

春季不同时期灌水对冬小麦产量的影响

孙明清¹, 安庆学², 刘鑫翠¹, 刘强¹, 张辉¹, 侯大山¹, 李光¹, 宋小颖¹, 高倩¹, 李娟茹^{1*}

(1. 石家庄市农业技术推广中心, 河北石家庄 050051; 2. 河北乐土种业有限公司, 河北石家庄 050051)

摘要 为明确以石家庄为代表的冀中南地区最佳春灌1水时期,在石家庄赵县选取当地生产上种植面积较大的主栽品种,开展不同时期春灌1水对冬小麦产量的影响试验。试验结果显示,起身前期灌水对冬小麦群体有明显的调控作用,拔节期以后灌水则调控作用不明显;拔节前期灌水对单位面积穗数的影响较大,起身至拔节期间灌水对穗粒数影响一致,千粒重随着春灌1水时间的后移呈下降趋势;明确了春季灌水时间应根据田间群体并结合降水量来确定,当冬小麦起身期茎数小于1 200万/hm²时,春季第1次肥水应在起身中后期(春四叶前),茎数在1 200万~1 650万/hm²时春季第1次肥水应在拔节前期(春五叶前);茎数超过1 650万/hm²时应延迟灌水,春季第1次肥水最晚不易超过拔节后期(旗叶露尖前)。

关键词 冬小麦;灌水;产量;产量构成因素

中图分类号 S512.1⁺1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)06-0030-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.04.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of Irrigation on Winter Wheat Yield in Different Periods in Spring

SUN Ming-qing¹, AN Qing-xue², LIU Xin-cui¹ et al (1. Agricultural Technology Promotion Center of Shijiazhuang City, Shijiazhuang, Hebei 050051; 2. Hebei Letu Seed Industry Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050051)

Abstract In order to clarify the best period of spring irrigation in central and southern Hebei (represented by Shijiazhuang), the main wheat varieties with larger planting area were selected in Zhao County, and the effects of spring irrigation on winter wheat yield in different periods were tested. The results showed that irrigation at early standing stage played an obvious role on regulating and controlling winter wheat population, but had no significant impacts after the stage of jointing. Irrigation at the early stage of jointing had a great influence on the number of ears per hectare, and irrigation from the standing stage to jointing stage had the same effects on the number of grains per ear, and the 1 000-grain weight declined with the delaying of 1 water irrigation in spring. It was concluded that irrigation time in spring should be set based on field population and precipitation. When the number of stems of winter wheat at the standing stage was less than 12.0 million/hm², the first irrigation in spring should be conducted in the middle and late stage (before the four leaves in spring); When the number of stems ranges from 12.0 million to 16.5 million/hm², the first irrigation in spring should be carried out at the early stage of jointing (before the five leaves in spring); When the number of stems exceeded 16.5 million/hm², the irrigation should be delayed, and the first irrigation in spring should not exceed the late stage of jointing (before the dew tip of flag leaves).

Key words Winter wheat; Irrigation; Yield; Yield component factors

我国水资源贫乏,且南北方差异很大,北方耕地面积占全国总量的45%,而水资源仅占全国水资源总量的9.7%^[1-3]。冬小麦是我国华北地区主要的粮食作物之一,用水约占农业用水的70%以上^[4-6],因此冬小麦节水在农业节水中具有举足轻重的地位。广大科研工作者进行了大量的农艺节水研究,基本明确了拔节期和孕穗期是冬小麦需水关键期^[7-9],针对冬小麦生长发育不同阶段的水分需求特点,采取合理的灌溉措施是实现高产稳产、提高水分利用率的一项重要农业措施。

武继承等^[10]研究表明,起身期灌水主要增加穗数,拔节期灌水能显著增加穗粒数,孕穗扬花期灌水能明显提高千粒重;马瑞昆等^[11]研究认为,起身期较拔节期灌水可增加穗数、降低千粒重;方保停等^[12]研究认为,起身期和拔节期春灌第1水处理之间产量及其构成因素差异不显著;梅雪英等^[13]研究认为,拔节至孕穗期对小麦穗粒数影响最大,灌浆至成熟期对千粒重影响最大,分蘖期对穗数影响最大;藏金萍等^[14]研究认为,春4叶前灌水有利于增加穗数,春5叶至孕穗期灌水有利于提高穗粒数,孕穗期至灌浆前期灌水有利

