,小麦不同品种间和同一品种不同水分条件下根系的差异都较大,中早 110 两年的根干重与对照京冬 8 号差异不显著,京 9428 两年的根干重分别

低于对照 48.9%和31.1%，总体来讲在 2007 年水分胁迫条件下，各小麦品种的根冠比都减少，平均减少 28.3%。

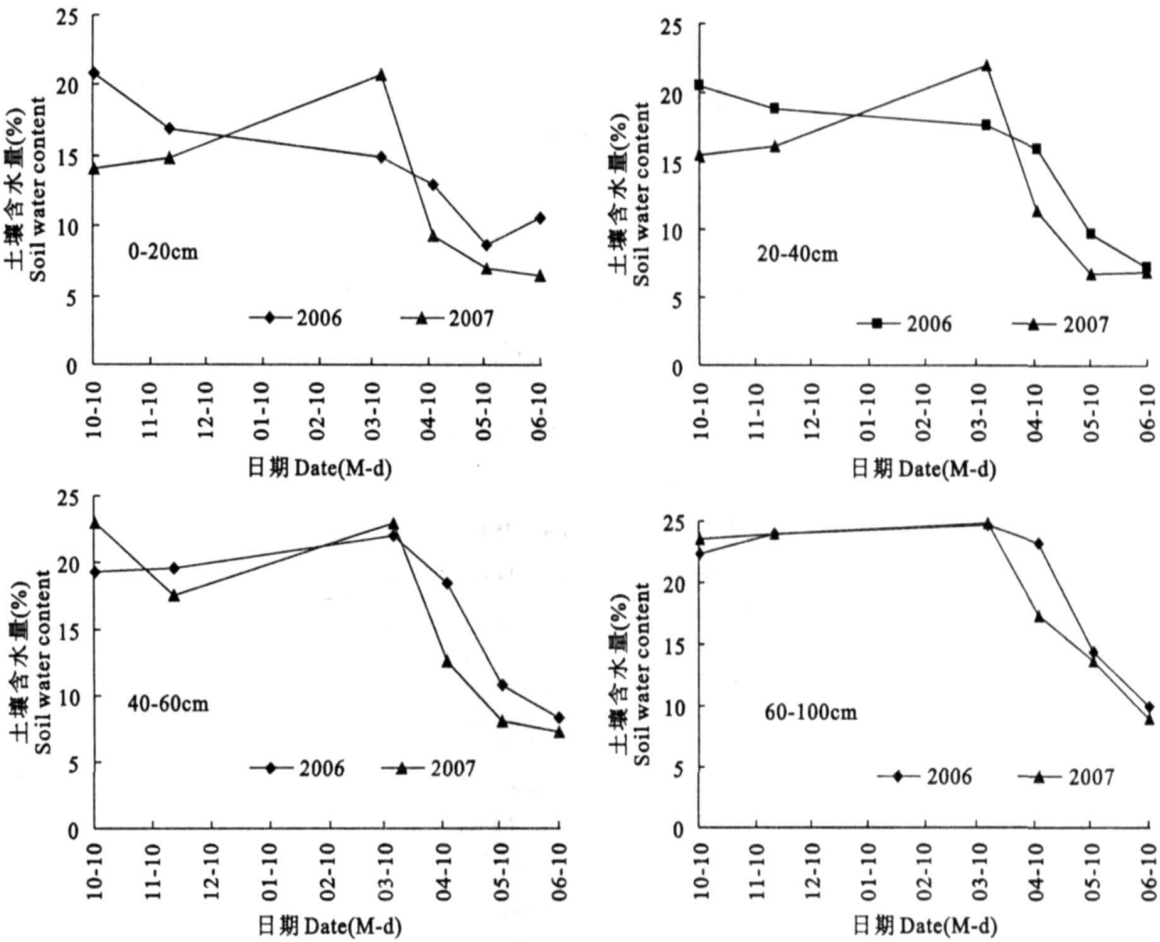


图 1 小麦不同土层土壤含水量的变化
Fig.1 The change of soil water content

表 4 小麦不同品种的单株绿叶数变化

Table 4 The change of green leaves per plant of different wheat varieties

品种 Variety	5 月 17 日 May 17	5 月 24 日 May 24	5 月 31 日 May 31	6 月 8 日 June 8
中旱 111 Zhonghan 111	4.0	3.5	1.5	0.2
中旱 110 Zhonghan 110	3.5	3.0	1.5	0.2
京冬 8 号 Jingdong No.8	4.0	3.0	1.0	0.0
烟农 19 Yannong 19	3.5	3.5	2.5	0.5
农大 3488 Nongda 3488	3.5	3.5	1.5	0.2
京农 02-2 Jingnong 02-2	4.0	3.0	2.0	0.5
核优 1 号 Heyou No.1	3.5	3.0	2.0	0.5
京 9428 Jing 9428	3.5	3.0	1.5	0.2

