

灌水与非灌水对不同基因型小麦群体动态 及其产量相关性的影响

张保军¹, 冯素伟¹, 谢惠民¹, 汪有科²

(1 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100;

2 中科院 西北水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 在灌水和非灌水条件下,研究了5个不同基因型小麦群体动态的变化及其与产量的相关性表现。结果表明,不同基因型小麦在灌水小区的群体指标明显高于非灌水小区;叶面积指数(LAI)变化呈“S”形曲线,且与产量有很大的相关关系;在干旱条件下全生育期的LAI变化幅度较灌水条件下小,且拔节以后的LAI对产量影响较大;不同处理下各基因型小麦群体变化对产量的贡献不同。因此,在旱作农业生产中,小麦除了选用大穗型品种外,还要力求保持小麦生育后期有较高的绿叶面积,并使各因素协调发展,以获得较高的经济产量。

[关键词] 灌水;不同基因型小麦;群体动态;叶面积指数;产量

[中图分类号] S512.1+10.71

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)12-0043-05

西北地区水资源不足是影响该地区小麦生产水平进一步提高的主要限制因素。因此,众多学者^[1~12]从不同角度系统研究了不同灌水措施对小麦生产的影响。有研究^[13]表明,采用传统地面灌且每次灌溉定额相同的条件下,冬小麦全生育期灌水以2~3次较为适宜,增加灌溉次数小麦产量并不增加,反而有所下降。群体大小是群体结构的主要内容,是分析群体结构、制定栽培措施、调节群体与个体关系的重要指标^[8]。研究^[11~16]表明,小麦高产群体结构受品种、施肥、灌水等因素的影响。就同一品种而言,群体结构的好坏主要表现在分蘖与叶面积等形态指标上。本试验研究了5个不同基因型小麦的群体茎数和叶面积指数(LAI)的动态变化及其与产量的相关关系,以期为西北干旱地区小麦栽培及节水灌溉研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地

试验于2003~2004年在陕西杨凌西北农林科技大学农作一站试验田进行。试验田前茬休闲,土质为中壤,土壤耕层(0~20 cm)有机质含量为13.98 g/kg,全氮0.87 g/kg,全钾11.29 g/kg,全磷0.59 g/kg,速效氮18.00 mg/kg,速效磷15.85 mg/kg,

速效钾191.90 mg/kg, pH 8.0。

1.2 材料与处理

试验采用裂区设计,主区为灌水与非灌水两种处理,灌水小区分别在越冬期和返青期灌水,灌水量分别为600和300 m³/hm²;非灌水小区在小麦全生育期均不灌水。副区依据课题要求选用西农9766、西农794、西农580、西农1043和西农1726 5个不同基因型小麦品种(系);每处理重复3次,共30个小区,小区面积为35.2 m²。

试验小麦于2003-10-17人工开沟条播,行距20 cm,基本苗240万/hm²。播种时耕层(0~20 cm)土壤含水量为233.8 g/kg;拔节期土壤含水量灌水小区为214.1 g/kg,非灌水小区为206.4 g/kg;成熟期土壤含水量灌水小区为115.8 g/kg,非灌水小区为108.6 g/kg。小麦全生育期降水量123.3 mm。灌水小区灌水量由单位时间出水量换算求得;田间管理措施同常规大田。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 茎蘖动态 分别于分蘖期、越冬期、拔节期、孕穗期、成熟期,采用人工定点记数法测定群体茎蘖的动态变化,再折算成单位面积平均值。

1.3.2 叶面积指数(LAI)测定 分别于出苗期、分蘖期、拔节期、孕穗期、灌浆成熟期,各处理随机选取

[收稿日期] 2005-04-07

[基金项目] 国家863计划项目“西北半湿润渠灌区(陕西杨凌)节水农业综合技术体系集成与示范”(2002AA2Z4211);抗旱节水植物新品种筛选与利用(2002AA24011)

