

灌水对不同小麦品种产量和水分利用效率的影响

王映红, 董 昀, 盛 坤, 杨丽鹃, 付 亮, 赵宗武*

(新乡市农业科学院, 河南 新乡 453003)

摘要: 利用 6 个当地主推小麦品种在节水灌溉条件下的表现, 研究豫北地区小麦节水高效栽培技术, 筛选节水条件下的高产品种。结果表明: 最佳节水灌溉模式为底墒水+拔节水+开花水。在不同灌溉模式下品种的产量潜力有差别, 在只灌底墒水模式下, 可选种周麦 22, 产量达 7351.65 kg/hm²; 在底墒水+拔节水模式下, 选种周麦 22, 其次是洛麦 22 和矮抗 58, 产量分别为 7720.95 kg/hm²、7677.30 kg/hm²、7664.55 kg/hm²; 在底墒水+拔节水+开花水模式下, 选种洛麦 22, 产量达 8190.15 kg/hm², 也可选种周麦 22 和矮抗 58, 产量分别为 7984.95 kg/hm²、7910.70 kg/hm²。在底墒水+拔节水+开花水模式下, 周麦 22、矮抗 58、洛麦 22 三个品种的产量、水分利用效率、降水利用效率和土壤水利用效率均表现为最高, 三品种平均较底墒水+拔节水模式、只灌底墒水模式高 4.4%、17.0%; 24.8%、51.5%; 4.5%、16.8%; 75.1%, 150.9%。而灌溉水利用效率则相反, 表现为只灌底墒水模式下最高, 三品种分别较底墒水+拔节水模式、底墒水+拔节水+开花水模式高 161.2%、262.3%, 说明随着灌水量的增加, 灌溉水利用效率降低。

关键词: 灌水; 小麦; 产量; 水分利用效率

中图分类号: S512.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2011)12-0061-04

Effects of Different Irrigation Patterns on Yield and Water Use Efficiency of Different Wheat Cultivars

WANG Ying-hong, DONG Yun, SHENG Kun, YANG Li-juan, FU Liang, ZHAO Zong-wu*

(Xinxiang Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang 453003, China)

Abstract: Six main wheat varieties locally promoted were studied to explore the water saving cultivation of wheat in northern Henan and to select the outstanding varieties according to their yields under water saving irrigation. The results indicated that the optimal irrigation regime was irrigation at pre-sowing, jointing and flowering stages. The yields of varieties differed between irrigation patterns. In the pre-sowing water pattern(A), the optimum variety was Zhoumai 22, with the yield of 7351.65 kg/ha. In the pre-sowing water and jointing water pattern(B), the optimum variety was Zhoumai 22, followed by Luomai 22 and Aikang 58. Their yields were 7720.95 kg/ha and 7677.30 kg/ha and 7664.55 kg/ha, respectively. In the pre-sowing water, jointing water and flowering water pattern(C), the yields of Luomai 22, Zhoumai 22 and Aikang 58 were 8190.15 kg/ha, 7984.95 kg/ha and 7910.70 kg/ha, respectively. The pattern C generated the highest yield and efficiency of using irrigation water, precipitation water and soil water. The average index values of three varieties were increased by 4.4% and 17.0%, 24.8% and 51.5%, 4.5% and 16.8%, 75.1% and 150.9%, compared to the patterns B and A. The greatest irrigation water use efficiency was found in the pattern A, and the average values of three varieties was 161.

收稿日期: 2011-06-19

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项

作者简介: 王映红(1975-), 女, 河南新乡人, 助理研究员, 硕士, 主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: wyh7509@126.com

* 通讯作者: 赵宗武(1956-), 男, 河南济源人, 研究员, 主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: hnxxwheat@vip.163.com

2% and 262.3% higher than the patterns B and C, which showed that with the increasing of irrigation quantity, the irrigation water use efficiency was decreased.