2.2.2 小麦不同品种的产量构成性状 表 6 为小麦不同品种两年的产量构成性状。小麦不同品种 2007 年与 2006 年相比，成穗数普遍减少，平均减少 51.8%；穗粒数普遍增加，平均增加 22.7%，千粒重普遍减少，平均减少 17.2%。京 9428 两年千粒重都最高，667m² 成穗数最少，在 2007 年比较干旱的

条件下穗粒数最高，根干重较低；中旱 110 千粒重、667m² 成穗数和根干重都较高。

2.3 不同小麦品种的产量和水分利用效率的比较

2.3.1 不同小麦品种的产量比较 张正斌等认为在有限水分条件下经济产量的高低是最为重要的。不同小麦品种收获时的产量见表 7。各品种在灌水

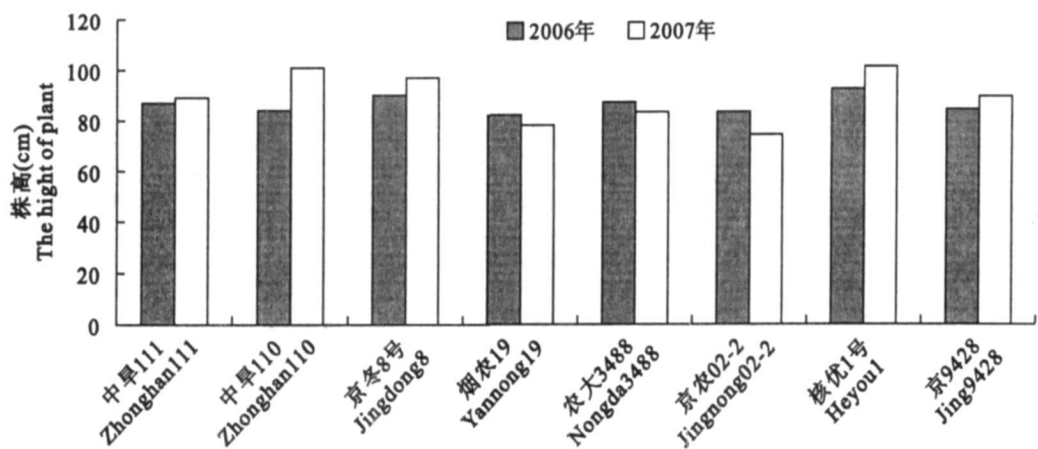


图 2 小麦不同品种的株高

Fig.2 The height of different wheat varieties

表 5 小麦不同品种的根系情况

品种 Variety	单株根干重(g) Root dry weight per plant		单株地上部干重(g) Dry weight per plant		根冠比 Root-shoot ratio	
	2006 年	2007 年	2006 年	2007 年	2006 年	2007 年
中旱 111 Zhonghan 111	0.50a	0.30bc	3.6ab	3.8c	0.14	0.08
中旱 110 Zhonghan 110	0.41bc	0.45ab	3.2bc	4.9b	0.13	0.09
京冬 8 号 Jingdong No.8	0.47ab	0.45ab	4.1a	3.6c	0.11	0.13
烟农 19 Yannong 19	0.30d	0.53a	2.6c	5.9a	0.16	0.09
农大 3488 Nongda 3488	0.40bc	0.24cd	3.2bc	2.7d	0.13	0.09
京农 02-2 Jingnong 02-2	0.46ab	0.15d	3.3bc	2.1d	0.14	0.07
核优 1 号 Heyou No.1	0.31c	0.11d	3.2bc	2.3d	0.10	0.05
京 9428 Jing 9428	2.4cd	0.31cd	2.8bc	5.1b	0.09	0.06

表 6 小麦不同品种的产量构成因素

品种 Variety	成穗数(10 ⁴ /hm ²) Ears		穗粒数 Kernels per ear		千粒重(g) 1000-kernel weight	
	2006 年	2007 年	2006 年	2007 年	2006 年	2007 年
中旱 111 Zhonghan 111	773	423	27	35	43	33
中旱 110 Zhonghan 110	830	388	26	30	52	42
京冬 8 号 Jingdong No.8	797	403	27	32	49	39
烟农 19 Yannong 19	817	387	29	35	41	37
农大 3488 Nongda 3488	903	403	27	34	40	33
京农 02-2 Jingnong 02-2	780	405	27	32	42	34
核优 1 号 Heyou No.1	887	377	27	32	39	35
京 9428 Jing 9428	760	367	26	35	54	45
平均 Average	818	394	27	33	45	37
减少 Decreased (%)	—	51.8	—	-22.7	—	17.2

较少的 2007 年平均产量由 6 308 kg/hm² 显著下降为 3 615 kg/hm², 减产 42.7%。7 个供试小麦品种中, 京 9428 两年产量都较高, 2006 年中旱 110 显著超过对照, 增产 6.4%; 2007 年京 9428 显著超过对照, 增产 16.2%。农大 3488 和京农 02-2 整齐度较差, 产量不稳, 因种子不是来源育种单位, 纯度较

