

春小麦品种在青海海东、海西两类生态区的性状表现*

白秦安 黄相国
(中国科学院西北高原生物研究所)

青海省的海西柴达木盆地和海东黄河、湟水流域(以下简称海西、海东,行政区划均为地区级)同属青藏高原,两地均具有干燥少雨,日照时间长,太阳辐射强,春季气温回升徐缓,夏季凉爽,气温日较差及平均风速较大的气候特点。但由于两地相距数百公里,地形、海拔、纬度等方面的不同使其在气候上表现出较大的差异。从小麦种植生态区划分,分别属于西北春麦区和青藏高原冬春麦区(金善宝,1983)。

春小麦是青海省主要粮食作物,其播种面积达300多万亩占全省总种植面积约43%,目前采用的品种有100多个,即“多、乱、杂”。经整理分析,这些品种的穗型大体分为重穗型、中间型、多穗型;株高为矮秆、中秆、高秆;熟性为早、中、晚熟。为了解春小麦对海东、海西不同生态条件的反应,我们选用不同类型的品种在两地设点试验,试图找出适合两类生态区生长的品种生态型模式,为春小麦育种及栽培服务。

一、材料和方法

1. 试验地选择

海东地区地处青藏高原东部边缘,纬度 $35^{\circ}50'$ — $37^{\circ}10'$,海拔1800—2800米,境内地势复杂,河谷、平川、高山并存。乐都县位于海东地区中部,纬度 $36^{\circ}29'$,海拔1979米,高于共和而低于西宁市、互助和湟源等县。气候上,除相对湿度较大外和黄河河谷的贵德、循化县较相似,有一定的代表性,所以试验设置在乐都县沿河灌区。海西位于青藏高原中部的柴达木盆地,是一封闭式内陆盆地,纬度 $36^{\circ}18'$ — $37^{\circ}22'$,海拔3000米左右,在海西地区南、北两缘零星分布少量灌溉农田,试验点设置在南缘的香日德农场,纬度 $36^{\circ}04'$,海拔2905米。

决定小麦生长发育及后期产量的各生态因子中气候是主要的。两地气候差异主要表现在海东比海西气温高、降水多、湿度大、日照短,两试验点气候见表1。

* 此文及试验均是在陈集贤研究员指导下完成的,在此表示衷心感谢。
本文1985年7月16日收到。

表1 试验点生育期气候条件

Table 1 The climatic conditions during the growth phase at experimental spots

地点 Site	生育期 Growth phase	播种 Sowing			出苗 Seeding			分蘖 Tillering			拔节 Shorting			孕穗 Booting			抽穗 Heading			开花 Flowering			成熟 Ripening		
		三 Mar	四 Apr		五 May			六 Jun			七 Jul			八 Aug											
	月 Month	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
	旬 A period of ten days	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last			
乐 都 Ledu	平均气温 Average air temperature (°C)	0.8	3.3	5.0	7.1	9.6	11.3	12.1	13.2	14.7	15.4	16.5	17.3	18.0	18.6	19.0	19.0	18.1	16.9						
	相对湿度 Relative humidity, (%)	48			49			57			61			68			68								
	降水量 毫米 Precipitation (mm)	4.2			18.5			38.1			39.9			71.8			83.0								
	风速 米/秒 Wind speed (m/s)	2.8			2.9			2.5			2.1			2.0			2.0								
	日照时数 小时 Sunshine time (h)	234.2			239.8			248.7			254.8			245.1			244.4								
	日照百分率 Sunshine (%)	63			61			57			59			56			59								
地点 Site	生育期 Growth phase	播种 Sowing			出苗 Seeding			分蘖 Tillering			拔节 Shorting			孕穗 Booting			抽穗 Heading			开花 Flowering			成熟 Ripening		
	月 Month	三 Mar	四 Apr		五 May			六 Jun			七 Jul			八 Aug			九 Sep								
	旬 A period of ten days	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
	平均气温 Average air temperature (°C)	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last	First	Second	Last			
香 日 德 Xiongride	平均气温 Average air temperature (°C)	-2.4	0.3	1.8	3.8	6.1	8.5	9.6	10.4	11.9	12.8	13.6	14.6	15.3	16.2	16.5	16	15	14.5	12.3	10.4	8.7			
	相对湿度 Relative humidity (%)	34			31			37			45			51			50			46					
	降水量 毫米 Precipitation (mm)	4.7			5.0			20.6			34.0			34.4			26.5			17.6					
	风速 米/秒 Wind speed (m/s)	3.0			3.9			3.6			3.3			2.9			2.9			3.0					
	日照时数 小时 Sunshine time (h)	241			256.9			273.1			264.8			262.0			261.3			239.3					
	日照百分率 Sunshine %	65			66			63			61			59			63			65					

