

不同水分处理对小麦产量及农艺性状的影响

王伟伟¹, 于亮¹, 钮力亚¹, 陆莉¹, 赵松山¹, 王艳²,
藏秀金², 谭花磊², 米淑玲³, 王奉芝¹

(¹河北省沧州市农林科学院, 河北沧州 061001; ²河北省献县农业局, 河北献县 062250;

³河北省沧州市运河区农业局, 河北沧州 061000)

摘要:为明确沧州地区水分对产量及农艺性状的影响, 搜集黄淮北片的18个小麦品种进行春季灌水处理, 利用室内和田间调查等方法, 分析了灌水次数对不同品种的茎蘖动态、叶面积系数、产量等性状的影响。研究表明: 浇1水比浇0水的处理平均增加产量1021.05 kg/hm²; 浇2水比浇1水的处理平均增加产量900.00 kg/hm²。在灌浆期对小麦各品种的旗叶叶面积调查发现, 0水的叶面积最小, 平均为18.15 cm², 浇1水的叶面积为20.34 cm², 浇2水的叶面积最大为24.05 cm²。随着浇水次数的增加, 各品种的容重有所下降, 不孕小穗数下降, 株高逐渐增大。该研究认为在沧州地区每少浇1水, 产量损失900.00 kg/hm²。

关键词:小麦; 产量; 灌水; 农艺性状

中图分类号: S318

文献标志码: A

论文编号: casb16110106

Effect of Different Water Treatments on Yield and Agronomic Characters of Wheat

Wang Weiwei¹, Yu Liang¹, Niu Liya¹, Lu Li¹, Zhao Songshan¹,

Wang Yan², Zang Xiujin², Tan Hualei², Mi Shuling³, Wang Fengzhi¹

(¹Cangzhou Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Hebei Province, Cangzhou Hebei 061001;

²Agriculture Bureau of Xianxian, Hebei Province, Xianxian Hebei 062250;

³Agriculture Bureau of Yunhe Area, Cangzhou Hebei Province, Changzhou Hebei 061000)

Abstract: To clarify the effect of water on yield and agronomic characters in Cangzhou area, 18 wheat varieties in the north area of Huanghuai were collected for spring irrigation treatment. The effects of irrigation frequency on tiller dynamics, leaf area coefficient, and yield of different varieties were analyzed by indoor and field investigation. The results showed that the yield of wheat increased by 1021.05 kg/hm² on average by pouring one time water compared with that of 0 water, and 900.00 kg/hm² on average by pouring two times water compared with that of one time water. During the grain filling stage, the investigation of the flag leaf area suggested that the leaf area of 0 water was the smallest, with an average of 18.15 cm², the leaf area of one time water was 20.34 cm², and the leaf area of two times water was the biggest, 24.05 cm². With the increase of irrigation times, the volume weight of every variety decreased, the number of spike sterility decreased, and the plant height gradually increased. The study showed that the yield loss was 900.00 kg/hm² by reducing one time irrigation in Cangzhou area.

Key words: wheat; yield; irrigation; agriculture characters

基金项目: 国家农业部小麦产业技术体系(CARS3-2-5); 河北省科技支撑计划“小麦耐盐抗旱种质资源与育种技术创新”(16226320D)。

第一作者简介: 王伟伟, 男, 1985年生, 山东临沂人, 硕士, 研究生, 主要从事小麦新品种选育工作。通信地址: 061001 河北省沧州市运河区九河西路沧州市农林科学院小麦组, Tel: 0317-2128613, E-mail: wangzhao938023@126.com。

通讯作者: 于亮, 男, 1978年生, 河北沧县人, 副研究员, 本科, 学士, 主要从事小麦新品种选育工作。通信地址: 061001 河北省沧州市运河区九河西路沧州市农林科学院小麦组, Tel: 0317-2128613, E-mail: yuliang168168@126.com。

收稿日期: 2016-11-21, **修回日期:** 2017-01-09。

0 引言

小麦是需水较多的粮食作物,有研究表明,合理的灌溉时期和灌水次数是小麦高产稳产的重要保障,在小麦适宜的生育期进行合理的水分亏缺锻炼有利于提高小麦的抗逆性和水分利用效率,而在不恰当的生育期进行水分调亏处理和大量灌水则会导致小麦产量的明显下降^[1-2]。从播种后到拔节前,耗水量占全生育期耗水量的35%~40%,每公顷日耗水量约6.0 m³;拔节到抽穗期是小麦生长的临界期,缺水会造成减产,在25~30天时间内耗水量占总耗水量的20%~25%,每公顷日耗水量约33.0~51.0 m³;抽穗到发育成熟,日耗水量还要大些,约35~40天,耗水量占总耗水量26%~42%,特别是抽穗时期,日耗水量可达4.0 m³。由此可见小麦主要生长阶段与需水量变化过程是基本一致的。张敬辉等^[3]、宋常吉等^[4]、裴文寿等^[5]研究了冬小麦需水规律及节水高产栽培技术,研究表明,全生育期平均每公斤小麦约需水量为0.723 m³水量^[6-10]。在限水灌溉条件下结合氮肥运筹及对小麦后期的影响已有不少报道^[11-14]。