Key words: Irrigation; Wheat; Grain yield; Water use efficiency

水分是影响小麦产量的主要因素。我国水资源短缺已严重制约了小麦生产的发展。近年来,水资源贫乏状况有日益加剧的趋势。黄淮海地区水资源总量 1843.22 亿 m^3 , 仅占全国的 7.6%, 而人口占全国的 32.30%, 耕地面积占全国的 26.57%, 人均水资源占有量为 465 m^3 [1]。豫北地区水资源更为紧缺, 常年小麦全生育期降水量为 146.2 mm, 且灌溉水利用效率和水分利用效率较低。目前, 农业用水的水分利用率仅有 30%~40%, 提高现有水资源的利用率是保障农业生产可持续发展的必然途径 [2-4]。在高产条件下, 适度减少灌溉用水, 发挥土壤贮水的作用是节水栽培的重要途径。不同基因型小麦对水分亏缺的敏感性存在显著差异, 不同品种对水分的反应不同, 因地制宜选择适当的节水耐旱品种及探讨不同灌水时期的增产效率, 不但可以保持其较高的产量, 还可以起到节约用水的作用 [5]。因此, 为了筛选出适宜的灌溉方式和各模式下适合当地气候的节水高效小麦品种, 特进行了本研究。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验在河南省新乡市农业科学院基地(辉县)1号地进行, 土质为黏壤土, 前茬玉米产量 8250 kg/hm^2 。土壤有机质 14.17 g/kg , 全氮 1.08 g/kg , 全磷 0.64 g/kg , 全钾 16.98 g/kg , 速效氮 36.33 mg/kg , 速效磷 11.39 mg/kg , 速效钾 111.2 mg/kg , pH 值 8.16。播种前每公顷底施纯氮 157.5 kg , 磷肥 (P_2O_5) 135 kg , 钾肥 (K_2O) 105 kg , 锌肥 (ZnSO_4) 22.5 kg 。试验采用裂区设计, 3 次重复。主区为灌溉模式: A. 只浇底墒水, B. 底墒水+拔节水(4月2日), C. 底墒水+拔节水(4月2日)+开花水(5月6日)。灌溉量均为 $50 \text{ m}^3/\text{次}$ 。副区设置 6 个品种: (1)矮抗 58, (2)洛麦 22, (3)安麦 05-28, (4)新麦 19, (5)周麦 22, (6)新麦 26。小区面积 13.0 m^2 , 行距 20 cm。主区间设置 2.6 m 灌水隔离区, 田间管理同大田。全生育期降水量为 122.5 mm (常年 146.2 mm), 其中播种至拔节期降水 64.2 mm (常年 69.1 mm), 拔节至开花期降水 43.3 mm (常年 40.4 mm), 开花至成熟期降水 15.0 mm (常年 36.7 mm)。

1.2 取样及测定方法

收获前每小区取样, 室内调查 30 个单茎, 3 次

重复。土壤含水量测定采用烘干法: 播种前和收获后每 20 cm 取一个土样测定含水量, 取土总深度为 2 m。土壤含水量 = (土壤鲜质量 - 土壤干质量) / 土壤干质量 $\times 100\%$ 。农田耗水量: 根据土壤含水量计算农田耗水量, $ET_{1-2} = 10 \sum \gamma_i H_i (\theta_{i1} - \theta_{i2}) + M + P + K$, 式中 ET_{1-2} 为阶段耗水量 (mm); i 为土层编号; n 为总土层数; γ_i 为第 i 层土壤干容重 (g/cm^3); H_i 为第 i 层土壤厚度 (cm); θ_{i1} 和 θ_{i2} 分别为第 i 层土壤时段初和时段末的含水率, 以占干土质量的百分数计; M 为时段内的灌水量 (mm); P 为有效降水量 (mm); K 为时段内的地下水补给量 (mm), 当地下水埋深大于 2.5 m 时, K 值可以忽略不计。本试验中地下水埋深在 5 m 以下, 故地下水补给量可视为 0。小区实收计产。

1.3 统计分析

试验数据用 Excel 初步处理, 差异显著性检验采用 DPS 统计分析软件。

2 结果与分析

2.1 灌水对不同小麦品种产量及产量构成因素的影响

从表 1 可以看出, C 灌溉模式下小麦平均产量最高, 达到 7667.85 kg/hm^2 , 分别比 B、A 灌溉模式下增产 2.3%、15.3%, 3 种灌溉模式之间产量差异达到极显著水平。说明最佳灌溉模式为底墒水+拔节水+开花水(C)。