* 相对湿度、风速、日照百分率是月平均数,降水量、日照时数是月累计值

Relative humidity, wind speed, sunshine % are the average in a month, precipitation, sunshine time are the accumulative value in a month.

2. 试验材料及方法

1982年选用高原338、80-16品系(中早熟、中矮秆、重穗型);76-393,高原614(中熟、高秆、重穗型);墨他(早熟中秆、多穗型);高原182、阿勃(中晚熟、高秆、中间型)等7个品种(系)。3月10日、3月28日分别在乐都、香日德播种。小区面积18米²随机排列,3次重复,行长6米,行距15厘米,按每亩30万苗下种。

两地同时记载生育期、基本苗数;孕穗期测定田间漏光率;开花期测定各品种光合速率(采用气流比色法,室内人工光源,照度3万5千勒克斯,叶室温度25—28℃,离体测定);灌浆期测定小麦光合日进程(田间采用气流比色法、叶室温度按气温变化控制),灌浆期随机取20株测定主穗面积(面积=长×宽×厚×3.8),穗下节间面积(面积= π ×穗下节中部直径×穗下节间长度)剑叶面积及叶面积指数。收获后每小区随机取20株考种,依小区计产并进行统计分析。

二、结果与讨论

1. 春小麦在两类地区的性状差异

(1) 千粒重高是春小麦在海西的突出表现 据测定,春小麦各类型品种的千粒重海西普遍高于海东1.9—10.1克,达5.7—21% (表2)。造成两地粒重差异的原因主要是灌浆期气温和日照的不同。海西灌浆期平均气温比海东低3.6℃;≥30℃高温天气海西全年仅有0.7天,且在小麦开花期,而海东为4.8天,几乎全部出现在小麦灌浆期。在小麦灌浆期,两地气温表现出相反的变化曲线,海西是以开花期的最高值下降到成熟期的最低值,平均为14℃。于此相反,海东是从开花期的较低值上升到成熟期的最高值,平均是18.4℃,全年的气温最高期常常和各类小麦品种的成熟期相一致,这种相反的变化导致两地灌浆期长短的不同,最后造成粒重的差异。子实生长持续期受高温的影响很大,温度由15/10℃(日/夜,下同)升到21/16℃时,持续期由60天减到36天。气温升高促使小麦胚乳细胞形成速率加快,子粒尽早成熟,一般气温升高1℃可减少子粒生长持续期3天(王韶唐,1984)。海东小麦灌浆期仅30多天,而海西可达50多天。高温尤其是夜温高,造成昼夜温差小对粒重影响更大(徐强等,1958)灌浆期海东日较差比海西约少1.25℃亦是海西千粒重高的原因之一。

造成海西春小麦千粒重高的第2个原因是海西日照充足,灌浆期海西日照时数比海东同期多123.5小时,高出海东约30%,这除了灌浆期长的原因外,同时还因海西日照百分率比海东高9%。弱光照不仅使植株光合作用下降、阻碍光合产物输送,而且还减少子实胚乳细胞数目,导致粒重减轻(L. T. Evans, 1979)。

