

不同灌溉模式对中麦349生长发育的影响

武明安¹, 王彬龙², 魏艳丽², 李瑞国²,
蒋会利², 张平², 张安静²

(1. 咸阳市农业技术推广中心(站), 陕西 咸阳 712034; 2. 咸阳市农业科学研究院, 陕西 咸阳 712034)

摘要: 在田间限量灌溉条件下, 以小偃22为对照, 研究了4种灌溉模式对中麦349干物质转移效率、籽粒灌浆速率、产量及其构成因素、土壤含水率等方面的影响。结果表明, 不同灌溉后各营养器官干物质转移量及对籽粒的贡献率均降低, 叶源的光合性能提高, 花后光合产物向籽粒的分配量增加; 籽粒灌浆期延长, 中后期灌浆速率提高, 粒重增大; 穗数、穗粒数、千粒重以及产量均提高。相同灌溉模式下, 中麦349较对照干物质转移量及对籽粒的贡献率均较大, 但各灌溉模式干物质转移量及对籽粒贡献率均较对照下降幅度较大; 对照模式下, 中麦349较对照营养器官干物质向籽粒运输量大, 对籽粒贡献率较大, 产量较多次灌溉减产较少, 耐旱程度较强。中麦349两水与三水处理无显著差异, 以浇越冬水+拔节水+灌浆水产量最高, 小偃22以浇越冬水+拔节水模式产量最高。在浇一水模式中, 两品种均以浇拔节水产量较高。

关键词: 灌溉模式; 干物质转移效率; 灌浆速率; 产量因子

中图分类号: S512.1; S274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)04-0049-04

水资源不足是制约北方地区小麦产量提高的重要因子^[1-2]。咸阳地处关中灌区, 年降雨量400 mm左右, 生育期雨雪稀少, 气候干燥, 耗水量大, 不能满足小麦正常生长需要, 因此, 人工补灌是提高本区小麦产量和品质的重要措施。大量研究指出, 小麦籽粒产量主要来自花后同化物的积累及花前营养器官干物质的转移, 土壤水分状况对小麦同化物积累与分配有显著影响^[3], 韩占江认为随着灌水量增加, 花前营养器官中干物质向籽粒的转运量增加, 花后干物质积累量及其对籽粒的贡献率降低^[4]; 也有研究认为, 灌水后, 花后干物质的积累量及其对籽粒的贡献率显著提高, 而灌水量过多显著减少干物质向籽粒的分配, 籽粒产量降低^[1]。干旱和渍水胁迫均降低了冬小麦植株总干物重^[5], 李绍飞等研究认为随着灌水次数增多, 生育期延长, 产量增加^[6], 当灌溉量增加到一定程度后, 产量不再随着灌溉量的增加而增加^[7], 也有人认为适度水分亏缺能够提高水分利用效率和作物产量^[8], 因此在一定范围内, 随灌水量增大, 小麦产量增加, 灌水量过多, 产量降低^[9]。本试验研究了5种不同灌溉模式对小麦产量及其构成因素、营养器官物质积累等的影响, 旨在为筛选适合咸阳地区采用的最优灌溉方案、鉴定高水分利用效率品种和栽培管理提供參考。

1 材料与方法

1.1 材料与试验设计

试验于2009—2010年在咸阳市农科院试验田进行。供试品种为中麦349, 该品种由中国农科院和咸阳市农科院共同选育, 2011年通过陕西省品种审定委员会审定(审定号: 陕审麦2011004号), 中麦349属半冬型中熟品种, 抗寒耐冻性好, 分蘖力强, 成穗率高, 产量三要素协调, 丰产潜力大。对照品种为小偃22。灌溉模式设4个处理: 浇越冬水(B2)、浇拔节水(B3)、越冬水+拔节水(B4)、越冬水+拔节水+灌浆水(B5), 以不灌溉(B1)模式为对照, 裂区设计, 以灌溉模式为主因素, 品种为副因素, 3次重复。每次灌溉750 m³/hm², 每两处理之间设置3.5 m隔离带, 底肥施复合肥(N:P₂O₅:K₂O=16:16:16)469.5 kg/hm², 尿素72 kg/hm², 拔节期结合浇水追施尿素156 kg/hm², 小区面积12 m², 每小区种植20行, 行长4.0 m, 行距0.15 m, 田间管理同一般麦田。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 土壤含水量观测 采用取土烘干称重法测定, 测定深度200 cm, 共分10个测定段, 每20 cm土层取一个样, 最后用加权平均法计算整个土体的含

