

旱地冬小麦扬花至灌浆期冠层温度与产量和水分利用效率的关系

徐银萍¹, 宋尚有², 樊廷录²

(1. 甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 在甘肃陇东雨养旱作条件下, 研究了 21 个美国德州冬小麦品种(系)扬花至灌浆期冠层温度与产量、水分利用效率之间的关系。结果表明, 冬小麦不同扬花至灌浆期品种(系)间冠层温度、水分利用效率均存在显著差异。在当地气候和土壤条件下, 冠层温度较低的品种(系)有 1R17、1R11、1R38, 其产量分别比 21 个供试材料的平均值 5.0 t/hm² 高 0.7、0.5、0.6 t/hm², 比产量最低的品种 1R26 高 1.7 t/hm²; 其 WUE 值分别比 21 个供试品种的平均值 11.9 kg/(hm²·mm) 高 2.2、2.3、1.0 kg/(hm²·mm), 比 WUE 最低的品种 1R26 [9.5 kg/(hm²·mm)] 高 4.7 kg/(hm²·mm)。

关键词: 冬小麦; 冠层温度; 产量; 水分利用效率; 旱地

中图分类号: S-01 文献标识码: A 文章编号: 1001-1463(2013)07-0021-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2013.07.009

Relationship Between Canopy Temperature and Water Use Efficiency/Grain Yield Among Dryland Winter Wheat Genotypes From Blooming to Grain Filling Period

XU Yin-ping¹, SONG Shang-you², FAN Ting-lu²

(1. Institute of Economic crops and Beer Materials, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In this study, field experimentation were conducted at Zhenyuan, Gansu, China, Twenty one winter wheat genotypes from Bushland, Texas, USA. CTs were recorded from blooming to grain filling period. Results indicated that Genotypes showed great differences in CT, and the differences were presented by significant grain yield and WUE among genotypes, but the differences of ET (evapotranspiration) has not significant among in genotypes. In the local climate and soil conditions the wheat varieties which has lower canopy temperature such as 1R17, 1R11, 1R38 have high yield than 21 varieties tested average of 5.0 t/hm² high 0.7 t/hm², 0.5 t/hm² and 0.6 t/hm² and than the lowest yield varieties 1R26 (4.0 t/hm²) high 1.7 t/hm²; Their WUE than 21 varieties tested average 11.9 kg/hm²·mm high 2.2 kg/hm²·mm, 2.3 kg/hm²·mm and 1.0 kg/hm²·mm, than WUE minimum varieties 1R26 (9.5 kg/hm²·mm) high 4.7 kg/hm²·mm, they show the ability of alleviate the adverse effect of the heat and drought, keep strong transpiration rate, delay ageing, increase the intensity of grouting, so as to improve the production; Better use of limited soil water with strong drought resistant properties.

Key words: Winter wheat; Canopy temperature; Grain yield; Water use efficiency; Dryland

冠层温度是指在大气背景以及土壤、栽培技术完全相同的条件下, 在一个小尺度范围内, 当作物材料不同时冠层温度的分异状况以及由此派生出的问题^[1]。作物冠层温度是由土壤—植

收稿日期: 2013-04-10

基金项目: 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室基金资助项目(10501-162)部分内容; “十一五”国家科技支撑计划“西北半湿润偏旱区粮果稳产高效技术集成与示范”课题资助项目(2006BAD29B07)部分内容

作者简介: 徐银萍(1978—), 女, 甘肃民勤人, 助理研究员, 主要从事啤酒大麦育种和栽培研究工作。E-mail: xuyin-ping7810@163.com