[作者简介] 张保军(1960—),男,陕西西县人,教授,硕士生导师,主要从事作物栽培学研究。E-mail: zhbjun2566@163.com

具有代表性的 10 株小麦,用直尺测单株叶面积,再折算成单位面积平均值。

1.3.3 产量测定 在小麦成熟期,从各处理选取均匀一致、有代表性的 2 m^2 进行实割测产,测定穗数、粒数、粒重等产量构成因素,再折算成单位面积产量。

2 结果与分析

2.1 灌水和非灌水对不同基因型小麦群体茎数的影响

从表 1 可以看出,在非灌水条件下,不同基因型

小麦的冬前分蘖情况与灌水条件下基本相近,即从小麦出苗到越冬期各品种在两种处理下的群体茎数差异不大,且群体茎数的增长速率均较为缓慢,而差异在越冬期之后开始显现。在越冬期后,灌水处理小麦的群体茎数增长较快,而非灌水条件下各品种的群体茎数增长较为缓慢,但各处理均以拔节期达到分蘖高峰。在灌水条件下,西农 794 的茎数于拔节期达到最高,为 $2\ 165.25$ 万个/ hm^2 。拔节后,群体向两极分化(即大分蘖成穗,小分蘖消亡),到成熟期基本稳定,最高群体为灌水条件下的西农 580,达到了 836.54 万个/ hm^2 。

表 1 不同处理对不同基因型小麦群体茎数动态变化的影响

Table 1 Dynamic changes of different wheat varieties in different treatments

处理 Treatment	品种 Varieties	群体茎数/(万个· hm^{-2}) Population						分蘖 成穗率/% Tilling and spiking ratio
		分蘖期 Tiller	越冬期 Winter- growing	起身期 Returning	拔节期 Getting up	孕穗期 Booting	成熟期 Maturing	
灌水 Irrigation	西农 9766 Xinong 9766	460.05	592.50	1 318.50	1 901.55	673.50	657.00	34.55
	西农 794 Xinong 794	461.37	603.38	1 314.67	2 165.25	758.13	739.32	34.14
	西农 580 Xinong 580	324.95	495.00	1 042.60	1 854.47	857.90	836.54	45.11
	西农 1043 Xiinong 1043	425.96	626.53	1 305.19	2 037.28	746.05	726.82	35.68
	西农 1726 Xinong 1726	456.11	654.38	1 362.48	1 893.83	678.12	661.23	34.91
	平均 Mean	425.69	594.44	1 268.69	1 970.48	742.74	718.24	36.45
非灌水 Non- irrigation	西农 9766 Xinong 9766	391.73	628.41	1 331.63	1 479.47	496.30	485.33	32.80
	西农 794 Xinong 794	405.26	609.28	1 194.28	1 545.28	537.62	525.55	34.01
	西农 580 Xinong 580	444.51	675.95	1 100.07	1 516.03	554.68	542.25	35.77
	西农 1043 Xiinong 1043	428.10	708.47	1 314.63	1 924.53	673.02	655.57	34.06
	西农 1726 Xinong 1726	372.60	555.56	1 050.74	1 739.72	574.69	560.34	32.21
	平均 Mean	408.44	435.53	1 198.27	1 641.01	567.26	553.81	33.77

从分蘖成穗率(表 1)可以看出,灌区的分蘖成穗率高于非灌区。在灌水条件下,西农 580 的分蘖成穗率最高,为 45.11%,其次为西农 1043 和西农 1726,分别为 35.68%和 34.91%。

在非灌水条件下,西农 580 的分蘖成穗率最高,达到了 35.77%,其次为西农 1043 和西农 794,分别为 34.06 %和 34.01 %。在灌水与非灌水两种处理下,西农 1043 的分蘖成穗率相差最小,仅为 1.62 %。由此可知,西农 580 的分蘖成穗率最高,而以西农 1043 的抗旱性最强,受土壤水分的影响最小。

2.2 灌水和非灌水处理对不同基因型小麦叶面积指数(LAI)动态变化的影响

从图 1 和图 2 可以看出,在灌水与非灌水两种处理下,各基因型小麦的 LAI 变化均呈“S”形曲线。从出苗到越冬期(约出苗后 90 d)叶面积增长较慢,

返青后叶面积迅速增长,至拔节期(约 150 d)达到峰值;而在非灌水条件下,各基因型小麦 LAI 的变化幅度较灌水条件下小。在灌水和非灌水条件下,最大 LAI 分别为 8.81(西农 794)和 6.25(西农 794);非灌水条件下西农 580 的叶面积系数变化较为缓和,各期起伏不大;由于西农 9766 为早熟品种,在拔节期后 LAI 下降较快。

2.3 不同基因型小麦群体茎数、叶面积指数(LAI)与产量的相关性

2.3.1 不同基因型小麦群体茎数与产量的相关性

从表 2 可以看出,在非灌水条件下,各小麦品种(系)的产量与基本苗数呈极显著负相关。在小麦拔节期,除西农 794 外,各基因型小麦的群体茎数均与产量呈极显著负相关。成熟期西农 9766 和西农 580 的群体茎数大小与产量呈显著和极显著负相关;西