收稿日期: 2011-12-01

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(China Agriculture Research System-3-2)

作者简介: 武明安(1963—), 男, 陕西渭南人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。

通讯作者: 张安静(1963—), 男, 研究员, 主要从事大穗小麦遗传育种研究。E-mail: anjingzhangajzh@163.com。

水量,在重要生育阶段测量。

1.2.2 小麦测定指标及方法 小麦开花期,选择生长均匀,同一时期开花的主茎穗挂牌标记。分别于开花期与成熟期,按叶、茎鞘、颖壳+穗轴、籽粒分样,105℃杀青 30 min,80℃烘至恒重后称干重。

评价干物质运转状况的指标及其计算公式如下:

花前干物质转移量 = 开花期干重 - 成熟期干重

花后同化物转移量 = 籽粒重 - 花前干物质转移量

量

干物质转移效率 = 干物质转移量/开花期干重 × 100 %

对籽粒贡献率 = 干物质转移量/籽粒重 × 100 %
试验数据用 DPS7.05 统计分析软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌水处理对土壤含水量的影响

由表 1 可以看出,拔节期与收获期各处理土壤含水率均随灌水次数增多而升高。播种至拔节期,各处理土壤含水率均上升,这可能是由于灌水以及生育前期蒸发量较小造成的;拔节到收获期,各处理土壤含水率均下降,随灌水次数增多,含水率下降呈减少趋势,这可能是由于灌溉及小麦生育后期蒸散量较大引起的。

表 1 不同时期各处理土壤含水率 (%)

Table 1 Soil water content under different irrigation conditions

时期 Stage	B1(CK)	B2	B3	B4	B5
播种期 Sowing	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90
拔节期 Jointing	15.74	16.03	15.67	16.43	16.50
收获期 Harvest	11.27	12.34	13.23	13.67	15.09
播种期—拔节期 Sowing—jointing	-0.84	-1.13	-0.77	-1.53	-1.60
拔节期—收获期 Jointing—harvest	4.47	3.69	2.45	2.76	1.41

2.2 不同灌水处理对干物质转移效率的影响

从表 2 可以看出,不同灌水处理间营养器官干物质转移量有一定差异。与对照相比,各灌水模式下营养器官干物质转移量及对籽粒的贡献率均较小,并随灌水次数增多而呈减小的趋势,灌溉使叶源的光合性能显著提高,花前营养物质的输送减少,花后光合产物向籽粒的分配量显著增加。各器官中茎秆干物质转移量最大,叶片、颖轴转移量较小。与小偃 22 相比,无论是否灌水,中麦 349 干物质转移量

及对籽粒的贡献率均较大,各灌溉模式干物质转移量及对籽粒贡献率均较对照下降幅度大,中麦 349 的 B5 处理较 B1 处理分别降低 32.88%、46.94%,而小偃 22 的 B5 处理较 B1 处理分别降低了 28.07%、34.87%。在对照模式下,中麦 349 花后同化物转移量低于小偃 22,灌水后增长幅度较大,两品种 B5 较 B1 处理增长分别为 37.3%(小偃 22)、96.7%(中麦 349)。由此可见,水分亏缺时,中麦 349 对茎、叶、颖轴等器官中的同化物具有较强的调运能力,在植株

表 2 不同灌水模式下营养器官干物质转运情况

Table 2 Dry matter transporting efficiency of wheat organs under different irrigation conditions

品种 Variety	处理 Treatments	秆 Straw (g/plant)	叶 Leaf (g/plant)	颖轴 Cob + glumes (g/plant)	总量 Total (g/plant)	转移效率 Transfer efficiency (%)	对籽粒贡献率 Contribution (%)	花后同化量 Assimilation amount after flower (g)
小偃 22 Xiaoyan 22	B1(CK)	0.314	0.130	0.124	0.57	30.04	39.95	0.85
	B2	0.304	0.129	0.131	0.56	27.18	36.51	0.98
	B3	0.253	0.126	0.107	0.49	22.22	31.40	1.06
	B4	0.308	0.115	0.099	0.52	25.80	34.02	1.01
	B5	0.283	0.068	0.061	0.41	19.97	26.02	1.17
中麦 349 Zhongmai 349	B1(CK)	0.388	0.170	0.171	0.73	31.96	54.67	0.60
	B2	0.385	0.125	0.124	0.63	28.54	44.75	0.78
	B3	0.310	0.119	0.063	0.49	22.07	32.41	1.03
	B4	0.365	0.141	0.093	0.60	26.70	39.07	0.93
	B5	0.332	0.111	0.042	0.49	21.54	29.01	1.19