通讯作者: 宋尚有(1962—), 男, 甘肃华池人, 研究员, 主要从事作物耕作栽培等方面的研究和科研管理工作。联系电话: (0)13609355080。

物—大气连通体内的热量和水气流决定的,它反映了作物和大气之间的能量交换,作物冠层温度与其能量的吸收和释放过程有关^[2]。大量研究认为,冠层温度与作物水分利用、蒸腾作用、水分胁迫以及生物体内部代谢和抗旱性密切相关,是作物对环境胁迫反应的综合生理表现。作物不同基因型之间存在冠层温度的差异,并且从理论上讲,冠层温度与作物水分利用相关,因而把冠层温度用于作物基因型的筛选是有价值而且是可行的^[3]。用作物本身的生理变化来反映作物的水分状况则是作物缺水研究中一个主要的分支,这些生理变化指标主要有叶水势、茎水势、叶片相对含水量、叶温或冠层温度、叶气孔阻力、叶片或冠层光合速率、作物光谱反射率以及叶片卷曲度等,其中通过作物的冠层温度来反映作物缺水的研究随着探测方法的进展越来越深入,并已在国内外形成了相对成熟的灌溉技术^[4]。

小麦是世界各国的重要粮食作物之一,20世纪90年代以来,随着人民生活水平的提高,对农作物品质的要求有了较高的要求,小麦生产由单纯追求稳产、高产向优质、高产、高效专用型方向发展^[5]。小麦产量既受遗传因素影响,也在很大程度上取决于环境条件和栽培技术,其中环境温度是影响小麦籽粒产量的一个重要环境因子^[6~8]。因此,从水分利用和产量的角度研究小麦耐热性生理机制,阐明冠层温度与产量、水分利用效率的关系,具有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

参试的21个冬小麦品种(系)为1R8、1R14、1R20、1R19、1R17、1R13、1R11、1R4、1R6、1R5、1R2、1R1、1R40、1R39、1R38、1R35、1R34、1R27、1R25、1R24、1R26,均来源于美国德州Bushland农业试验站。

1.2 试验方法

试验在农业部甘肃镇原旱塬生态环境重点野外科学观测站(35°30'N, 107°29'E)进行。试验区海拔1254 m,年均降水量540 mm,降水主要分布在7、8、9月,年均气温8.3℃,土壤为黑垆土,长期盛行以冬小麦为主的“一年一熟制”,或填闲复种的“两年三熟轮作制”。试验采用随机区组设计,3次重复,小区面积13.4 m²(6.7 m×2.0 m),于2006年9月25日开沟撒播,每小区种10行,行距0.2

m,基本苗375万株/hm²。每小区播前施磷酸二铵0.29 kg、尿素0.19 kg,返青后撒尿素0.15 kg。成熟时(翌年6月26日)各小区单收单打,风干后统计籽粒产量。其余管理按大田常规措施进行。小麦生育期降水量315.6 mm,较多年平均值(250 mm)增加26.4%。土层有效贮水143 mm,占田间最大有效贮水量的57.8%。试验年份作物需水与供水正常。

1.3 测定项目和方法

1.3.1 冠层温度(CT) 采用国产BAU-1型手持式红外测定仪。分辨率0.1℃,测量精度为常温±0.2℃,响应时间为2~3 s。选择晴朗无云的天气,分别于冬小麦扬花至灌浆期选定8个监测日(5月13日、5月15日、5月17日、5月22日、5月28日、6月6日、6月8日、6月11日)测定各小区的CT值,测定时间为13:30~15:30时。观测时,按照农田小气候观测的对称法进行,视场角取5°,手持测温仪置于高度1.5 m左右,以30°瞄准小区内中间的冠层,测点为群体生长一致、有代表性的部位,避开裸地影响,顺入射光方向并且垂直于行直接在显示屏上读取数据。每小区重复测定5次,取其平均值。

1.3.2 土壤水分测定和水分利用效率(WUE)计算 播种前(2006年9月24日)和收获时(2007年6月26日)分别用土钻法测定每小区2 m土层(每20 cm为一个层次)的土壤含水率,转化为土壤贮水量(mm)。小麦生育期降水量通过MM950自动气象站记录仪获得。利用土壤水分平衡方程计算每个小区作物耗水量(ET)。试验数据采用SAS软件进行处理,采用Excel软件作图。

