

陇东地区冬小麦产量构成因素的分析

张谋草^{1,2}, 赵满来³, 靳正平⁴, 黄斌², 王宁珍², 马长青⁵

¹ 中国气象局兰州干旱研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,
中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 兰州 730020; ² 甘肃省西峰农业气象试验站, 西峰 745000;
³ 陇东学院计算机科学与技术学院 西峰 745000;
⁴ 甘肃省酒泉市气象局, 酒泉 735000; ⁵ 甘肃省气象局培训中心, 兰州 730020)

摘要: 为了应对气候变化, 对西峰农业气象试验站 1995—2007 年观测的冬小麦资料利用相关分析法分析表明: 冬小麦产量的主要构成要素是每穗籽粒数、每穗籽粒重、单株成穗数和不孕小穗率。每穗籽粒数主要由拔节至孕穗期的积温决定($r=0.5125$); 每穗籽粒重的高低主要由灌浆速度($r=0.6486$)、乳熟期叶面积指数($r=0.4587$)及乳熟至成熟期平均气温($r=0.6685$)决定; 单株成穗数与越冬至返青期的降水量($r=0.5031$)、越冬开始期的分蘖数($r=0.6315$)、大蘖数($r=0.5856$)呈较高的正相关, 而与三叶期的总株数呈负相关($r=-0.6421$); 不孕小穗率只与开花至乳熟期的日照时数呈较高的负相关($r=-0.8638$)。

关键词: 冬小麦; 产量; 因素; 陇东

中图分类号: S162.5+3 **文献标识码:** A

Analysis of Winter Wheat Yield Composition Factors in East of Gansu Province

Zhang Moucao^{1,2}, Zhao Manlai³, Jin Zhengping⁴, Huang Bin²,

Wang Ningzhen², Ma Changqing⁵

¹Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province,
Key Open Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster, CMA, Gansu Lanzhou 730020;

²Xifeng Agricultural Meteorological Experiment Station of Gansu Province, Xifeng 745000;

³Computer Science and Technique Department of LongDong College, Xifeng 745000;

⁴Jiuquan City Meteorology Bureau, Gansu Jiuquan 735000;

⁵Gansu Meteorological Administration Training Centre, Gansu Lanzhou 730020)

Abstract: Correlation-coefficient-analysis method was used to find important factors affecting the winter-wheat yield by virtue of its data from Xifeng agrometeorological experimentation station in 1995–2007 in response to climate change. The results show: winter-wheat yield is influenced mainly by grain number and grain weight of an ear, ear number of a single and sterile spikelet rate; accumulated temperature from jointing stage to booting stage has greatest contribution to the grain number($r=0.5125$) while grouting speed($r=0.6486$), leaves area index during milk mature stage ($r=0.4587$) and mean temperature over period of milk mature to mature stage($r=0.6685$) are responsible for the grain weight.; the ear number is positively correlative with precipitation from overwintering to turning green($r=0.5031$) and numbers of tillers($r=0.6315$) and big tillers($r=0.5856$) during the initial period of overwintering except the negative with total stem number during trileaf stage ($r=-0.6421$); sterile spikelet rate is only negatively correlative with sunshine hours from blossoming to milk mature stages($r=-0.8638$).

Key words: winter wheat, yield, factor, east of Gansu province

第一作者简介: 张谋草, 女, 1964 年出生, 甘肃宁县, 高级工程师, 主要从事农业气象应用工作, 通信地址: 745000 甘肃省庆阳市气象局, Tel: 0934-8213784, E-mail: zhangmc8811@126.com。

收稿日期: 2008-08-07, 修回日期: 2008-09-24。

陇东地区以农业为主,冬小麦是种植面积最大的粮食作物。近年来,由于气候极端事件频发,粮食生产受到极大冲击,产量年际变化幅度大,为了对应气候的变化,陇东地区积极进行种植结构调整,力求将气候变化带来的负面影响降到最低。作者试图分析冬小麦产量的主要构成因素与气候因子之间的关系,为合理地进行田间管理,有效地进行器官生长的促控,提高产量提供科学依据。

1 资料来源

冬小麦产量因素资料取自位于董志塬区西峰农业气象试验站的观测资料,该站位于 E:107°38';N:35°47'。年代为 13 a(即 1995—2007 年),种植品种为同一系列的西峰 20 号和 24 号。相应的气象资料取自与观测地