农 1043 和西农 1726 的群体茎数与产量的相关性不显著,而西农 794 的群体茎数与产量呈极显著正相关。西农 1726 全生育期的群体茎数大小均与产量呈显著或极显著负相关。这说明在干旱条件下,小麦的群体茎数越大,后期产量越低。在灌水条件下,各基因型小麦的基本苗、越冬期及拔节期群体茎数均与产量呈正相关。西农 1043 全生育期的群体茎数与产

量的相关性均不显著。经测定,西农 1043 的千粒重居 5 个品种(系)之首,达到了 54.99 g。说明群体茎数不是影响西农 1043 产量的主要因素,通过群体内部的自动调节功能,仍能从其他方面获得高产。这也说明,不同品种(系)的抗旱性不同,其自动调节能力也有一定的差异。

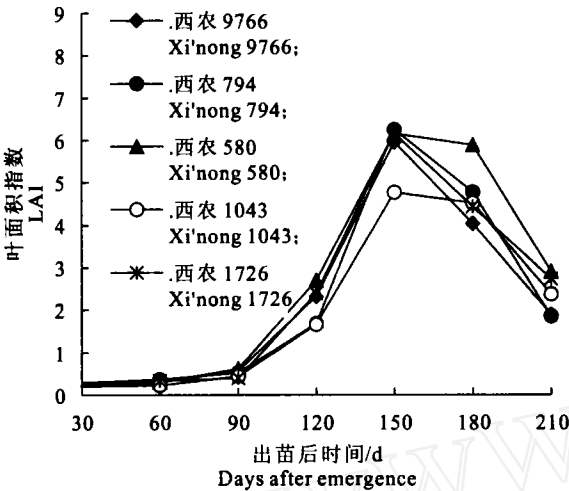


图 1 非灌水条件下不同基因型小麦叶面积指数的变化动态

Fig. 1 Dynamic changes of LAI of different genetic wheats under non-irrigation

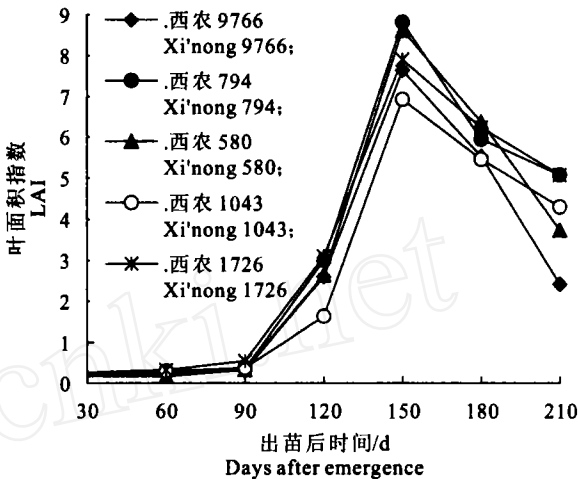


图 2 灌水条件下不同基因型小麦叶面积指数的变化动态

Fig. 2 Dynamic changes of LAI of different genetic wheats under irrigation

表 2 不同基因型小麦不同生育期群体茎数变化与产量的相关关系

Table 2 Correlation coefficient of yield with the changes population at different growing stages of winter wheat

处理 Treatment	品种 Varieties	基本苗 Basic-seeding	分蘖期 Tiller	越冬期 Winter-growing	返青期 Returning	拔节期 Jointing	孕穗期 Booting	成熟期 Maturing
非灌水 Non-irrigation	西农 9766 Xinong 9766	-0.931**	0.213	-0.911**	-0.729**	-0.849**	-0.912**	-0.638*
	西农 794 Xinong 794	-0.973**	-0.404	-0.595*	-0.291	0.719**	0.801**	0.932**
	西农 580 Xinong 580	-0.967**	0.965**	0.301	-0.961**	-0.932**	-0.856**	-0.9997**
	西农 1043 Xiinong 1043	-0.768**	0.81**	-0.947**	-0.016	-0.96**	-0.983**	-0.072
	西农 1726 Xinong 1726	-0.777**	-0.700**	-0.554*	-0.897**	-0.963**	-0.544*	-0.205
灌水 Irrigation	西农 9766 Xinong 9766	0.646*	0.5*	0.804**	0.795**	0.604*	-0.182	0.5*
	西农 794 Xinong 794	0.762**	0.974**	0.909**	0.874**	0.983**	0.364	0.4971
	西农 580 Xinong 580	0.984**	0.9999**	0.9995**	0.578*	0.965**	0.724**	0.997**
	西农 1043 Xiinong 1043	0.375	-0.102	0.184	-0.206	0.142	-0.399	-0.442
	西农 1726 Xinong 1726	0.659*	0.971**	0.984**	0.994**	0.842**	0.901**	0.991**

注:*,** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上的显著性。下表同。
Note: * and ** refer to the significance in the 0.05 and 0.01 levels, respectively. The following tables are the same as this table.