生育后期营养器官干物质向籽粒的运输量大幅度增加,对籽粒贡献率提高较多,以补充灌浆期光合源生产能力不足造成的损失。

2.3 不同灌水处理对籽粒灌浆速率的影响

由图 1 可看出,籽粒灌浆速率呈单峰曲线变化,峰值出现在花后 20~25 d 之间,除中麦 349 的 B1 处理在花后 20 d 左右达到最大外,其它处理在花后 25 d 左右达到最大。花后 20 d 以前,两品种灌浆速率

均为对照模式 B1 最大,随灌水次数增多而降低。花后 25 d 以后 B1 处理灌浆速率大幅度下降,持续最低,B5 处理灌浆速率持续最高。可见灌溉使灌浆高峰期延迟,灌浆期延长,中后期灌浆速率增大,粒重提高。与小偃 22 相比,中麦 349 灌浆前期与后期速率较低,但其中期速率较高,从表 3 可以看到,各处理中麦 349 粒重均高于小偃 22。

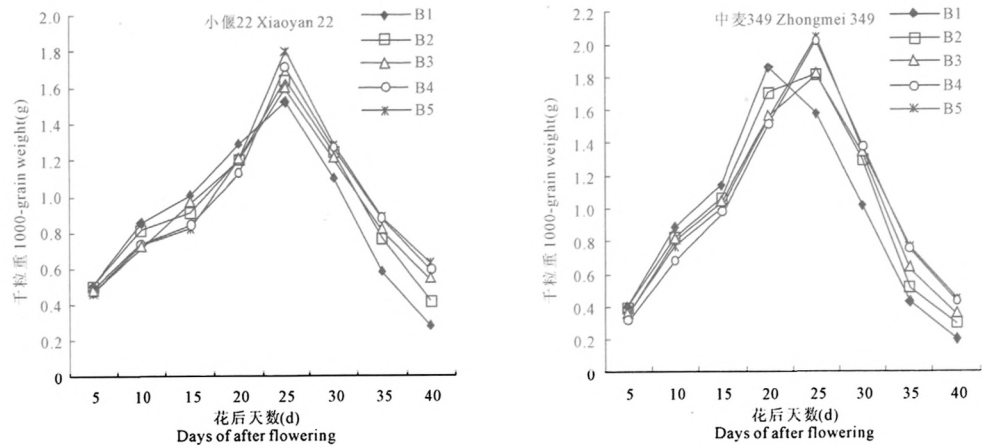


图 1 不同处理籽粒灌浆速率
Fig.1 Grain filling rate in different treatments

2.4 不同灌水处理对分蘖成穗及产量因子的影响

从表 3 可以看出,在不同灌溉模式下,两品种基本苗与冬季分蘖均没有显著差异,而春季分蘖在冬灌后明显增多,灌溉后,两品种产量及其构成因子均提高。各灌水模式下,中麦 349 B1 产量最低,B5 产量最高,而 B4、B5 间无显著差异(仅差 0.42%);小

偃 22 B1 产量最低,B4 产量最高。两品种 B2、B3 间千粒重无差异,而 B2 穗数、穗粒数都较少,产量也低于 B3。说明在本地区采用浇越冬水 + 拔节水模式能够获得较好的效益,在一次灌溉模式下,春灌的意义更大。

表 3 不同灌水模式下分蘖成穗和产量因子
Table 3 The tillers and yield factors under different irrigation conditions

品种 Variety	处理 Treatments	基本苗 Basic seedling (10 ⁴ /hm ²)	冬分蘖 Winter tillers (10 ⁴ /hm ²)	春分蘖 Spring tillers (10 ⁴ /hm ²)	穗数 Spike number (10 ⁴ /hm ²)	成穗率 Spike rate (%)	穗粒数 Kernels per spike	千粒重 1000-grain weight (g)	产量 Yield (kg/hm ²)
小偃 22 Xiao yan 22	B1(CK)	231.9a	600a	1536.48a	561.85c	36.62c	38.8a	36.64b	7142.2d
	B2	221.63b	581.67a	1561.48a	585.19b	37.49bc	40.9a	37.43ab	8077.5c
	B3	224.44b	579.44a	1499.26a	651.85a	41.05ab	41.37a	37.4ab	8661.56b
	B4	230.32a	619.26a	1565.37a	647.04a	41.43ab	40.27a	38.09a	9210.93a
	B5	223.6b	594.63a	1525.74a	664.63a	43.73a	41.13a	38.51a	9122.94a
中麦 349 Zhong mai 349	B1(CK)	227.04a	600.56a	1609.44b	611.48b	38.03a	35.6ab	37.43b	7190.42c
	B2	212.59b	537.78a	1716.48ab	619.07b	35.19ab	36.6b	39.16ab	8099.68b
	B3	224.07ab	563.33a	1604.63b	655.19ab	37.41a	38.43ab	39.56ab	8896.2a
	B4	235.19a	597.22a	1835.74a	657.78a	35.86ab	37.6ab	40.75a	9060.46a
	B5	225.19ab	577.96a	1882.22a	632.96ab	33.69b	40.47a	41.35a	9098.84a