段相毗邻的西峰基准气候站资料(该站年平均降水量为 527.1 mm,年平均温度为 8.7 °C,海拔高度 1421.0 m)。产量资料取自西峰区统计局。

2 研究方法

对每穗籽粒重、每穗籽粒数、单株成穗数、亩成穗率、不孕小穗率与西峰区冬小麦平均产量进行相关分析(见表 1),找出构成产量的主要因素。对产量构成因素与灌浆速度、灌浆时间、叶面积指数、降水量、温度和日照时数等因子进行相关分析(见表 2、表 3、表 4、表 5)。分析每穗籽粒数、每穗籽粒重、单株成穗率、不孕小穗率形成期间的生长状况和气象要素的关系,得出冬小麦产量形成的最佳条件。

表 1 冬小麦产量构成因素与产量的相关系数

	产量	每穗籽粒重	每穗籽粒数	单株成穗数	亩成穗率	不孕小穗率
产量	1.0000	—	—	—	—	—
每穗籽粒重	0.6760***	1.0000	—	—	—	—
每穗籽粒数	0.4864*	0.5717**	1.0000	—	—	—
单株成穗数	0.6513***	0.5029	0.5444**	1.0000	—	—
亩成穗率	0.0629	0.0234	-0.0160	-0.0555	1.0000	—
不孕小穗率	-0.8232***	-0.6695***	-0.5936**	-0.3203	-0.1072	1.0000

注:表中 * 表示通过 $\alpha_{0.1}$ 的显著检验,** 表示通过 $\alpha_{0.05}$ 的显著检验,*** 表示通过 $\alpha_{0.01}$ 的极显著检验(n=13)

表 2 每穗籽粒重与各因子间相关系数

	每穗籽粒重	灌浆天数	平均灌浆速度	孕穗~抽穗降水	抽穗~成熟降水	抽穗~乳熟 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	抽穗~乳熟 平均气温	乳熟~成熟 平均气温	抽穗期? 面积指数	乳熟期? 面积指数
每穗籽粒重	1.0000									
灌浆天数	0.3256	1.0000								
平均灌浆速度	0.6486**	-0.0005	1.0000							
孕穗~抽穗降水	0.0538	0.2312	0.1847	1.0000						
抽穗~成熟降水	0.1242	0.4707*	0.4012	0.6053**	1.0000					
抽穗~乳熟 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	0.3261	0.1562	0.1873	0.0197	0.3478	1.0000				
抽穗~乳熟 平均气温	-0.0506	-0.7137***	0.1158	-0.3704	-0.4451	0.3430	1.0000			
乳熟~成熟 平均气温	0.6685***	0.4247	0.1764	-0.2234	0.1040	0.3024	-0.2214	1.0000		
抽穗期叶面积指数	0.2715	0.1041	0.3255	0.6799***	0.3037	-0.1215	-0.2125	-0.0738	1.0000	
乳熟期叶面积指数	0.4587*	0.2890	0.5210*	0.5997**	0.4806*	-0.1164	-0.3983	0.0906	0.8672***	1.0000

注:表中 * 表示通过 $\alpha 0.1$ 的显著检验,** 表示通过 $\alpha 0.05$ 的显著检验,*** 表示通过 $\alpha 0.01$ 的极显著检验(n=13)

表 3 每穗籽粒数与各因子间相关系数

	每穗籽粒数	返青~拔节 节降水	返青~拔节 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	返青~拔节 平均气温	返青~拔节 日照时数	拔节~孕穗 降水	拔节~孕穗 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	拔节~孕穗 平均气温	拔节~孕穗 日照时数
每穗籽粒数	1.0000								
返青~拔节降水	0.1274	1.0000							
返青~拔节 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	0.0323	-0.4039	1.0000						
返青~拔节 平均气温	0.1377	-0.3783	0.5680**	1.0000					
返青~拔节日照时数	-0.0943	-0.1118	0.5346**	0.2151	1.0000				
拔节~孕穗降水	0.2230	0.4493	0.2730	-0.0102	-0.0233	1.0000			
拔节~孕穗 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温	0.5125*	0.2372	-0.5871**	0.0622	-0.4251	-0.1663	1.0000		
拔节~孕穗 平均气温	0.2616	-0.5168*	0.3479	0.3635	-0.2335	-0.0918	0.0006	1.0000	
拔节~孕穗日照时数	0.4015	0.0447	-0.6632***	-0.0787	-0.3840	-0.3715	0.8856***	0.0376	1.0000