沧州市地处河北省黑龙港流域,是河北省小麦生产主产区,受自然条件较差影响,小麦产量较低,平均产量为5400 kg/hm²左右,是河北省小麦低产区,该区域具有较大的产量潜力和增产空间。也是华北地区典型的漏斗区,地下水超采极其严重,水资源严重匮乏,过量的地下水开采已引起很严重的生态问题^[15],根据最新统计,沧州市多年平均降水量为551.1 mm,相应多年平均水资源量为12.3330亿 m³,其中地表水资源量为5.9614亿 m³,地下水资源量为6.9239亿 m³,重复计算量0.5523亿 m³。按2005年本市人口684.75万人和年末耕地面积80.7万 hm²计算,全市人均水资源量为180 m³,每公顷平均水资源量为1530 m³,分别是全国人均占有量和公顷均占有量的6.8%和5.9%,河北省人均占有量和公顷均占有量的43.0%和40.8%^[16-17]。因此,国家提出华北区域地下水禁采、限采的具体措施限制地下水的开采。由于沧州小麦均属于井灌生产,限采必然会影响小麦生产,必须积极应对。为此笔者通

过对19个小麦品种浇水次数的不同,来分析水分对小麦生产的重要影响。

1 材料与方法

1.1 供试材料

由国家小麦产业技术体系提供的黄淮北片18个小麦品种,并设当地推广种‘农大399’为对照。

1.2 试验设计

1.2.1 试验概况 试验在沧州综合试验站示范县献县原种场进行,地处东经116°11'59"、北纬38°11'33"。该试验地肥力均匀,地形平坦。2015年10月16日播种,采用大区对比法,面积7.5 hm²,不设重复。播种量每公顷150 kg,行距16 cm,种植区外设保护区。在春灌2水试验中第一水在拔节期(4月1日)、第二水在开花期(5月10日)浇水2次,在春灌1水试验中第一水在拔节期(4月1日)浇水,0水试验全生育期不浇水。4月1日结合浇水追施尿素225 kg/hm²。6月12日收获。

1.2.2 试验品种及田间种植图 利用9行农哈哈2BX-9小麦播种机播种,确保每个品种播种均匀一致,在定点后做好观察道,使试验田间景观良好,其田间种植图见图1。

1.3 试验方法

1.3.1 茎蘖动态 用定点调查法分别于出苗期、越冬期、返青期、拔节期、成熟期测定小区内具有代表性的种植行1行的群体茎数情况、单株分蘖成穗情况,再折算成单位面积平均值。

1.3.2 叶面积测定 在灌浆期用直尺测定小麦旗叶叶面积,连续选取10株。

1.3.3 室内考种 对收获样本的穗长、不孕小穗数、穗型等考察,在收获晾干的小麦中取样测定容重。

1.3.4 产量构成因素 在成熟期田间调查穗粒数和公顷穗数;在每个小区选取有代表性的6.7 m²收获并单独脱粒,晒干后计算产量并折算成每公顷产量;在晒干的小麦中随机取样测定千粒重。

1.4 数据分析

利用excel和DPS7.05进行数据处理和分析。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
保 护 区	科农 2011	邢麦 13	邯 115276	衡S29	沧麦 028	安麦1 号	洛麦7 号	科源 088	滨 BY34	泰科麦 33	烟农 172	聊麦18	潍1917	临091	尧麦16	石 10-4393	济麦23	中麦 4072	农大 399	保 护 区
					2	水														
观察道																				
					1	水														
观察道																				
					0	水														

图1 各处理小麦品种田间种植图

2 结果与分析

2.1 产量结果分析

由表1可以看出,浇1水比浇0水的增产为5.26%~39.19%,平均增产16.03%;浇2水比浇1水的增产为-8.97%~34.72%,平均增产为11.33%,增产幅度减缓。浇1水比浇0水的平均增加产量1021.05 kg/hm²;浇2水比浇1水的平均增加产量900.00 kg/hm²。由此可见,浇水对小麦产量的增加有极显著的影响。因此,在