$ET(\text{mm}) = \text{播前}2\text{ m土壤贮水量} - \text{收获时}2\text{ m土壤贮水量} + \text{生育期降水量}$

$WUE[\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{mm})] = \text{小麦籽粒产量}/\text{耗水量}$

2 结果与分析

2.1 冠层温度

监测结果(表1)初步表明,冬小麦扬花至灌浆期间,在大气、土壤、农艺措施完全相同的试验区内,不同小麦品种(系)之间CT存在明显差异,在同一监测日,不同品种(系)间都表现出高度的CT分异现象。方差分析结果表明,除6月11日未达到差异显著外(可能是气候或测定误差所致),其余监测日内不同冬小麦品种(系)CT的差异均达到了极显著($P < 0.001$)和显著水平($P < 0.05$)。即冬小麦扬花至灌浆期CT值受品种遗传特性的影响很大。

表1 不同冬小麦品种(系)的冠层温度、籽粒产量、耗水量和水分利用效率

基因型	冠层温度(°C)									产量 (t/hm ²)	水分利用效率 [kg/(hm ² ·mm)]	耗水量 (mm)
	5月13日	5月15日	5月17日	5月22日	5月28日	6月6日	6月8日	6月11日				
1R8	11.9	15.9	24.4	20.0	25.0	27.1	27.3	33.9	5.1	11.6	442.2	
1R14	12.1	16.5	24.5	21.0	25.8	27.7	27.5	34.8	4.7	10.8	438.8	
1R20	13.5	16.2	24.6	21.1	26.0	26.8	27.3	35.0	4.5	10.8	417.7	
1R19	12.3	15.8	24.0	23.0	24.1	28.0	26.8	32.3	4.6	10.5	435.8	
1R17	12.7	15.5	23.2	18.2	24.0	25.3	26.3	31.0	6.4	14.8	420.7	
1R13	12.7	15.7	23.0	17.8	24.0	25.8	25.5	32.5	5.4	12.5	433.9	
1R11	12.8	15.7	22.7	17.9	23.8	25.4	25.9	31.4	5.6	12.9	433.5	
1R4	13.4	15.3	23.1	19.0	25.1	28.8	27.4	34.1	4.8	11.3	421.0	
1R6	14.3	15.7	23.9	18.0	23.6	26.9	25.8	31.3	4.8	11.2	433.7	
1R5	13.6	15.0	22.6	17.3	23.3	25.5	26.1	31.0	5.6	13.2	424.4	
1R2	12.5	15.1	21.0	16.5	23.0	24.0	25.0	30.4	5.8	13.5	428.5	
1R1	14.7	15.8	24.7	19.0	24.0	26.2	26.7	31.5	4.8	13.5	415.0	
1R40	14.4	17.0	25.2	21.0	24.8	27.0	27.2	33.9	4.3	10.1	430.1	
1R39	14.3	14.6	23.0	17.3	24.5	25.7	26.6	33.3	5.3	12.5	420.8	
1R38	13.5	15.0	22.0	16.3	23.1	25.0	25.2	30.0	5.7	14.2	403.1	
1R35	14.3	15.7	23.5	18.6	22.3	24.1	24.2	31.4	5.2	12.6	415.8	
1R34	13.7	15.4	21.5	16.8	23.0	25.0	25.0	30.1	5.1	12.0	427.6	
1R27	15.0	15.9	23.4	20.0	24.5	27.5	27.5	33.7	4.6	10.8	428.3	
1R25	15.3	17.2	23.0	19.0	23.8	26.1	26.6	32.5	4.7	11.1	420.1	
1R24	15.2	16.6	24.0	21.0	24.5	26.3	27.0	34.0	4.6	10.7	425.3	
1R26	15.3	16.0	25.0	23.0	25.5	26.5	28.0	35.0	4.0	9.5	420.2	