注:表中 * 表示通过 $\alpha_{0.1}$ 的显著检验,** 表示通过 $\alpha_{0.05}$ 的显著检验,*** 表示通过 $\alpha_{0.01}$ 的极显著检验(n=13)

3 结果分析

由表1可知,产量构成要素主要由不孕小穗率、每穗籽粒数、每穗籽粒重、单株成穗率构成。为此分析产量构成主要要素与各因子之间的关系,提出相应的田间管理措施。

3.1 每穗籽粒重

每穗籽粒重大小主要是受灌浆期的灌浆速度、灌浆时间及温度、日照等条件的制约^[1],陇东地区冬小麦生长期日照条件基本满足生长需要,气象条件的影响主要表现在温度和水分上^[2]。由表2可知,每穗籽粒重与灌浆速度、乳熟期叶面积指数及乳熟至成熟期的平均气温相关性较好,达到显著水平,与灌浆时间的长短、降水的多少和积温的大小表现出了较低的正相关性,未达到显著水平。可见穗粒重主要受灌浆速度及乳熟后的平均气温和叶面积指数的影响。原因在于陇东地区冬小麦一般在6月中旬进入乳熟期,此时该区进入多雨的转折期,旬平均气温一般在

19~20℃左右,处在灌浆最适宜温度的下限(灌浆期最适宜的日平均气温为20℃^[3]),因此平均气温较高,有利于粒重的增加;由于该区春旱发生频繁^[4],使冬小麦植株底部叶片过早枯黄脱落,若设法使乳熟期植株上余留较多的绿色叶片,使光合作用的面积增加,光合速率提高,灌浆速度加快,干物质积累增加,则有利于穗粒重的增加。

3.2 每穗籽粒数

每穗籽粒数的多少主要取决于从穗分化到籽粒形成期的农业气象条件。由表3可知,初春期气象要素对冬小麦生长影响较小,气象条件基本能满足冬小麦生长的需求,从而使各要素与每穗籽粒数之间的相关系数较小,只有拔节至孕穗期积温与每穗籽粒数呈现较高的正相关,相关系数通过 $\alpha 0.1$ 的显著性检验。这是由于近年来,气候变暖,气温升高,4月中旬至5月上旬日平均气温较高,加快了冬小麦发育进程,使拔节至孕穗期生长天数缩短^[5],积温相应减少。

表4 单株成穗数与各因子间相关系数

	单株成穗数	三叶密度	越冬~返青≤0℃积温	越冬~返青降水	返青~拔节降水	越冬开始分蘖数	越冬开始大蘖数	拔节~抽穗降水
单株成穗数	1.0000							
三叶密度	-0.6421**	1.0000						
越冬~返青≤0℃积温	0.1043	-0.2516	1.0000					
越冬~返青降水	0.5031*	-0.7462***	0.1644	1.0000				
返青~拔节降水	0.3776	0.2978	-0.1646	-0.1513	1.0000			
越冬开始分蘖数	0.6315**	-0.5077*	-0.0015	0.3696	0.0423	1.0000		
越冬开始大蘖数	0.5856**	-0.3859	0.0988	0.2535	0.1125	0.9654***	1.0000	
拔节至抽穗降水	0.3118	0.2826	0.0185	-0.3545	0.8187***	-0.2105	-0.1719	1.0000

注:表中*表示通过 $\alpha_{0.1}$ 的显著检验,**表示通过 $\alpha_{0.05}$ 的显著检验,***表示通过 $\alpha_{0.01}$ 的极显著检验(n=13)

3.3 单株成穗数

由表4可知,单株成穗数与三叶期密度呈较高的负相关,这是由于三叶期密度越高,使乳熟期的有效茎主要由主茎构成。单株成穗数与越冬开始期的分蘖数、大蘖数及越冬至返青期的降水表现出较高的正相关,是因为越冬开始期的分蘖数和大蘖数较多,表明冬小麦冬前生长好,达到壮苗,越冬至返青期降水多,则冬小麦在越冬期有积雪覆盖,受冻害影响小,安全越冬。冬前分蘖长势好,使单株成穗数高,有利于提高产量。

3.4 不孕小穗率

由表5可知,不孕小穗率与开花至乳熟期的日照时数表现出极为显著的负相关,说时此期日照时数越多,光合能力越强,从而使小穗的小花受粉率高,干物质积累多,降低了不孕小穗率;不孕小穗率与其它各因子相关性较低,反映出不孕小穗率的高低,主要是