2.3.2 不同基因型小麦 LAI 与产量的相关性 小麦群体叶面积的大小及其持续时间的变化决定了小麦的光合生产能力。由表 3 可知,在非灌水条件下,苗期除西农 794 外,其他基因型小麦的 LAI 均与产量呈负相关关系;拔节期除西农 1726 外,LAI 均与产量呈负相关关系,而且拔节以后的 LAI 与产量呈

正相关关系。这说明在干旱条件下,小麦拔节期后的叶面积指数对产量的影响较大,因此,采取必要的措施保持后期植株有足够的绿叶面积是提高产量的重要保证。

在灌水条件下,除西农 9766 和西农 1043 外,其他基因型小麦拔节期以前的 LAI 与产量呈正相关;

成熟期的 LAI 与产量的相关关系均达显著正相关。这表明小麦生育后期的绿叶面积对产量的贡献较大。因此,保持拔节期以后小麦群体有足够的绿叶面积,尤其是灌浆成熟期的绿叶面积;采取一定的栽培措施减缓叶面积的衰减速度,保持较高的叶面积系数,对提高冬小麦产量十分重要。

表 3 不同基因型小麦不同生育期叶面积指数(LAI)变化与产量的相关关系

Table 3 Correlation coefficient of yield with LAI at different growing stages of winter wheat

处理 Treatment	品种 Varieties	基本苗 Basic-seeding	分蘖期 Tiller	越冬期 Winter-growing	返青期 Returning	拔节期 Jointing	孕穗期 Booting	成熟期 Maturing
非灌水 Non-irrigation	西农 9766 Xinong 9766	-0.962**	-0.197	-0.994**	-0.538*	-0.674*	0.438	0.985**
	西农 794 Xinong 794	0.685*	0.060	0.815**	-0.651*	-0.829**	0.823**	0.9998**
	西农 580 Xinong 580	-0.203	0.997**	0.092	-0.798**	-0.91**	0.170	0.447
	西农 1043 Xiinong 1043	-0.544*	0.927**	-0.089	-0.332	-0.69*	0.812**	0.104
	西农 1726 Xinong 1726	-0.986**	0.875**	-0.911**	-0.689*	0.433	0.409	0.04
灌溉 Irrigation	西农 9766 Xinong 9766	-0.117	0.425	-0.552*	0.319	-0.72**	0.699*	0.717**
	西农 794 Xinong 794	0.938**	0.9897**	0.334	0.039	0.609*	0.508*	0.753**
	西农 580 Xinong 580	0.898**	0.807**	0.548*	0.986**	-0.048	0.254	0.835**
	西农 1043 Xiinong 1043	-0.335	-0.293	-0.618*	0.080	-0.64*	0.843**	0.973**
	西农 1726 Xinong 1726	0.358	0.9996**	0.693*	0.984**	0.941**	0.9996**	0.9895**

3 讨论与分析

本试验结果表明,在旱作生产条件下,冬小麦全生育期群体茎数与叶面积指数的变化均呈“S”型曲线,群体茎数的最大值出现在拔节期,拔节后群体向两极分化,大蘖成穗,小蘖消亡。而且不同基因型小麦群体茎数的变化亦不尽相同,群体茎数最高的为灌水条件下的西农 794,其拔节期的群体茎数达到 2 165.25 万个/hm²。叶面积指数的变化与群体茎数的变化趋势一致。

不同基因型小麦不同生育时期的群体变化,对旱作冬小麦的产量贡献不同,在小麦拔节期,由于水分的限制,分蘖加剧分化,而非灌水处理的 5 个基因型小麦的产量与基本苗和冬前分蘖期的群体茎数变化呈现出极显著的负相关性。由此可见,在干旱条件下小麦生长前期的群体茎数越大,后期的产量就会越低。本试验结果表明,干旱条件下的小麦产量与其穗粒数及千粒重表现出较为显著的正相关关系。因此,大穗和较高的千粒重才是旱作冬小麦夺取高产的基础。生产上应根据不同的品种在不同生育期的