于提高千粒重,灌浆中期以后灌水对产量造成不利影响。目前,石家庄地区主要灌溉模式是春灌2水,个别年份个别地块春灌3水,丰水年份时春灌1水也能亩产过千斤,取得较高的水分利用率,实现丰产节水相统一^[15-16],所以春季第1次灌水在冬小麦生产实践中至关重要。

鉴于此,笔者在石家庄地区的赵县选取当地生产上种植面积较大的主栽品种,开展不同时期春灌1水对冬小麦产量的影响试验,以期确定最佳春1水灌溉时间,旨在为石家庄地区以及以石家庄地区为代表的冀中南麦区冬小麦节水栽培提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2017—2018年度在石家庄地区赵县进行,全生育期降水量为276 mm。

1.2 试验材料 供试品种共计18个,包括冀麦518、石新828、邯生730、邯农1412、冀麦120、邢麦13、石农952、石农086、石麦22、石4366、石麦26、石麦25、轮选103、农大339、金农58、中麦29、乐土808和轮选266。

1.3 试验设计 试验共设5个灌溉处理(表1),包括春季0、1、2水处理,其中,春季1水灌溉分设3个处理,包括起身期(3月22日)灌溉水900 m³/hm²、拔节前期(4月2日)灌溉水900 m³/hm²和拔节后期(4月12日)灌溉水900 m³/hm²;春季2水处理为在拔节期(3月29日)和灌浆期(5月4日)灌

基金项目 石家庄市科学技术研究与发展计划项目(181490292A)。

作者简介 孙明清(1978—),男,河北张家口人,高级农艺师,硕士,从事农技术推广工作。*通信作者,推广研究员,从事土壤肥料科学与农业技术推广研究。

收稿日期 2019-07-08; **修回日期** 2019-09-19

溉水 900 m³/hm²。

2017 年 10 月 25 日播种,播量 262.5 kg/hm²。每个供试冬小麦品种试验面积 0.067~0.133 hm²,不设重复;2 个试验

地全生育期施纯氮 240 kg/hm²,五氧化二磷 135 kg/hm²,氧化钾 90 kg/hm²,其中氮肥底施 60%,其余 40%结合春季第 1 水浇水追施,各试验点管理方式均同本地一致。

表 1 不同处理的水分灌溉比较

Table 1 Comparison of the water irrigation in different treatments

m³/hm²

灌溉次数 Irrigation times	处理编号 Treatment code	起身期 Standing stage	拔节前期 Early jointing stage	拔节中期 Middle jointing stage	拔节后期 Late jointing stage	灌浆期 Filling stage
0 水 0 irrigation	Z1	—	—	—	—	—
1 水 1 irrigation	Z2	900	—	—	—	—
	Z3	—	900	—	—	—
	Z4	—	—	—	900	—
2 水 2 irrigation	Z5	—	900	—	—	900

1.3 测定项目与方法

1.3.1 穗数调控测定。冬小麦起身期调查田间最高茎数,统计不同处理之间成穗率。

$$\text{成穗率}(\%) = \frac{\text{成熟期单位面积穗数}}{\text{起身期单位面积最高茎数}} \times 100\%$$

1.3.2 产量测定。随机取样 3 点,每点采用 1.1 m 的 2 行株数(行距 15 cm)计算每公顷穗数;在样点中随机抓取 20 穗,计数 20 穗的总粒数,折算为穗粒数;千粒重实测,计算产量。

$$\text{冬小麦产量}(\text{kg}/\text{hm}^2) = \{[\text{穗数} \times \text{穗粒数} \times \text{千粒重}(\text{g})] / 106\} \times 0.85$$

2 结果与分析

2.1 不同灌溉处理对冬小麦群体及穗数的影响 2017—2018 年度播期遇连续阴雨天气,播期推迟到 10 月 25 日,较常年晚播 10 d 左右。由于播期推迟对冬前冬小麦群体造成一定影响,4 月 1 日调查最高公顷茎数略低于常年。从表 2

可以看出,春季 1 水起身期灌溉处理(Z2)平均茎数最高达到 1 311 万/hm²,明显高于其他处理,其原因是处理 Z2 灌水时间为 3 月 22 日,正值冬小麦起身初期,这时灌水有效促进了小蘖生长,其他灌水处理最高茎数调查时间位于灌水时间之前,最高茎数与春季 0 水处理没有明显差别,说明起身前期灌水对春季冬小麦群体有明显的调控作用,拔节期以后灌水对冬小麦群体的调控作用不明显。