注:不同字母代表差异显著。 Note: Different letters mean significant difference.

相同灌水处理下,中麦 349 穗粒数较少,而春季分蘖、穗数、千粒重都高于小偃 22(除 B5 外)。中麦 349 B4、B5 产量低于小偃 22,而 B1、B2、B3 产量高于小偃 22。中麦 349 耐旱性稍强,在干旱和灌一水模式下,产量较多次灌溉模式下降的较少,B1 较 B5 产量下降 20.97%,而小偃 22 B1 较 B4 产量下降 22.46%。

3 讨 论

大量研究结果表明,土壤干旱影响了植株一系列生理代谢功能,限制其生长^[10],而灌水过多同样降低了冬小麦植株干物重^[11]。合理的灌溉次数和灌溉量是高产的关键因素之一,干旱或灌水太多都不利于产量的形成。有研究认为拔节孕穗期灌水显著增加成穗数,灌浆期灌水显著增加粒重,拔节孕穗期是限量灌溉的最佳时期^[12]。本试验结果显示,各灌溉模式均使单位面积穗数、穗粒数、千粒重以及产量提高,但灌两水与灌三水模式无显著差异,浇一水处理中,浇拔节水模式穗数、穗粒数及产量均较冬灌模式高,说明对于咸阳地区,浇越冬水+拔节水是合理的,春灌的意义大于冬灌。

土壤干旱对籽粒发育的影响比较复杂,有研究发现茎、鞘、叶、壳均起临时转运库作用,在水分亏缺时,可促进营养器官中贮存的干物质向籽粒运输,提高粒重^[13-14],但同时又加速绿色器官衰老,降低了光合产物的供应强度和持续期,导致粒重降低^[15]。本试验结果显示,在水分亏缺时,各营养器官干物质转移量较多,对籽粒贡献率较大,籽粒灌浆期较短;灌溉后,干物质转移量减小,而花后同化量增加,籽粒灌浆期延长。说明小麦植株有较强的调节功能,土壤水分不足时缩短了旗叶光合功能期,降低了光合特性,而从茎秆等营养器官转运干物质的量加大,以满足籽粒的发育。本试验中,中麦 349 在干旱条

件下,籽粒对花前营养器官储存物质的调运能力更强,产量降低较少,有更强的自身协调能力,耐旱性较强。

参 考 文 献:

- [1] 张忠学,于贵瑞.不同灌水处理对冬小麦生长及水分利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2003,22(2):1-4.
- [2] 李豪圣,刘爱峰,肖水贵,等.灌溉对优质强筋小麦生育后期生理特性及产量的影响[J].节水灌溉,2010,7:1-5.
- [3] 姜 东,谢祝捷,曹卫星,等.花后干旱和渍水对冬小麦光合特性和物质运转的影响[J].作物学报,2004,30(2):175-182.
- [4] 韩占江,于振文,王 东,等.测墒补灌对冬小麦干物质积累与分配及水分利用效率的影响[J].作物学报,2010,36(3):457-465.
- [5] 胡继超,曹卫星,姜 东,等.小麦水分胁迫影响因子的定量研究 I.干旱和渍水胁迫对光合、蒸腾及干物质积累与分配的影响[J].作物学报,2004,30(4):315-320.
- [6] 李绍飞,王仰仁,孙书洪,等.不同节水灌溉方案对冬小麦用水效率及效益的影响[J].节水灌溉,2011,(3):1-5.
- [7] 杨永龙,钱 莉,刘明春,等.干旱绿洲区不同灌溉量对小麦生长发育的影响[J].安徽农业科学,2010,38(8):4139-4141,4145.
- [8] 胡梦芸,张正斌,徐 萍,等.亏缺灌溉下小麦水分利用效率与光合产物积累运转的相关研究[J].作物学报,2007,33(11):1884-1891.
- [9] 韩娜娜,王仰仁,孙书洪.灌水对冬小麦耗水量和产量影响的试验研究[J].节水灌溉,2010,(4):4-7.
- [10] 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):113-123.
- [11] 马东辉,赵长星,王月福,等.施氮量和花后土壤含水量对小麦旗叶光合特性和产量的影响[J].生态学报,2008,28(10):4896-4901.
- [12] 孔祥旋,杨占平,武继承,等.限量灌溉对冬小麦产量和水分利用的影响[J].华北农学报,2005,20(5):64-66.
- [13] 肖俊夫,刘战东,段爱旺,等.不同灌水处理对冬小麦籽粒灌浆过程的影响研究[J].节水灌溉,2007,(1):9-12.
- [14] 吕金印,山 仑,高俊凤.水分亏缺对小麦碳同化物的动员与分配[J].核农学报,2002,16(4):228-231.
- [15] 房全孝,陈雨海,李全起,等.灌溉对冬小麦灌浆期光合产物供应和转化及有关酶活性的影响[J].作物学报,2004,30(11):1113-1118.