在只灌底墒水(A)模式下, 周麦 22 产量最高, 为 7351.65 kg/hm^2 , 比其他品种增产达到极显著水平。说明在 A 模式下, 最好选择周麦 22 种植。在底墒水+拔节水(B)模式下, 周麦 22 产量最高, 为 7720.95 kg/hm^2 , 比洛麦 22、矮抗 58 增产达到显著水平, 比其他品种增产达到极显著水平。说明在 B 模式下, 首选周麦 22, 其次是洛麦 22 和矮抗 58。在底墒水+拔节水+开花水(C)模式下, 洛麦 22 产量最高, 为 8190.15 kg/hm^2 , 比其他品种增产达到极显著水平, 周麦 22 和矮抗 58 比其他品种增产也达极显著水平, 产量远远高于其他模式下的最高产量, 且综合表现较好。说明在 C 模式下, 首先选种洛麦 22, 也可以选择周麦 22 和矮抗 58。

从不同灌水模式的成穗数分析, 灌水模式 B 成穗数最高, 其次为 C, 比模式 A 分别增多 13.5% 和

15.6%,达到显著水平,说明拔节水对小麦成穗起到重要作用。从不同灌水模式品种的穗粒数分析,灌

水模式 B 和 C 比 A 穗粒数多,且达到显著水平,说明拔节水对穗粒数增加也十分重要。

表 1 不同灌溉模式下不同小麦品种产量构成因素及产量

项目	灌溉模式	品种代号						均值
		1	2	3	4	5	6	
穗数/(万穗/hm ²)	A	543.0b	597.0a	586.5a	583.5a	517.5c	586.5a	568.5b
	B	663.0b	690.0a	684.0a	618.0c	598.5d	690.0a	657.0a
	C	679.5a	678.0a	658.5b	627.0c	585.0d	646.5b	645.0a
穗粒数/粒	A	28.77a	18.58c	24.27b	27.77a	28.77a	21.96b	25.02b
	B	28.94a	23.07c	26.19b	29.85a	30.19a	20.84d	26.51a
	C	26.18b	25.42b	26.52b	25.43b	30.65a	21.97c	26.03a
千粒重/g	A	44.57c	52.84a	50.10b	44.17c	50.31b	49.43b	48.57a
	B	41.95c	47.98a	48.68a	41.56c	45.98b	49.04a	45.87b
	C	47.44d	47.44d	49.43b	42.78e	48.45c	52.86a	48.07a
产量水平/(kg/hm ²)	A	7 143.91bB	6 097.82cE	6 408.00dD	6 761.85cC	7 351.65aA	6 143.85eE	6 651.15cC
	B	7 664.55bAB	7 677.30bAB	7 651.65bB	7 333.65cC	7 720.95aA	6 910.65dD	7 493.10bB
	C	7 910.70bB	8 190.15aA	7 390.15cC	7 249.05cC	7 984.95 bB	6 782.40dD	7 667.85aA

2.2 不同灌溉模式不同小麦品种对水分利用效率的影响

从表 2 可以看出,各品种平均水分利用效率、降水利用效率、土壤水利用效率均表现为:在底墒水+拔节

水+开花水(C)灌水模式下最高,其次为底墒水+拔节水(B),只灌底墒水(A)模式最差,差异达到显著水平。灌溉水利用效率则相反,表现为灌溉模式 A 最高,模式 B 次之,模式 C 最差,且差异达到显著水平。

表 2 不同灌溉模式下的水分利用效率

%

项目	灌溉模式	品种代号						均值
		1	2	3	4	5	6	
水分利用效率	A	1.41a	1.19c	1.34b	1.44a	1.48a	1.25bc	1.35c
	B	1.58b	1.75a	1.66b	1.72a	1.61b	1.57b	1.65b
	C	1.98b	1.99b	1.58d	1.56d	2.20a	1.67c	1.83a
灌溉水利用效率	A	48.77ab	41.62d	43.74c	46.16b	50.18a	41.94d	45.40a
	B	17.78a	17.81a	17.75a	17.01ab	17.91a	16.03b	17.38b
	C	12.92a	13.38a	12.89a	11.84b	13.04a	11.08b	12.53c
降水利用效率	A	3.89a	3.32b	3.49b	3.68ab	4.00a	3.34b	3.62b
	B	4.17a	4.18a	4.16a	3.99b	4.20a	3.76b	4.08a
	C	4.31a	4.46a	4.29a	3.95b	4.35a	3.69b	4.17a
土壤水利用效率	A	2.32ab	1.95bc	2.28ab	2.48a	2.46a	2.09b	2.26c
	B	2.96c	3.60a	3.25b	3.66a	3.06bc	3.24b	3.29b
	C	5.15b	4.93c	3.12d	3.32d	6.79a	4.23c	4.59a