(2) 海西春小麦的另一表现是穗粒数少而穗粒重高,穗短、总小穗少而结实小穗多。穗粒数海西平均比海东低3.8粒(表2),但因千粒重大,海西平均穗粒重反高出海东0.21克,穗部性状,海西春小麦主穗长度、总小穗数、不实小穗数均小于海东。如主穗长度海西是8.90厘米,变幅7.35—10.40厘米,海东是9.60厘米,变幅7.38—11.05厘米;总小穗数海西平均是15.20个,变幅13.40—17.70个,海东是19.14个,变幅17.10—21.20个;不实小穗数平均值海西是1.09个,变幅0.50—1.95个,海东是2.30个,变幅1.00—3.48个(表

表 2 不同类型品种在两地区产量性状方面的差异

Table 2 Character divergence in the yield of different varieties of spring wheat in two producing areas

项目 Item	类型 Type		中早中矮重穗型 Mid-early semi-dwarf heavy ear type				中熟中秆重穗型 Mid ripening medium heavy ear type				中晚高秆大穗型 Mid-late tall mid ear type				早熟多穗型 Early ripening multiple ear type	
	品种 Variety		高原 338 Plateau 338		80-16		76-393		高原 614 Plateau 614		高原 182 Plateau 182		阿勃 Abbondanza		墨他 Tanori F71	
	地区 P. area															
	1 ¹⁾	2 ²⁾	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
苗数(万/亩) Plants (ten thou/mu)	22.30	26.67	22.80	25.53	25.20	30.00	20.10	25.87	20.85	18.58	26.45	30.93	27.85	26.87		
穗数(万/亩) Spikes (ten thou/mu)	35.00	32.30	34.90	31.34	37.80	39.10	34.68	31.70	42.10	27.50	34.00	35.50	38.67	43.90		
穗粒数 Kernels/spike	45.68	31.20	44.50	37.40	40.81	35.60	45.87	41.40	40.25	46.80	44.80	42.65	37.13	37.20		
千粒重(克) Kernel wt./1000(g)	56.85	64.55	55.45	65.25	51.35	53.25	51.23	59.85	52.20	58.95	47.05	58.95	42.04	45.10		
穗粒重(克) Kernel wts/spike(g)	2.28	2.09	2.02	2.27	2.03	1.97	2.12	2.36	1.81	2.41	1.65	2.28	1.51	1.59		
小区产量(斤)* Plot yield(jin)	32.67	38.07	33.83	39.58	33.67	40.74	27.83	41.11	29.67	31.87	23.17	35.79	31.17	37.59		

注 (Note): 1) 海东 (Haidong); 2) 海西 (Haixi).

* 斤 (jin) = 500 克 (g)。

表 3 不同类型品种在两地区穗部性状差异

Table 3 Character divergence in spikes of different varieties of spring wheat in two producing areas

项目 Item	类型 Type		中早中矮重穗型 Mid-early semi-dwarf heavy ear type				中熟中秆重穗型 Mid ripening medium heavy ear type				中晚高秆大穗型 Mid-late tall mid ear type				早熟多穗型 Early ripening multiple ear type	
	品种 Variety		高原 338 Plateau 338		80-16		76-393		高原 614 Plateau 614		高原 182 Plateau 182		阿勃 Abbondanza		墨他 Tanori F71	
	地区 P. area															
	1 ¹⁾	2 ²⁾	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
主穗长度 Length of main spike (cm)	9.77	7.35	9.56	8.45	11.05	10.40	10.31	9.15	7.73	9.00	9.56	9.85	9.05	8.40		
主穗小穗数 Spikelets/main spike	18.25	13.25	18.53	13.85	20.41	16.25	18.92	15.25	21.15	17.70	19.68	16.10	17.10	14.55		
主穗不实小穗数 Sterile spikelets/main spike	1.0	1.2	1.58	0.8	2.05	0.5	1.97	0.73	3.48	1.4	2.53	1.05	3.2	1.9		

注 (Note): 1) 海东 (Haidong); 2) 海西 (Haixi)。

表 4 不同类型品种在两地区光合性状方面差异

Table 4 Character divergence in photosynthesis of different varieties of spring wheat in two producing areas