8个监测日的测定结果(表1)还显示,不同冬小麦品种(系)CT的变幅依次为11.9~15.3 °C、14.6~17.2 °C、21.0~25.2 °C、16.3~23.0 °C、22.3~26.0 °C、24.1~28.8 °C、24.2~28.0 °C、30.0~35.0 °C,即随着小麦灌浆进程的推移,不同冬小麦品种(系)CT有逐渐增加的趋势,这与大气温度的逐渐升高密切相关。因此,小麦开花后不同时期的CT也存在显著差异,确定适宜的测定时期显得十分重要。不同监测日的CT相关数据表明,开花初期(5月13日、5月15日)CT与其它各时期CT相关性较低,其相关显著性的变化无明显规律,如5月13日不同冬小麦品种(系)CT测定值与开花后(随着灌浆过程的进行)CT的相关系数增加,相关性增强;5月17日后各测定日之间CT的相关系数均达到显著或极显著水平,并且有很高的一致性。

2.2 冠层温度与产量的关系

从8个监测日的21个冬小麦品种(系)CT与籽粒产量的一元线性回归关系(图1)可以看出,品种(系)CT值与籽粒产量呈显著的线型递减关系,随着CT的增大,产量相应降低。随着生育进程的

推进,CT与产量的线型回归系数 R^2 分别为0.244、0.429、0.596、0.724、0.418、0.453、0.531、0.552,说明从扬花至灌浆初期 R^2 (由0.244增至0.596)有逐渐增大的趋势,5月22日(灌浆顶峰阶段) R^2 达到最大值0.724。随着灌浆期的推后 R^2 递减,由0.724减小到0.453,6月11日(灌浆后期) R^2 又出现递增,由0.453增大到0.552。即CT与产量的负相关性从扬花至灌浆期呈现出强—弱—强的变化规律。

CT与产量的负相关性表明,随着CT的降低,产量提高,CT偏低的品种其产量高,而CT偏高的品种(系)其产量低。如1R17、1R11、1R38扬花至灌浆后期的CT为12.7~31.0 °C,比21个供试品种(系)的平均CT值(13.7~32.5 °C)低2.0~3.0 °C;其产量分别为5.7、5.5、5.6 t/hm²,比21个供试品种的平均值5.0 t/hm²分别高0.7、0.5、0.6 t/hm²,比产量最低的品种1R26(4.0 t/hm²)高1.7 t/hm²。扬花至灌浆后期品系1R26、1R40、1R20的CT为15.3~35.0 °C,比21个供试品种(系)的平均CT值高2.0~3.0 °C;产量分别为4.0、4.3、4.5 t/hm²,比21个供试品种的平均值低1.0、0.7、0.5 t/hm²。品种1R17