2.3 不同小麦品种在不同灌溉模式下的水分利用效率

周麦 22、矮抗 58、洛麦 22 三个品种的水分利用效率、降水利用效率、土壤水利用效率表现一致:在灌溉模式 C 下最高,三品种平均分别较模式 B、模式 A 下高 24.8%、51.5%; 4.5%、16.8%; 75.1%, 150.9%。安麦 05-28 水分利用效率和土壤水利用效率表现为灌溉模式 B>C>A,新麦 19 水分利用效率、降水利用效率、土壤水利用效率均表现为模式

B>C>A。所有品种的灌溉水利用效率均表现为模式 A 最高,模式 B 次之,模式 A 下各品种平均较模式 B、模式 C 高 161.2%、262.3%。说明随着灌水量的增加,灌溉水利用效率降低。

3 结论与讨论

本研究在 2008—2009 年度灌水试验的基础上,选择了 3 种节水灌溉方式,结果与姜东燕等^[5]认为在一定范围内增加灌水量,可明显提高小麦籽粒产

量,但超量灌溉不仅无益于小麦增产,反而浪费水资源、增加生产成本的观点相一致。吕丽华等^[6]、Zhang 等^[7]认为,水分利用效率和籽粒产量在一定灌水范围内提高,在本研究中也得以验证。王德梅等^[8]研究表明,底墒水+拔节水是小麦获得高产和高水分利用效率的最佳灌水模式,与本研究结果稍有不同,笔者分析是气候原因造成的,2009—2010 年度小麦生育后期干旱少雨,灌开花水起到至关重要的作用。崔世明等^[9]认为,在水资源不足的情况下保证底墒水和拔节中期供水,在水资源充足的情况下增加 1 次灌水,并适当推迟春季第 1 次灌水时间和开花期灌水时间,有利于获得高产高效,与本研究结果基本一致,因而在 2009—2010 年度气候条件下,河南省北部小麦最佳的节水灌溉模式为底墒水+拔节水+开花水。

周麦 22、矮抗 58、洛麦 22 等表现较好的品种在底墒水+拔节水+开花水模式下产量和水分利用效率均最高,新麦 19 在底墒水+拔节水模式下产量和水分利用效率最高,因而应用不同灌溉模式时要注意全面选择品种。适宜节水条件下种植的品种,在灌溉水缺乏的情况下,可以采用底墒水+拔节水模式种植,水资源充足的情况下增加开花水,尤其在小麦生育后期干旱少雨的年份,适应性好的高产晚熟品种较易获得高产和高水分利用效率。

参考文献:

- [1] 谢贤群. 农田生态系统水分循环与作物水分关系研究[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(1): 9-12.
- [2] 李广敏. 采取综合措施提高节水农业水平[J]. 华北农学报, 2003, 18(F9): 14-16.
- [3] 贾秀领, 蹇家利, 马瑞昆, 等. 冬小麦水分利用效率组分特征分析[J]. 作物学报, 1999, 25(3): 309-314.
- [4] 王法宏, 王旭清, 任德昌, 等. 水浇地冬小麦垄作栽培技术研究[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(2): 68-72.
- [5] 姜东燕, 于振文, 张玉芳. 灌水量对小麦产量和水分利用率的影响[J]. 山东农业科学, 2006(6): 23-25.
- [6] 吕丽华, 胡玉昆, 李雁鸣, 等. 灌水方式对不同小麦品种水分利用效率和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(1): 88-92.
- [7] Zhang B C, Li F M, Huang G B, *et al.* Yield performance of spring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area[J]. *Agricultural Water Management*, 2006, 79: 28-42.
- [8] 王德梅, 于振文, 张永丽, 等. 灌水对不同小麦品种物质生产及水分利用的影响[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(2): 366-371.
- [9] 崔世明, 于振文, 王东, 等. 灌水时期和数量对小麦耗水特性及产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2009, 29(3): 442-446.