沧州地区若少浇1水,小麦产量损失900.00 kg/hm²。

2.2 浇水对小麦群体动态及成穗率的影响

通过田间调查各品种的群体动态可以发现,在播种后至返青(浇第一水前)各品种的生长条件表现一致,其最高茎数反应各品种的差异,与产量的相关系数不显著;小麦成穗率反应了从最高茎数到有效穗数的变化,由表2可以看出,浇0水和浇1水与产量呈负相关,与浇2水呈正相关,可见浇水对成穗的影响明显。

表1 不同浇水次数对各小麦品种产量结果

品种代号	品种名称	产量/(kg/hm ²)			1水比0水增产/%	2水比1水增产/%	浇1水与浇0水平均差值/kg
		浇0水	浇1水	浇2水			
1	科农2011	7100.40	7700.40	8400.45	8.45	9.09	650.025
2	邢麦13	6700.35	7900.35	8100.45	17.91	2.53	700.050
3	邯115276	8100.45	9100.50	10250.55	12.35	12.64	1075.050
4	衡S29	7400.40	8400.45	9200.40	13.51	9.52	900.000
5	沧麦028	7100.40	8200.35	9300.45	15.49	13.42	1100.025
6	安麦1号	6100.35	7600.35	7800.45	24.59	2.63	850.050
7	洛麦7号	7800.45	9100.50	10100.55	16.67	10.99	1150.050
8	科源088	7100.40	8700.45	8300.40	22.53	-4.60	600.000
9	滨BY34	6500.40	7800.45	7100.40	20.00	-8.97	300.000
10	泰科麦33	6600.30	7400.40	9100.50	12.12	22.97	1250.100
11	烟农172	7400.40	10300.5	10400.55	39.19	0.97	1500.075
12	聊麦18	6200.25	6800.40	8650.50	9.68	27.21	1225.125
13	淮1917	7500.45	8900.40	8800.50	18.66	-1.12	650.025
14	临091	8000.40	8900.40	9300.45	11.25	4.49	650.025
15	尧麦16	8200.35	9300.45	10350.45	13.42	11.29	1075.050
16	石10-4393	6800.40	7200.30	9700.50	5.88	34.72	1450.050
17	济麦23	7700.40	8700.45	10250.55	12.99	17.82	1275.075
18	中麦4072	6500.40	8100.45	10300.50	24.61	27.16	1900.050
19	农大399	7600.35	8000.40	9800.55	5.26	22.50	1100.100

2.3 浇水对旗叶叶面积的影响

在灌浆期对小麦各品种的旗叶叶面积调查发现,0水的叶面积最小,平均为18.15 cm²,浇1水的叶面积为20.34 cm²,浇2水的叶面积最大为24.05 cm²。其叶面积差值S₁为2.19 cm²,S₂为3.71 cm²(表3)。可见浇水次数影响了旗叶的大小,最终影响了旗叶的光合作用,对产量产生影响。

2.4 浇水次数对室内考种指标的影响

通过田间调查和考种发现,浇水次数对小麦的株高影响明显,浇水比不浇水的要高8~20 cm左右,以小麦品种‘科源088’、‘尧麦16’、‘济麦23’最为明显,可见这3个品种对水分要求敏感。

通过对穗长、不孕小穗率、容重的测定可以发

表2 各处理最高茎数、成穗率与产量的相关系数

项目	浇水次数	相关系数(<i>r</i>)
最高茎数	0水	0.4743
	1水	0.3311
	2水	0.0464
成穗率	0水	-0.3611
	1水	-0.0681
	2水	0.0610
		$P_{(0.05)}=0.455$