冬小麦成熟后对其穗数和成穗率的调查发现(表 2),不同灌溉处理的穗数和成穗率均大于春季 0 水处理(Z1),春季 2 水灌溉处理(Z5)穗数和成穗率最高,为 713 万/hm² 和 54.2%;春季 1 水灌溉处理 Z2、Z3 和 Z4 的穗数分别为 710 万、707 万和 630 万/hm²,处理 Z2 和 Z3 的穗数接近且大于处理 Z4,成穗率则是处理 Z3 最高,为 52.8%,接近春季 2 水灌溉处理(Z5),说明拔节前期灌水对成穗率的影响较大。

表 2 不同处理对冬小麦群体及穗数的影响

Table 2 Effects of different treatments on the wheat population and ear numbers

品种名称 Variety name	最高茎数 The highest tiller//万/hm ²					穗数 Ear number//万/hm ²					成穗率 Ear bearing tiller rate//%				
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
冀麦 518 Jimai 518	1 224	1 413	1 323	1 299	1 329	620	755	725	620	735	50.6	53.4	54.8	47.7	55.3
石新 828 Shixin 828	1 224	1 407	1 278	1 188	1 338	560	701	665	635	690	45.7	49.8	52.0	53.4	51.6
邯生 730 Hansheng 730	1 221	1 389	1 323	1 263	1 284	536	701	716	626	690	43.8	50.4	54.0	49.5	53.7
邯农 1412 Hannong 1412	1 353	1 539	1 338	1 341	1 368	566	675	665	611	710	41.8	43.9	49.7	45.5	51.9
冀麦 120 Jimai 120	1 185	1 398	1 515	1 134	1 419	521	675	656	585	675	43.9	48.3	43.2	51.6	47.6
邢麦 13 Xingmai 13	1 341	1 461	1 485	1 350	1 428	585	755	746	641	735	43.6	51.7	50.2	47.4	51.5
石农 952 Shinong 952	1 398	1 482	1 371	1 389	1 305	615	701	686	641	731	44.0	47.2	50.0	46.1	55.9
石农 086 Shinong 086	1 365	1 479	1 458	1 425	1 335	615	701	710	656	731	45.1	47.3	48.7	46.0	54.7
石麦 22 Shimai 22	1 317	1 404	1 260	1 290	1 308	656	761	755	665	735	49.7	54.1	59.9	51.5	56.2
石 4366 Shi 4366	1 233	1 380	1 131	1 161	1 152	611	710	720	615	695	49.5	51.4	63.7	53.0	60.3
石麦 26 Shimai 26	1 218	1 425	1 251	1 203	1 245	630	770	755	656	761	51.7	54.0	60.3	54.5	61.0
石麦 25 Shimai 25	1 536	1 536	1 491	1 368	1 401	626	710	725	645	740	40.7	46.2	48.6	47.1	52.8
轮选 103 Lunxuan 103	1 323	1 398	1 365	1 398	1 329	641	740	735	650	731	48.4	52.9	53.8	46.5	54.9
农大 339 Nongda 339	1 350	1 566	1 317	1 302	1 278	560	671	695	585	686	41.5	42.8	52.8	44.9	53.6
金农 58 Jinnong 58	1 329	1 554	1 311	1 260	1 290	581	665	675	626	680	43.6	42.8	51.5	49.6	52.7
中麦 29 Zhongmai 29	1 326	1 386	1 311	1 248	1 251	600	725	731	626	716	45.2	52.3	55.7	50.1	57.2
乐土 808 Letu 808	1 311	1 302	1 290	1 227	1 281	536	680	686	635	705	40.8	52.2	53.1	51.7	55.0
轮选 266 Lunxuan 266	1 335	1 449	1 290	1 308	1 326	551	680	686	620	686	41.2	46.9	53.1	47.4	51.7
平均 Average	1 311	1 443	1 340	1 287	1 316	590	710	707	630	713	45.1	49.2	52.8	48.9	54.2

2.2 不同灌溉处理对冬小麦产量及其构成因素的影响 不同灌溉条件下的产量构成见表3。从表3可以看出,春季1水灌溉3个处理中起身期灌水产量最高,为7 049 kg/hm²,随着灌水时间的后移平均产量呈下降趋势。春季灌水对穗粒数的影响比较明显,春2水处理穗粒数最高,为31.9,较春1