项目 Item	类型 Type		中早中矮重穗型 Mid-early semi-dwarf heavy ear type				中熟中秆重穗型 Mid ripening medium heavy ear type				中晚高秆大穗型 Mid-late tall mid ear type				早熟多穗型 Early ripening multiple ear type	
	品种 Variety		高原 338 Plateau 338		80-16		76-393		高原 614 Plateau 614		高原 182 Plateau 182		阿勃 Abbondanza		墨他 Tanori F71	
	地区 P. area															
	1 ¹⁾	2 ²⁾	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
净光合速率* Net photosynthetic rate	30.82	38.11	36.70	38.20	44.47	45.02	35.13	34.85	33.20	35.42	42.10	38.92	28.33	39.10		
剑叶面积 Area of flag leaf (cm ²)	33.68	21.86	37.34	21.53	44.59	30.10	21.75	25.76	31.73	34.45	40.92	36.12	33.26	15.09		
主穗面积 Area of main spike (cm ²)	55.02	39.63	57.32	39.54	41.91	23.33	55.33	40.30	35.19	42.31	31.97	26.26	43.34	28.06		
穗下节间面积 Peduncle area (cm ²)	41.70	50.06	45.88	57.00	30.89	42.49	43.94	53.31	54.71	61.57	35.17	56.05	33.26	31.19		
旗叶节以上光合总面积 Total photosynthetic area above flag leaf node (cm ²)	130.40	111.55	140.54	118.07	117.39	95.92	121.02	119.37	121.63	138.33	108.06	118.43	129.10	74.34		
田间漏光率 Field leakage light rate**	4.47	19.40	4.33	9.00	1.93	6.50	3.78	3.40	4.44	6.40	2.07	17.60	4.20	14.80		

注 (Note): 1) 海东 (Haidong); 2) 海西 (Haixi)。

* 净光合速率单位是毫克 CO₂/分米²·小时 The unit of net photosynthetic rate is mgCO₂/dm²·h

** 田间漏光率是指麦田底部光照和麦田上部自然光照的百分数 Field leakage light rate is a percentage of light intensity at the bottom to that at the top of wheat canopy.

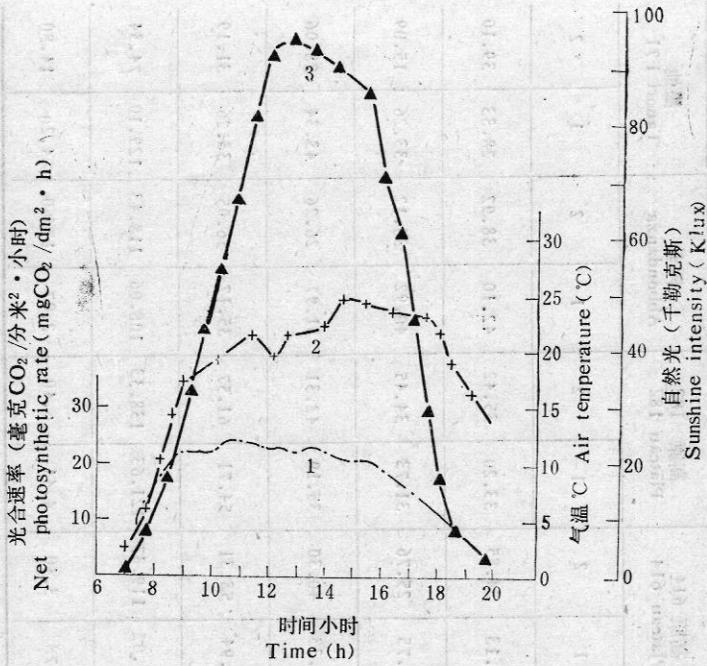


图 1-1 光合作日进程(海西)

Fig. 1-1 The progress of photosynthesis during time day(Haixi).