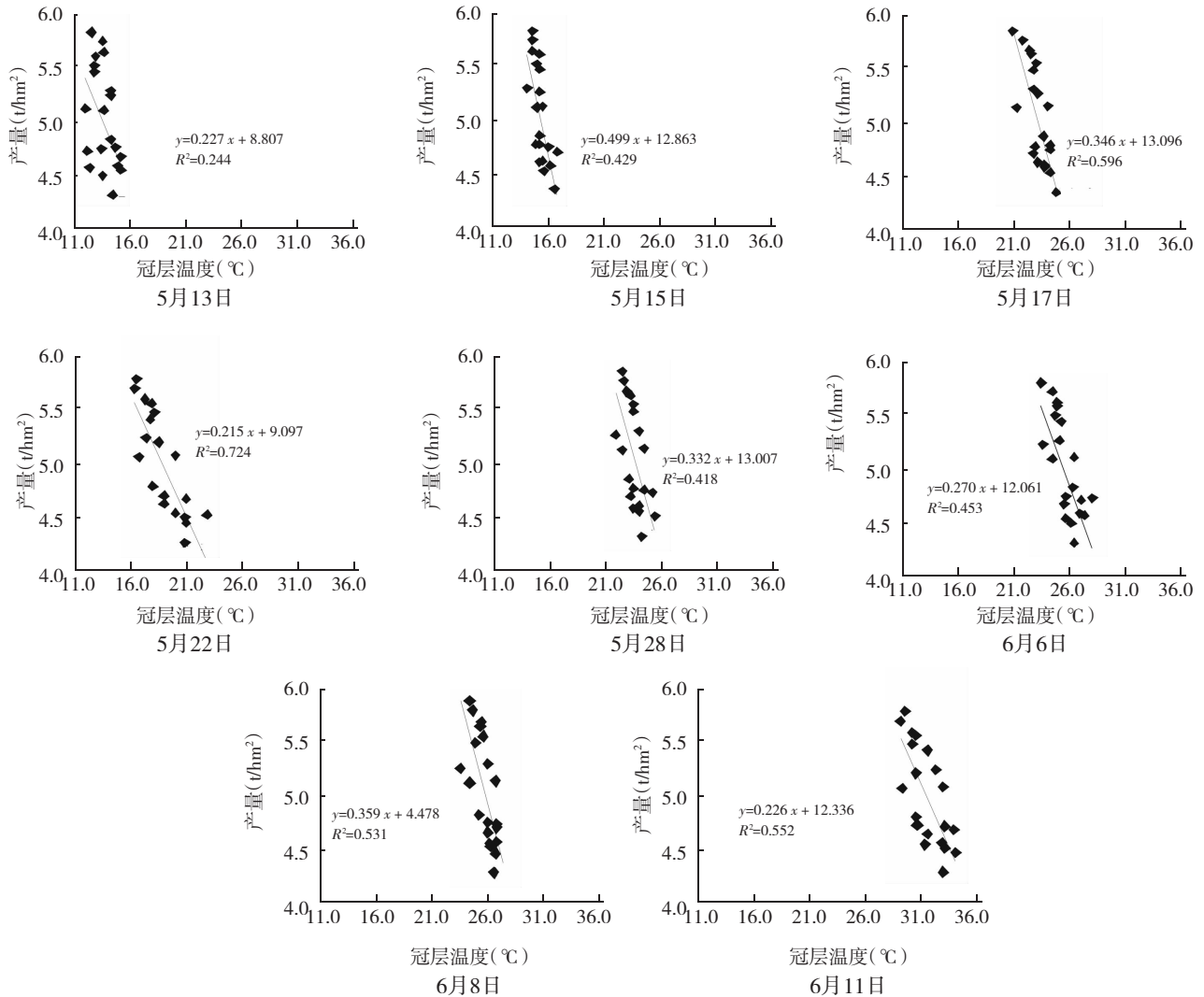


图1 不同冬小麦品种(系)扬花至灌浆期冠层温度与籽粒产量的关系

和1R26的CT相差3.0~4.0℃,产量相差1.7 t/hm²。由此可见,具有较低CT的小麦品种(系)有利于缓解高温和干旱的不利影响。

2.3 冠层温度与水分利用效率的关系

从扬花至灌浆期,不同冬小麦品种(系)的WUE分别与不同监测日的CT值呈显著的线型递减关系(图2),随着CT的增大,品种(系)之间的WUE相应降低。WUE与CT的线型回归系数R²分别为0.091、0.406、0.402、0.666、0.399、0.463、0.445、0.607,由此看出,从扬花至灌浆期,不同冬小麦品种(系)之间WUE差异显著。CT与WUE的负相关性呈现增强—减弱—增强的趋势。CT偏低的品种其WUE高,而CT偏高的品种其WUE低,如1R17、1R11、1R38,扬花至灌浆后期的CT为12.7~31.0℃,比21个供试品种(系)的平均CT值低2.0~3.0℃;其WUE分别为14.1、14.2、12.9 kg/(hm²·mm)比21个品种(系)平均值11.9 kg/(hm²·mm)高2.2、2.3、1.0

kg/(hm²·mm),比WUE最低的品种1R26高4.7 kg/(hm²·mm)。品系1R26、1R40、1R20扬花至灌浆后期的CT为15.3~35.0℃,比21个供试品种(系)的平均CT值高2.0~3.0℃;WUE分别为9.5、10.1、10.8 kg/(hm²·mm),比21个供试品种(系)的平均值低2.4、1.8、1.1 kg/(hm²·mm)。CT偏低的品种(系)1R17和CT偏高的品种(系)1R26相比较,CT相差3.0~4.0℃,WUE相差4.7 kg/(hm²·mm)。由此可见,在相同栽培条件下,CT低的品种(系)较CT高的品种(系)能够更好的利用有限的土壤水分,具有较强的抗旱性。