水灌溉处理增加1粒左右,春1水灌溉3个处理之间穗粒数没有差别,分别是30.8、30.8和31.0粒,说明起身至拔节期间灌水对穗粒数影响一致。从表3还可以看出,春季1水灌溉3个处理的千粒重随着灌水时间的后移呈下降趋势,春季0水处理平均千粒重高于灌水处理。

表3 不同处理对冬小麦产量及其构成因素的影响

Table 3 Effects of different treatments on the wheat yield and its component factors

品种名称 Variety name	穗粒数 Grains per ear//粒					千粒重 1 000-grain weight//g					产量 Yield//kg				
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
冀麦 518 Jimai 518	24.6	27.1	26.3	25.5	27.4	41.4	36.0	37.1	37.6	38.6	5 361	6 254	6 018	5 052	6 609
石新 828 Shixin 828	30.7	33.4	33.1	32.6	33.6	32.0	33.0	31.9	31.4	34.3	4 668	6 561	5 972	5 528	6 753
邯生 730 Hansheng 730	28.2	30.7	30.8	31.1	31.1	37.9	33.1	32.7	32.2	32.3	4 871	6 054	6 122	5 324	5 892
邯农 1412 Hannong 1412	28.1	32.1	32.5	33.9	34.4	35.0	34.8	35.0	37.0	36.3	4 722	6 411	6 435	6 512	7 527
冀麦 120 Jimai 120	22.9	28.7	28.4	27.4	29.2	38.5	35.3	33.0	31.9	34.2	3 902	5 805	5 220	4 340	5 729
邢麦 13 Xingmai 13	29.2	32.3	32.7	33.8	33.8	37.4	35.3	33.1	34.4	35.7	5 394	7 317	6 846	6 332	7 536
石农 952 Shinong 952	24.8	30.7	31.5	32.4	33.5	34.9	34.7	31.4	29.9	35.6	4 529	6 345	5 751	5 265	7 392
石农 086 Shinong 086	27.9	32.6	31.9	32.3	33.5	42.9	42.8	40.5	43.1	43.1	6 236	8 303	7 800	7 745	8 949
石麦 22 Shimai 22	24.3	31.5	30.2	31.1	31.4	39.9	38.6	35.9	36.4	38.7	5 381	7 857	6 956	6 396	7 584
石 4366 Shi 4366	24.2	29.7	30.0	30.7	31.6	39.7	37.9	41.0	40.1	42.0	4 970	6 800	7 532	6 431	7 841
石麦 26 Shimai 26	23.4	29.3	29.6	29.6	30.0	40.7	39.6	36.4	36.7	39.0	5 111	7 589	6 906	6 048	7 556
石麦 25 Shimai 25	24.3	29.3	29.5	29.9	31.0	41.5	37.7	38.6	39.0	39.5	5 376	6 659	7 010	6 396	7 704
轮选 103 Lunxuan 103	26.2	29.3	29.4	28.8	29.9	35.7	37.3	39.3	40.4	41.1	5 087	6 879	7 226	6 431	7 634
农大 339 Nongda 339	29.5	31.5	32.3	31.7	33.9	37.4	37.9	39.9	35.0	38.3	5 256	6 801	7 605	5 520	7 433
金农 58 Jinnong 58	22.7	29.4	29.9	29.1	30.5	40.7	40.0	38.4	36.5	33.2	4 566	6 647	6 587	5 637	5 844
中麦 29 Zhongmai 29	25.4	32.2	31.7	32.2	33.4	43.7	43.0	43.1	43.6	43.2	5 669	8 540	8 475	7 451	8 763
乐土 808 Letu 808	27.2	31.9	32.0	32.2	33.2	40.5	43.8	44.8	45.0	43.3	5 001	8 078	8 352	7 812	8 613
轮选 266 Lunxuan 266	30.0	32.9	32.8	32.9	33.4	48.6	41.9	40.3	40.0	39.7	6 822	7 967	7 697	6 929	7 730
平均 Average	26.3	30.8	30.8	31.0	31.9	39.4	38.5	37.4	37.2	38.2	5 162	7 049	6 917	6 176	7 394