1. 光合速率 1. Net photosynthetic rate 2. 气温 Air temperature 3. 自然光强 Sunshine intensity

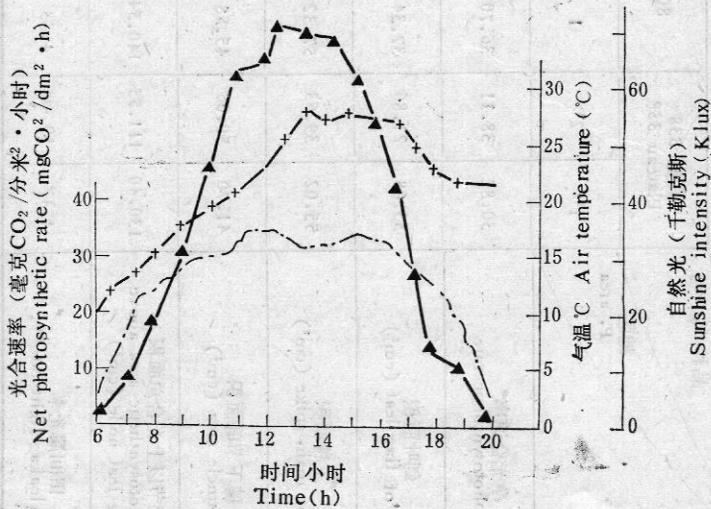


图 1-2 光合作日进程(海东)

Fig. 1-2 The progress of photosynthesis during time day(Haidong).

1. 光合速率 Net photosynthetic 2. 气温 Air temperature 3. 自然光强 Sunshine intensity

3)。二棱期和小穗原基分化期时间长短和外界环境,尤其与温度有关。此时海东气温略低于海西同期气温,有利分化时间的延长,促使穗轴长、小穗多的大穗形成。导致小花退化的关键时期是药隔分化期至四分体期,即拔节末到孕穗中期,此期海东气温逐渐上升并超过同期海西气温,同时日照差异大,海西日照百分率高于海东4%。光照减弱、气温升高是海东不实小穗增多的主要原因。另外,降水多、温度高、植株生长旺盛、田间郁闭造成下层小穗发育较差。

(3) 光合速率高、日光合进程无午睡现象是海西地区春小麦第3种表现。

开花期对两地各类型品种剑叶光合速率测定表明海西比海东高0.55—10.77毫克 $\text{CO}_2/\text{分米}^2 \cdot \text{小时}$,达5.10—38.00%,各类品种光合速率在两地高低顺序基本一致(表4)。灌浆期测定两地光合日进程表明,海西光合日进程曲线较平滑,没有“午睡现象”特有的凹陷,即使在午间光强达到最高时,叶片仍保持稳定的光合速率(图1)。在柴达木盆地北缘德令哈地区也有相同的报道(黄庆榴等,1962)。与此相反,海东则出现较弱的凹陷,表明海东小麦有较轻的“午睡现象”但远较其它平原地区微弱。

(4) 穗下节间面积大,其余部位同化面积小是海西春小麦的第4种表现。

我们在灌浆期测定,各类型品种的主穗面积、剑叶面积、旗叶节以上光合面积海西均小于海东,但穗下节间面积却相反(表4)这点独特变化与黄庆榴等人报道相符(黄庆榴等,1962),各类品种穗下节间面积海西比海东大2.07—20.86厘米 2 ,约6—59%。在田间密度大体相近的情况下(亩苗数海西26.4万,海东23.7万;亩穗数海西34.5万,海东36.7万),小麦孕穗期田间漏光率测定海西大于海东近1倍(表4)。在小麦整个生育期,尤其是中、后期,海西地区较低的温、湿度等气候条件限制小麦植株的生长量,使小麦个体同化面积和群体密度均小于海东地区。穗下节间光合能力仅低于旗叶与穗,占小麦光合能力的16.07%(刘振业,1979),海西春小麦穗下节间面积大可推测是植株适应当地生态环境、加强自身光合能力的表现。