受开花期的天气气候条件所制约,特别是在开花期遇上阴雨天气或者是高温干旱,会使不孕小穗率增加。陇东地区,开花一般是在5月中旬前后,此阶段该区以阵性降水为主,对开花期花粉受粉影响较低。近年来,随着气候变暖,特别是90年代后期,春旱及春末初夏旱多发^[6],干旱影响花粉受粉,是不孕小穗率增高的主要原因。

4 结论与讨论

4.1 构成冬小麦产量的主要因素是每穗籽粒数、每穗籽粒重、单株成穗数和不孕小穗率。较多的每穗籽粒数和单株成穗数、较高的穗粒重及较低的不孕小穗率是冬小麦获取高产的最佳组成。

4.2 影响每穗籽粒数多少的气候因子是拔节至孕穗期的积温。若能在此期增加积温,如延长生长天数,则有利于穗粒数增加。

表5 不孕小穗率与各因子间相关系数

	不孕 小穗率	开花~乳熟 平均气温	开花~乳 熟降水	返青~拔 节降水	开花~乳熟 日照时数	返青~拔节 日照时数	乳熟期? 面 积指数
不孕小穗率	1.0000						
开花~乳熟期平均气温	0.2267	1.0000					
开花~乳熟期降水	-0.0981	-0.4218	1.0000				
返青~拔节期降水	-0.2345	0.1199	0.1759	1.0000			
开花~乳熟期日照时数	-0.8638***	0.0524	-0.0556	0.1570	1.0000		
返青~拔节期日照时数	0.1636	0.1839	-0.0761	-0.1118	0.0150	1.0000	
乳熟期? 面积指数	-0.3929	-0.0325	0.0138	0.6963***	0.2121	-0.4719	1.0000

注:表中*表示通过 $\alpha_{0.1}$ 的显著检验,**表示通过 $\alpha_{0.05}$ 的显著检验,***表示通过 $\alpha_{0.01}$ 的极显著检验(n=13)

4.3 灌浆速度、乳熟期叶面积指数及乳熟至成熟期的日平均气温是决定每穗籽粒重高低的主要因子。在冬小麦生长的拔节期(4月中下旬),有条件的可进行浇灌,使冬小麦进入乳熟期后,植株上尽可能留有较多绿色叶片,增大光合作用面积;也可在拔节后喷施叶面肥[7]和抗旱剂^[8,9],提高籽粒的光合速率和灌浆速率,来增加穗粒重。

4.4 单株成穗数与越冬至返青期的降水量和越冬开始期测定的分蘖数、大蘖数呈较高的正相关,与三叶期测定的总株数呈负相关。在播种时,控制好播种量,达到合理的基本苗数,促进冬前分蘖。

4.5 不孕小穗率只与开花至乳熟期的日照时数呈较高的负相关,即日照时数多,不孕小穗率就低。干旱是近年来造成不孕小穗率高的主要原因。因此可在5月上中旬进行叶面喷施抗旱剂^[8,9],增加抗旱能力,来降低不孕小穗率,以提高产量。

参考文献

- [1] 段若溪,姜会飞主编. 农业气象学 [C]. 北京: 气象出版社,2006: 220-226.
- [2] 张谋草,赵满来,李锦萍,等. 陇东塬区气象要素变化对冬小麦产量影响[J]. 干旱地区农业研究,2004,22(4):52-55.
- [3] 张谋草,李耀邦. 庆阳地区气温对冬小麦灌浆速度影响的分析[J]. 甘肃气象,1999,2:25.
- [4] 郭江勇,叶燕华. 甘肃东部春播期干旱指数的变化特征及预测[J]. 中国农业气象,2004,25(1):35-37.
- [5] 张谋草,赵满来,张红妮,等. 气候变化对陇东塬区冬小麦生长发育及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(5):232-235.
- [6] 张谋草,段金省,李宗葵,等. 气候变化对黄土高原区农作物生长和气候生产力的影响[J]. 资源科学,2006,28(6):46-50.
- [7] 朱娟娟,张保军,王成社. 金诺丰叶面肥对旱地冬小麦陕农 981 旗叶光合和灌浆特性及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2007,25(2): 50-53.
- [8] 张卫星,赵致,廖景容,等. 作物抗旱剂的应用研究进展[J]. 中国农学通报,2004,26(6):334-339.
- [9] 吕宁江,李龙昌,王昕. 化学抗旱剂在农作物上应用试验研究[J]. 水土保持研究,2004,11(1):132-136.