差可能是原因之一。

表 7 小麦不同品种的产量比较(kg/hm²)
Table 7 Yield of different wheat varieties

品种 Variety	2006 年	2007 年
中旱 111 Zhonghan 111	5859 _c	3627 _{bc}
中旱 110 Zhonghan 110	7069 _a	3655 _b
京冬 8 号 Jingdong No. 8(CK)	6645 _b	3720 _b
烟农 19 Yannong 19	6156 _{bc}	3735 _b
农大 3488 Nongda 34880	6223 _{bc}	3166 _d
京农 02—2 Jingnong 02—2	5761 _c	3470 _{bc}
核优 1 号 Heyou No. 1	5908 _c	3224 _{cd}
京 9428 Jing 9428	6840 _{ab}	4323 _a

注:试验数据利用 SPSS 软件进行分析,用 Duncan 法对每一年的不同品种间进行多重比较($P<0.05$),含有相同字母表示差异不显著,无相同字母表示差异显著。

中旱 111 根系比较发达,但产量却不最高。这与 PASSIOURA^[5]、张大勇^[6]的研究结果一致,在节水灌溉条件下小麦品种产量的高低取决于品种本身光合产物的分配特性,产量高的小麦品种根系不一定发达,根冠比过大可能会影响地上部生物量和经济产量的形成,出现根的冗余现象。

2.3.2 小麦不同品种的水分利用效率 小麦不同品种水分利用效率见表 8。7 个供试小麦品种中,京 9428 两年的水分利用效率都超过对照,分别增加 1.5 kg/mm 和 3.0 kg/mm。中旱 110、中旱 111 和农大 3488 的水分利用效率两年都与对照差异不显著。

3 结 论

1) 同样灌水条件下不同品种间田间耗水量无显著差异,返青拔节期为小麦需水高峰期,耗水强度为 3.4~4.0 mm/d。

2) 京 9428 两年的产量和水分利用效率都比对

照有所增加,2007 年增产达 16.2%,水分利用效率两年分别增加 1.5 kg/mm 和 3.0 kg/mm。中旱 110 于 2006 年比对照增产 6.4%,水分利用效率两年都与对照相当。京 9428 和中旱 110 是适合北京地区的 2 个稳产高 WUE 品种。

3) 京郊小麦在全生育期降水量 69~124 mm 的条件下灌三水可保证较高产量。

表 8 小麦不同品种的水分利用效率比较(kg/mm)
Table 8 WUE of different wheat varieties

品种 Variety	2006	2007
中旱 110 Zhonghan 110	21.1	17.2
京 9428 Jing 9428	25.4	17.3
京冬 8 号 Jingdong No. 8(CK)	23.9	17.6
农大 3488 Nongda 3488	22.1	17.6
烟农 19 Yannong 19	22.3	14.9
核优 1 号 Heyou No. 1	20.7	16.4
中旱 111 Zhonghan 111	21.2	15.2
京农 02—2 Jingnong 02—2	24.6	20.6

参 考 文 献:

[1] 马春英.土壤水分胁迫对小麦产量的影响及节水灌溉的可行性[J].河北农业大学学报,2003,26(增刊):1—4.
[2] 王万里,章秀英,吴亚华,等.灌浆一成熟期间土壤干旱对小麦籽粒充实和物质运转的影响[J].植物生理学报,1982,8(1):67—80.
[3] 许振柱,李长荣,陈 平,等.土壤干旱对冬小麦生理特性和干物质积累的影响[J].干旱地区农业研究,2000,18(1):113—118.
[4] 彭世琪.节水农业技术理论与实践[M].北京:中国农业出版社,2004:11—12.
[5] Passioura J B. Roots and drought resistance[J]. Agricultural water ter management, 1983, 7:265—280.
[6] 张大勇.半干旱地区作物根系生长冗余的生态分析[J].西北植物学报,1995,(5):110—114.

Selection of wheat varieties with high WUE and study on laws of their water consumption

WANG Ke-wu¹, WANG Zhi-ping¹, ZHENG Ya-lian², ZHANG Na², ZHU Qing-yan²
(¹. Beijing Agro-technique Extension Station, Beijing 100029, China;
². Agro-technique Extension Station of Tongzhou District, Tongzhou, Beijing 100101, China)

Abstract: With Jingdong No. 8 as control, the soil water consumption, root development, yield, WUE, etc. of 7 varieties of winter wheat were studied for two years. The results showed that reviving~jointing stage was critical to wheat, and the consumption rate is 3.4~4.0 mm/d. Jing 9428 and Zhonghan 110's yield and WUE were higher and stable compared to the control. In Beijing's climate condition, three times irrigation during the whole growth period is necessary for relatively high yield of winter wheat.

Key words: WUE; wheat; variety