现,随着浇水次数的增多,大部分品种的容重有所下降,穗长逐渐增长,不孕小穗率略有下降。结果见表4。

表3 浇水对旗叶叶面积的影响

序号	品种名称	旗叶叶面积/cm ²			叶面积差值	
		0水	1水	2水	S ₁	S ₂
1	科农2011	17.75	16.51	23.54	-1.24	7.03
2	邢麦13	19.46	15.70	24.30	-3.76	8.60
3	邯115276	15.33	19.54	25.36	4.21	5.82
4	衡S29	19.34	24.91	27.31	5.57	2.40
5	沧麦028	23.06	26.39	25.97	3.33	-0.42
6	安麦1号	17.76	20.10	22.48	2.34	2.38
7	洛麦七号	18.51	19.92	23.11	1.41	3.19
8	科源088	17.33	19.46	27.63	2.13	8.17
9	滨BY-34	18.26	20.03	24.34	1.77	4.31
10	泰科麦33	20.85	24.32	23.66	3.47	-0.66
11	烟农172	12.98	16.78	19.24	3.80	2.46
12	聊麦18	21.33	22.35	24.37	1.02	2.02
13	潍1917	18.66	20.76	23.45	2.10	2.69
14	临091	17.45	21.15	23.42	3.70	2.27
15	尧麦16	18.27	16.52	24.08	-1.75	7.56
16	石10-4393	16.25	18.32	22.56	2.07	4.24
17	济麦23	14.89	19.55	23.41	4.66	3.86
18	中麦4072	17.09	20.32	22.19	3.23	1.87
19	农大399	20.21	23.74	26.54	3.53	2.8

注: S₁为1水的叶面积减0水的叶面积差值; S₂为2水的叶面积减去1水的叶面积差值。

3 结论与讨论

根据国家华北区域地下水压采-限采的要求,河北省制定了地下水超采区农业用水要逐步实现零开采的目标,沧州为主要实施区域,其生产模式、耕作制度、应用技术等都会发生根本性的变化。沧州市小麦产业发展应在保证小麦总产的基础上,制定小麦生产限水指标,选用抗旱节水高产高效品种,走限水栽培和雨养旱作栽培的路子,依靠科技挖掘品种生物节水潜能和栽培农艺节水潜力,实现限水生产条件下的小麦高产高效^[18]。张永平等^[19]研究了不同供水条件下小麦不同绿色器官的气孔特性,研究结果表明在干旱少水条件下,叶片光合速率相应降低,而非叶器官光合速率保持相对稳定,可相对提高其水分利用效率。郭晓维等^[20]研究了不同水处理对冬小麦开花结实的作用,研究指出在严重干旱条件下,抗旱性强的品种具有较强的成花和结实能力。

通过本试验研究,为压采限采区限制小麦灌溉用水提供了支撑。9月29—30日也有微量的降水过程,小麦实现了足墒播种,且播种后平均气温较高,出苗期气温适合小麦生长,小麦出苗齐全长势良好;11月份日照时间严重不足,11月底全国大范围经历突然降

雨、降雪天气,降雪的时间较前几年明显提前,正因为气温骤降,连续多日低温,部分地区甚至出现极端最低气温,对今年的冬小麦生长影响很大,不同程度的出现小麦冻害现象。今年冬小麦3月初返青,总体来看,返青正常,麦苗生长良好。尽管1月下旬的气温较常年偏低4.6℃,更有极端最低气温-20.1℃(23日)的发生,但由于前期降水较多麦田墒情好,冻害死苗现象极少,实现了小麦安全越冬。但由于是一年大田试验结果,且今年降雨量为147.1 mm,比常年偏少5.5%,对试验结果造成了一定影响。

沧州是华北地区典型的漏斗区,地下水超采极其严重,水资源严重匮乏,因此实行压采限采很有必要。本试验中浇1水比浇0水的平均增加1021.05 kg/hm²的产量;浇2水比浇1水的平均增加900.00 kg/hm²的产量。由此可见,浇水对小麦产量的增加有极显著的影响。因此,在沧州地区若少浇1水,小麦产量损失900.00 kg/hm²。通过田间调查和考种发现,浇水次数对小麦的株高影响明显,浇水比不浇水的要高8~20 cm左右,以小麦品种‘科源088’、‘尧麦16’、‘济麦23’最为明显,可见这3个品种对水分要求敏感。通过对穗长、不孕小穗率、容重的测定可以发现,随着浇水