3 结论与讨论

该研究结果表明,春灌1水不同处理之间起身期与灌浆前期灌水产量没有显著差异,这与前人研究结果不一致;此外,春季0水和春1水起身期灌水处理平均千粒重高于其他处理,这可能主要是因为:①播期连续阴雨天气,较常年晚播10 d左右,对冬前冬小麦群体造成一定影响,起身期灌水显著提高了茎数,增加了成穗数;②2018年冬小麦返青至成熟前气温较常年偏高,试验点5月19—22日正值冬小麦灌浆期,降雨量达42.2 mm,之后到成熟期气温偏高,导致冬小麦成熟过快,灌浆时间不足,而春季0水和春1水处理起身期灌水由于后期缺水,冬小麦生育期提前,相对灌浆时间反而长于其他处理,出现春季0水和春1水起身期灌水处理千粒重高于其他处理的现象。

该试验年度播期遇连续降雨,播期较常年推迟10 d左右,此外整个生育期降雨量较往年偏多,后期又遇逼熟雨,因此对冬小麦产量造成严重影响,是比较有代表性的一年。以石家庄为代表的冀中南麦区,春季灌水时间应根据田间群体并结降水量来确定,冬小麦起身期茎数小于1 200万/hm²,春季第1次肥水应在起身中后期(春四叶前),延迟两级分化,提高穗数;茎数在1 200万~1 650万/hm²,春季第1次肥水应在拔节前期(春五叶前);茎数超过1 650万/hm²时应延迟灌水,促进两级分化,争取大穗成穗,春季第1次肥水最晚不易超过拔节后期(旗叶露尖前)。石家庄地区冬小麦生育期年际间降水量变化较大,以近10年4月份降水量为例,2013年降雨量最高达到64.4 mm,而2008年仅有1.2 mm,因此冬

小麦春季灌水时间和灌水量应因年因地因苗灵活应用。

参考文献

- [1] 孙明清,李月华,张广辉,等.冀中南冬小麦“一水千斤”简化栽培模式水分运筹规律研究[J].中国农学通报,2017,33(23):124-128.
- [2] 王媛,盛连喜,李科,等.中国水资源现状分析与可持续发展对策研究[J].水资源与水工程学报,2008,19(3):10-14.
- [3] 张正斌,徐萍.中国水资源和粮食安全问题分析[J].中国生态农业学报,2008,16(5):1305-1310.
- [4] 郭进考,史占良,何明琦,等.发展节水小麦 缓解北方水资源短缺:以河北省冬小麦为例[J].中国生态农业学报,2010,18(4):876-879.
- [5] 张向前,曹承富,乔玉强,等.灌水量和时期对小麦影响的研究综述[J].农学学报,2015,5(5):14-18.
- [6] 王树安,兰林旺,周殿玺,等.冬小麦节水高产技术体系研究[J].中国农业大学学报,2007,12(6):44.
- [7] 梁振兴,刘兴海.小麦产量形成的栽培技术原理[M].北京:北京农业大学出版社,1944:38-53.
- [8] 刘彦军.灌水量灌水时间对麦田耗水量及小麦产量的影响[J].河北农业科学,2003,7(2):6-11.
- [9] 郭晓维,赵春江,康书江,等.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.
- [10] 武继承,王志和,徐建新.河南省旱作节水农业建设的有效技术途径[M].郑州:黄河水利出版社,2006:81-116.
- [11] 马瑞昆,蹇家利,刘淑贞,等.冬小麦推迟春季首次灌水后不同品种的产量及水分利用效率[J].华北农学报,1995,10(4):20-25.
- [12] 方保停,邵运辉,岳俊芹,等.早春不同时期灌水对小麦耗水特性和产量的影响[J].河南农业科学,2012,41(10):36-39.
- [13] 梅雪英,严平,王凤文,等.水分胁迫对冬小麦根系生长发育及产量的影响[J].安徽农业科学,2003,31(6):962-964.
- [14] 藏金萍,李姗姗,常虹虹,等.灌水时期对强筋小麦产量和品质的影响[J].麦类作物学报,2012,32(2):293-296.
- [15] 李月华,杨利华.河北省冬小麦高产节水栽培技术(简明图表读本)[M].北京:中国农业科学技术出版社,2017:124-134.
- [16] 孙明清,李月华,张广辉,等.冀中南冬小麦“一水千斤”栽培模式理论与技术研究[J].中国农学通报,2017,33(29):7-12.