3 小结与讨论

1) 在甘肃陇东雨养旱作条件下,扬花至灌浆期,供试21个冬小麦品种(系)的冠层温度存在明显的差异,冠层温度和产量之间的相关性呈现出增强—减弱—增强的变化趋势,CT值与籽粒产量呈显著的线型递减关系,即随着冠层温度的增大,产量相应降低。

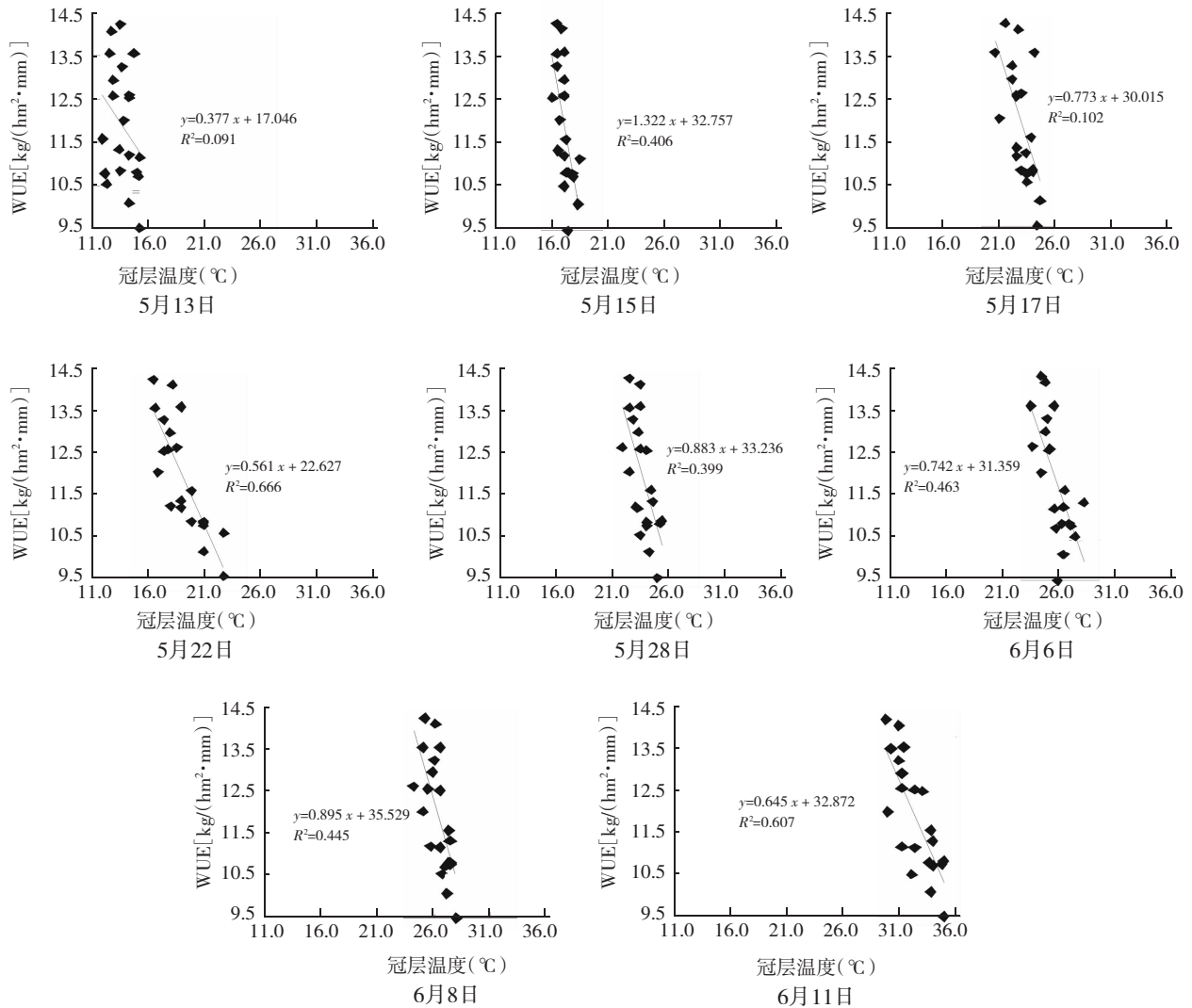


图2 不同冬小麦品种(系)扬花至灌浆期冠层温度与水分利用效率的关系

2) 从扬花至灌浆期,不同冬小麦品种(系)WUE差异显著,其CT与WUE的负相关性呈现增强—减弱—增强的趋势。CT偏低的品种(系)WUE高,而CT偏高的品种(系)WUE低。在当地气候和土壤条件下,具有较低冠层温度的小麦品种(系)1R17、1R11、1R38具有较强的适应性、较高的产量和水分利用效率。

3) 灌浆期冠层温度较低品种不同监测日的冠层温度始终较低,CT较高的品种(系)不同监测日的冠层温度始终较高,这与刘党校关于冷型小麦和暖型小麦报道相一致^[10]。灌浆期CT可以作为测定品种(系)之间CT差异的适宜时期,但究竟在灌浆初期、中期还是后期为最佳时期,有待进一步研究。

参考文献:

[1] 朱云集,李向阳,郭天财,等.小麦灌浆期间冠层温度与产量关系研究[J].河南科学,2004,22(6):798-801.

[2] 梁银丽,张成娥.冠层温度—气温差与作物水分亏缺关系的研究[J].生态农业研究,2000,1(8):25-30.
 [3] 程旺大,赵国平.冠层温度在水稻抗旱性基因筛选中的应用及其测定技术[J].植物学通报,2001,18(1):70-75.