表4 浇水次数对穗长、容重、不孕小穗率的影响

品种名称	0水			1水			2水		
	穗长	容重	不孕小穗率	穗长	容重	不孕小穗率	穗长	容重	不孕小穗率
科农2011	7.2	812	8.33	8.0	804	17.78	7.5	813	25.00
邢麦13	6.3	807	26.25	7.0	786	20.00	7.5	806	16.00
邯115276	7.4	816	21.11	8.7	815	12.22	9.2	811	10.00
衡S29	7.8	824	15.56	7.6	812	22.22	7.8	831	15.56
沧麦028	8.6	801	16.67	8.4	800	19.44	8.3	815	22.22
安麦1号	7.0	803	13.33	8.3	808	16.00	7.8	808	17.50
洛麦七号	7.8	781	25.00	8.8	782	10.00	8.6	782	16.67
科源088	5.8	805	10.71	6.5	793	11.11	6.8	811	18.89
滨BY34	7.0	785	32.50	7.2	785	15.56	7.2	810	10.00
泰科麦33	6.2	810	28.57	6.8	805	15.63	7.0	792.0	9.38
烟农172	8.0	821	10.00	7.8	826	18.75	7.8	808	21.11
聊麦18	9.7	799	16.67	10.0	805	11.00	10.0	806	7.78
潍1917	7.5	810	13.89	7.3	800	10.00	7.3	810	8.33
临091	6.5	791	16.67	7.2	800	6.67	7.5	783	13.89
尧麦16	7.2	825	22.50	8.4	801	14.00	8.5	810	26.67
石10-4393	7.0	805	13.89	8.6	795	23.64	7.7	803	15.00
济麦23	6.5	825	12.50	7.5	800	21.88	7.0	824	13.89
中麦4072	7.8	808	18.75	8.5	804	21.88	7.6	797	8.89
农大399 ck	7.0	792	12.50	7.5	789	11.00	7.6	805	19.00

次数的增多,大部分品种的容重有所下降,穗长逐渐增长,不孕小穗率略有下降。

参考文献

- [1] Fang Q, Ma L, Yu, Q, et al. Irrigation strategies to improve the water use efficiency of wheat - maize double cropping systems in North China Plain[J]. *Agricultural Water Management*,2010,97(8): 1165-1174.
- [2] Karrou M, Oweis T. Water and land productivities of wheat and food legumes with deficit supplemental irrigation in a Mediterranean environment[J]. *Agricultural Water Management*, 2012(107):94-103.
- [3] 张敬辉.小麦需水特性与节水高产栽培技术[J].*粮经作物*, 2013(1): 11-12.
- [4] 宋常吉,王振华,郑旭荣,等.新疆滴灌春小麦耗水特征及作物系数的确定[J].*西北农业学报*, 2013,22(3):58-63.
- [5] 裴文寿,庞卫星,王树萱.皖西丘陵区小麦需水规律试验探析[J].*农技服务*,2015,32(7):108-109.
- [6] 杨永辉,武继承,何方,等.水肥运筹对冬小麦光合特性、产量及水分利用的影响[J].*河南农业科学*,2015,44(5):67-71.
- [7] 孙良忠,于丽娜,赵红梅,等.小麦节水条件下氮磷用量对产量的影响试验研究[J].*中国农业信息*, 2016(01):66-67,69.
- [8] 张强.农艺节水技术在现阶段农艺发展中的应用[J].*现代农业*, 2016,9:50.
- [9] 闫鹏,陈源泉,隋鹏.基于文献计量的华北地区农业用水问题研究态势分析[J].*中国农业大学学报*,2016,21(9):206-214.
- [10] 郭凤芝,郭凌云,黄兴蛟,等.不同水处理对小麦农艺性状的影响[J].*农业科技通讯*,2015,5:130-133.
- [11] 周继华,王克武,侗国香,等.限水灌溉条件下抗逆诱导剂在小麦上的应用效果[J].*实验研究*,2008(6):25-27.
- [12] 蒿宝珍,张英华,姜丽娜,等.限水灌溉下追氮水平对冬小麦旗叶光合特性及物质转运的影响[J].*麦类作物学报*,2010,30(5):863-869.
- [13] 姚战军,杨玉锋,陈若英.限水灌溉与施氮时期对小麦旗叶光合作用及产量性状的影响[J].*安徽农业科学*, 2011,39(13):7650-7652.
- [14] 王璞,王启现,鲁来清,等.灌水运筹对冬小麦粒重和产量的影响[J].*华北农学报*, 2001,16(3):80-85.
- [15] 姜文来.中国21世纪水资源安全对策研究[J].*水科学进展*,2005(5): 23-26.
- [16] 郭玉起,段现辉.沧州市水资源利用存在问题及对策.河北工程技术高等专科学校学报,2007,4:18-20.
- [17] 陈志恺.东北地区水资源供需发展趋势与合理配置研究[M].北京:科学出版社,2007.
- [18] 蔡凤如,王玉萍,闫玉赞,等.沧州地区小麦节水高产高效栽培技术总结[J].*China Seeds*, 2011(1):31-32.
- [19] 张永平,王志敏,吴永成,等.不同供水条件下小麦不同绿色器官的气孔特性研究[J].*作物学报*,2006,32(1):70-75.
- [20] 郭晓维,赵春江,康书江.水分对冬小麦形态生理特性及产量的影响[J].*华北农学报*, 2000,15(4):40-44.