海西小麦同化面积小、穗下节间长、分蘖率较低等性状适宜高密度群体栽培,大量的丰产实践也表明,海西小麦的适宜密度普遍高于海东(青科,1976)。

2. 春小麦在两类生态区的共性

不同类型品种在两地小区产量结果(表2)和方差分析表明(表5),不同类品种的产量不仅在处理间、地区间,以及品种和地区间的相互作用均表现了极显著差异,而且品种间也表现极显著差异。各类品种小区产量高低顺序两地基本一致,占据前列的是重穗型品种76-393、80-16、高原338;居中是墨他、高原614;最低是阿勃、高原182。

(1) 重穗型品种在青藏高原具有独特的优势

重穗型品种(系)的产量在两地地区均居前列,说明光能资源丰富、温度适宜的高原气候条件适宜重穗型小麦源强、库大的特点,使其光合速率、主穗长度、总小穗数、结实小穗数等性状在两地区均优于其它类型品种。

(2) 晚熟小麦品种不利青海种植

高原182、阿勃等晚熟类型的品种在青海两类生态区小区产量均低。这主要由于生育期过长易遇到海东后期的高温和海西后期的低温,从而减弱光合作用和阻止茎叶中贮存的同化物向籽粒转移,造成海东高温逼熟,海西低温受害,使正常的灌浆趋向缓慢甚至停

表5 小区产量方差分析

Table 5 The analysis of variances of plot yield

变 因 Source of variances	D. F	MS	F
区 组 间 Block	2	3.01	0.71
处 理 间 Treatment	15	82.6	19.48**
品 种 Variety	7	44.78	10.56**
地 区 P. area	1	766.08	180.68**
品种×地区 Variety×P. area	7	22.83	5.38**
机 误 Error	30	4.24	

** p < 0.01 * p < 0.05

止,最后导致粒重下降,产量降低,其次,晚熟易受冰雹和霜冻危害,有造成大幅度小麦减产的危险。虽然在以往较低肥水条件下阿勃在青海尤其海东地区有较大的种植面积,但随着生产和栽培水平的提高,该品种正在被中熟和中早熟品种代替。

参 考 文 献

王韶唐,1984,小麦的源-库关系,国外农学——麦类作物(3): 17。
 刘振业,1979,作物高光效育种,24页,农业出版社。
 金善宝,1983,中国小麦品种及其系谱,236—237页,258—259页,农业出版社。
 青科,1979,春小麦高产经验总结,中国农业科学(2): 37—41。
 徐强、马长德,1985,小麦的灌浆生理,国外农学——麦类作物,(2)37。
 程大志、鲍新奎、陈政,1979,柴达木盆地春小麦高额丰产形态生理指标的初步探讨,中国农业科学,(2)29—39。
 黄庆榴、王祝华、黄卓辉、王怀智,1962,1960年青海德令哈农场春小麦高产原因的初步分析,夏镇澳、余叔文编,小麦丰产研究论文集 179—187,上海科学技术出版社。
 L. T. Evans, 1979, 作物生理学,154页,农业出版社。

THE CHARACTER DIVERGENCE OF SPRING WHEAT IN HAIDONG AND HAIXI ECOLOGICAL REGIONS OF QINGHAI PROVINCE

Bai Qin'an Huang Xiangguo

(Northwest Plateau Institute of Biology, Academia Sinica)

Experiments are conducted in two different ecological regions——East Qinghai Haidong and West Qinghai Haixi of Qinghai province in 1982.

The character divergence of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in the two ecological regions is dealt with in the following: net photosynthetic rate, peduncle area, field leakage light rate and 1000-kernel-weight of spring wheat. They are higher in Haixi than those in Haidong. Significantly high 1000-kernel-weight is due to longer filling stage caused by lower air temperature in Haixi.

During the filling stage, the noontime snooze of photosynthesis is not found in Haixi, but in Haidong.

The yields of spring wheat varieties of heavy ear type with larger pool and stronger source are significantly higher than those of the other types of spring wheat in the two ecological regions.