(英文摘要下转第 81 页)

Effect of organic management on soil fertility and wheat production in Minqin oasis

ZHAO Na, DAI Chun-yan, HAN Guo-jun, FANG Chun-yuan,

CHEN Nian-lai, ZHANG Zheng, HUANG Hai-xia

(College of Resource and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: By measuring wheat yield, quality and soil nutrients, microbial activity, microorganism quantity in fields with different years of organic management, study was conducted on effect of organic management on soil quality and wheat production in downstream area of the Shiyang River. The results show that continuous organic management can greatly improve the content soil organic matter, rapidly-available phosphorus and rapidly - available potassium, enhance soil alkaline phosphatase activity, and increase significantly the quantity of soil bacteria and actinomycetes. Compared with that with traditional management, the farmland with three years of organic management has higher content of soil organic matter, available nitrogen, available phosphorus and available potassium, which are increased respectively by 49.70%, 28.63%, 190.08% and 122.89%. Three-year consecutive organic management increases the grain protein content by 20.98%, lysine content by 41.86%, and yield by 7.25%. The organic management improves soil fertility and stability of wheat yield, and enhances significantly nutritional quality.

Keywords: organic management; soil microbes; soil enzyme activity; wheat product; quality; downstream area of the Shiyang River

(上接第52页)

Growth and development of Zhongmai 349 under different irrigation patterns

WU Ming-an, WANG Bin-long, WEI Yan-li, LI Rui-guo, JIANG Hui-li, ZHANG Ping, ZHANG An-jing

(1. Xianyang Agricultural Technology Extension & Service Center, Xianyang, Shaanxi 712034, China;

2. Xianyang Agricultural Research Institute, Xianyang, Shaanxi 712034, China)

Abstract: The effects of four irrigation patterns on soil water content, translocation of dry matter, grain-filling rate, yield and yield components of Zhongmai 349 were studied under the condition of field experiment, with Xiaoyan 22 as the control. The results showed that the soil water content was increased and the translocation of dry matter in vegetative organs and its contribution to filling-grains were decreased. Besides, photosynthetic performance of leaves, and photosynthetic products to grain were increased after flowering, and grain-filling stage was prolonged, grain-filling rate in the middle and late period was increased, grain weight increased, spike number, grain number per spike, 1000-grain weight and yield also improved after irrigation. In the same mode, the transportation of dry matter and its contribution to grains were much more in Zhongmai 349. In each irrigation mode, the transportation of dry matter and contribution rate to grain decreased much more than control; under the case control, more transportation of dry matter from nutrition organs above the ground to grains was observed in Zhongmai 349, and its contribution to grains was largely increased, thus this could reduce the influence in which source productivity deficiency happened, and the decreasing yield would reduce when water stress was applied than frequent irrigation, it was stronger in drought resistance. The filling rate was higher in the middle developmental stage. There was no significant difference between irrigating twice and three times in Zhongmai 349, but the yield in treatment of irrigation three times was higher. The highest yield among treatments in Xiaoyan 22 was the winter water + jointing water treatment, and being irrigated once, and the yield was higher when water was irrigated at node elongation stage only.

Keywords: irrigation mode; translocation of dry matter; grain-filling rate; yield components