 [4] GARDNER B R, NIELSEN D C, SHOCK C C. Infrared thermometry and the crop water stress index I, History, theory, and base-lines[J]. Journal of Production Agriculture, 1992, 5: 462-466.
 [5] 吕莉莉,宋建荣,黄文明.利用远缘材料选育抗病优质小麦品种中梁23号的几点体会[J].甘肃农业科技,2006(1):12-14.
 [6] SAYED H L, GHANDORAH M.O. Association of grain filling characteristics with grain weight and senescence in wheat under warm dry conditions [J]. Field Crops Res., 1984, 9: 223-332.
 [7] JENNER C F. The physiology of starch and protein deposition in the endosperm of wheat. Australian Journal of plant physiology, 1991, 18: 211-226.
 [8] BLUMENTHAL C S E, BARLOW W R, WRIGLEY C

5个玉米品种在庄浪县高海拔旱地引种试验初报

马强强

(甘肃省庄浪县农业技术推广中心, 甘肃 庄浪 744600)

摘要: 在庄浪县高海拔地区旱地梯田全膜双垄沟播栽培条件下, 以吉祥1号为对照, 对引进的5个玉米品种进行了引种观察。结果表明, 先玉335折合产量最高, 为15 324.68 kg/hm², 较对照品种吉祥1号增产26.88%; 金凯3号、郑单958次之, 折合产量均为13 376.62 kg/hm², 较对照吉祥1号增产10.75%。