表现而采取不同的栽培措施,争取取得较高的经济产量。

王馥棠等^[6]研究表明,土壤含水量与叶面积系数的关系十分密切,两者呈线性关系,叶面积指数随土壤含水量的增加而增大,相关系数 $r=0.9989$ 。还有研究^[17]表明,水分胁迫使小麦的相对增长率、叶面积比率、叶片相对伸展速率降低;受旱冬小麦具有较小的细胞和较厚的细胞壁,在这种情况下,细胞分裂虽可继续进行,但细胞伸展受到极大的影响,其直接后果就是叶片伸展值的下降。在干旱条件下,小麦孕穗期以后的光合叶面积下降较快。本试验发现,在灌水条件下,冬小麦生育后期的叶面积指数与产量呈显著的正相关;而干旱条件下,不同基因型小麦生育后期的叶面积指数与产量呈现的相关性不同。因此,在旱作农业生产中,选用抗旱性较强的大穗型品种和提高后期籽粒干重是提高产量的关键。与此同时,还要力求保持小麦生育后期有较高的叶面积指数,才能促使粒重增加。只有各方面协调发展,才能获得较高的经济产量。

〔参考文献〕

- [1] 布伦格尔 K G. 旱地农业理论与实践[M]. 冯祖光,金绍龄,译. 北京:农业出版社,1987.

- [2] 信乃谄,赵聚宝,主编.旱地农田水分状况与调控技术[M].北京:农业出版社,1992.
- [3] 山 仑,陈国良.黄土高原旱地农业的理论与实践[M].北京:科学出版社,1993.
- [4] 赵聚宝,李克煌.干旱与农业[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [5] 信乃谄,王立祥.中国北方旱区农业[M].南京:江苏科学技术出版社,1998.
- [6] 王馥棠,徐祥德,王春乙.华北农业干旱研究进展[M].北京:气象出版社,1997.
- [7] 黄祥辉,胡茂兴.小麦栽培生理[M].上海:科学技术出版社,1984.
- [8] 于振文.作物栽培学各论[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [9] 兰林旺,周殿玺.小麦节水高产研究[M].北京:北京农业大学出版社,1995.
- [10] 张保军,王银银.渭北旱塬冬小麦高产栽培的几个问题[J].作物杂志,2002,(5):27-29.
- [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产量及水分利用效率[J].华北农学报,1995,10(4):20-25.
- [12] 范仲学,王 璞,Boening-Zilkens M,等.优化灌溉与施肥对冬小麦产量的影响[J].麦类作物学报,2003,23(4):99-103.
- [13] 高聚林,刘克礼,张水平,等.不同栽培条件对春小麦叶面积指数的影响[J].麦类作物学报,2003,23(3):85-89.
- [14] 李朝霞,赵世杰,孟庆伟,等.高粒叶比小麦群体生理基础研究进展[J].麦类作物学报,2002,22(4):79-83.
- [15] 张水平,刘克礼,高聚林,等.春小麦优化栽培群体形态指标及其动态变化[J].麦类作物学报,2003,23(3):75-78.
- [16] 高聚林,刘克礼,张水平,等.不同栽培措施下春小麦光合势的变化[J].麦类作物学报,2003,23(3):70-74.
- [17] 梁银丽,康绍忠,张成娥.不同水分条件下小麦生长特性及氮磷营养的调节作用[J].干旱地区农业研究,1999,17(4):58-64.

Effect of different irrigations on dynamic population and the correlation with yield of different genetic wheats

ZHANG Bao-jun¹, FENG Su-wei¹, XIE Hui-min¹, WANG You-ke²

(1 College of Agronomy, Northwest of Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling Shanxi 712100, China;

2 Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science, Yangling Shanxi 712100, China)

Abstract: The article studied the changing condition of dynamic population and the relation with yields of five different genetic varieties under different irrigations. The results showed that the population of different genetic variety under irrigation was higher than ones under no irrigation; The change of LAI appeared "S" curve, and had high correlation coefficient with yield; The change trend of LAI of all growing stages were smaller than those under irrigation, and LAI after jointing had larger effect. But the population of different genetic varieties had different contributions to winter yield. So besides choosing big ear, larger green area at later growing stages should be maintained, and every aspect should be developed harmoniously in order to get higher economic yield.

Key words: irrigation; different genetic wheat varieties; dynamic population; LAI; yield