关键词: 玉米; 引种; 高海拔地区; 旱地梯田; 庄浪县

中图分类号: S513 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2013)07-0026-02

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2013.07.010

玉米是庄浪县主要粮食作物之一, 常年播种面积1.67万hm²左右。近年来随着全膜双垄沟播栽培技术的推广应用, 玉米产量得到了大幅提高。但由于生产上应用品种增产潜力低, 致使增产潜力难以得到充分发挥, 影响当地玉米产业的进一步发展。为了筛选出适宜庄浪县全膜双垄沟播栽培所需优质高产玉米品种, 进一步提高玉米产量和经济效益, 2012年庄浪县农业技术推广中心引进玉米品种5个, 在庄浪县柳梁乡高海拔地区旱地梯田进行了引种观察试验, 现将结果初报如下。

1 材料与方法

1.1 供试品种

参试玉米品种有兴达1号、先玉335、金凯3号、兴达3号、郑单958、吉祥1号, 均由庄浪县种子管理站提供。以当地主栽玉米品种吉祥1号为对照(CK)。

1.2 试验方法

试验在庄浪县柳梁乡吊咀村进行。海拔1 892 m。试验地为旱地梯田, 土壤肥沃, 肥力均匀, 黄绵土, 前茬为小麦。试验采用随机区组排列, 3次重复, 小区面积30.8 m²(4.4 m × 7.0 m)。试验采用全膜双垄沟播, 于2012年4月3日起垄覆膜, 大垄宽70 cm、小垄宽40 cm、垄高15 cm, 用幅宽120 m、厚0.008 mm的白色地膜覆盖。4月13日播种, 每小区播4垄, 播深3~5 cm, 每穴播种子2粒, 定苗1株, 株距33 cm, 保苗密度55 095株/hm²。覆膜

前结合整地一次性施入优质农家肥52 500 kg/hm²、普通过磷酸钙750 kg/hm²、尿素150 kg/hm², 拔节期追施尿素300 kg/hm², 其它田间管理同当地大田。生长期观察记载物候期, 统计群体动态及主要农艺性状。10月5日收获, 收获时每小区随机抽取20株考种, 测定株高、穗位高度、穗长、穗粒数、百粒重等, 按小区单收计产。

2 结果与分析

2.1 生育期

从表1可以看出, 各参试品种的出苗期相同, 抽雄期、吐丝期、成熟期、灌浆期有一定的差异。生育期154~172 d, 以兴达1号生育期最短, 为154 d, 较对照品种吉祥1号早熟7 d, 其次为先玉335, 为156 d, 较对照品种吉祥1号早熟5 d; 郑单958最长, 为172 d, 较对照品种吉祥1号晚熟11 d; 金凯3号为157 d, 较对照品种吉祥1号早熟4 d; 兴达3号为167 d, 较对照品种吉祥1号晚熟6 d。

表1 参试玉米品种的生育期

品种	物候期(日/月)					全生育期 (d)
	播种期	出苗期	抽雄期	吐丝期	成熟期	
兴达1号	13/4	23/4	11/7	14/7	15/9	154
先玉335	13/4	23/4	18/7	21/7	17/9	156
金凯3号	13/4	23/4	19/7	22/7	18/9	157
兴达3号	13/4	23/4	20/7	25/7	28/9	167
郑单958	13/4	23/4	27/7	3/8	3/10	172
吉祥1号(CK)	13/4	23/4	15/7	20/7	22/9	161

2.2 经济性状

从表2可以看出, 各参试品种的株高为234~

收稿日期: 2013-05-30

作者简介: 马强强(1975—), 男, 甘肃庄浪人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13830337291。

W. Growth environment and wheat quality: the effects of heat stress on dough properties and gluten proteins[J]. Journal of Cereal Science, 1993, 18: 2-12.

[9] WRIGLEY C W. BLUMENTHAL C S, GRAS P W, et al. Temperature variation during grain filling and changes in wheat-grain quality [J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1994, 21: 875-885.

[10] 刘党校, 张嵩午, 董明学. 冷型小麦的籽粒灌浆及光合生理特性[J]. 麦类作物学报, 2004, 24(4): 98-101.

(本文责编: 杨杰)