

青海高原春小麦品种演变与 农艺性状变异的研究*

江德亨

(中国科学院西北高原生物研究所)

摘要

50至80年代初14个春小麦品种试验结果表明,青海高原灌区小麦籽粒产量,随着品种的更替逐年提高,主穗粒数、千粒重和收获指数增加,植株高度,生物产量和有效穗数减少,全生育天数缩短。植株形态由高秆细茎,剑叶窄长,粒小、粒少的晚熟低产型,向半矮秆,壮茎,剑叶短宽,粒多、粒大,早熟的高产型演变。

关键词: 春小麦;品种;演变

春小麦是青海高原的主要粮食作物之一,单产从1952年的70.2公斤(青海农林厅种植业区划组,1985),提高到1985年的209公斤(农牧渔业部,1986),在小麦单产提高的过程中,品种的不断更新起了约35—40%的作用(刘振业等,1984)。目前我国长江下游和东北地区小麦品种演变的研究已有报道(吴兆苏等,1984;祁适雨,1984),青海高原春小麦品种演变虽有报道,但没有从具体性状上进行研究(青海省农林科学院情报资料室,1977;青海省农林科学院,1983)。为了探明青海灌区不同年代推广品种产量及其产量构成性状的变异过程,将30年来主要推广品种进行比较试验,为今后青海高原灌区春小麦高产育种和引种提供依据。

一、材料和方法

14个供试材料:50年代代表品种小红麦、一支麦和碧玉麦;60年代南大2419、欧柔、青春5号和阿勃;70年代高原506、青春23号、晋2148和高原338;80年代初青农524、绿叶熟和辐射阿勃等。

全部参试品种于1987年春种在西北高原生物研究所试验地(西宁),试验地肥力属中上等水平,随机区组设计,重复3次,行长2米,行距0.2米,株距0.025米,双行区。小麦灌浆期用日本产植物同化仪测定剑叶光合速率。收获后考种、并分析统计。

* 本文经陈集贤研究员审阅指导,特此感谢。

本文1989年6月2日收到。

二、结果与分析

(一) 不同年代品种性状的变异

1. 产量及产量构成因素的变异

从50年代到80年代初,春小麦单株籽粒产量由6.2克增加到7.8克。产量构成因素中的主穗粒数,小穗粒数和千粒重,分别由38粒,2.4粒和39.4克增加到44.3粒,2.8粒和45.3克。有效穗数从7.1穗下降到4.7穗(表1),其他性状虽有增减,但是年代间变化较小,且无明显规律。

从产量演变过程看,春小麦产量的提高主要是通过改善单株生产性能来实现,而单株生产性能的改善,又主要是通过提高千粒重和主穗结实粒数来实现的。

2. 单株生物产量和收获指数的变异

从表1看出,单株生物产量和收获指数,在不同年代间有较大差异,其中生物产量,从50年代的19.7克逐渐下降到80年代的17.3克,但是在70至80年代间,单株生物产量却保持在17.3克的水平上。收获指数,50年代为0.31分别比60、70和80年代低0.12—0.14,而60和70年代又比80年代低0.02。

从物质生产看,单株生物产量30年来是下降了,而收获指数却提高了,这说明随着施肥水平,穗粒数和千粒重的提高,单株有效分蘖减少,个体相应地变小,但是单株物质生产未受到影响,相反地减少了无效消耗,使收获指数得到提高,产量亦由低变高。

3. 植株形态性状的变异

30年来,春小麦植株高度,各节间长度,茎秆直径和茎壁厚度等,都有不同程度的变化(表2),其中植株高度的变化尤为明显,从50年代的117.6厘米降到70年代的95.8厘米,到80年代初株高则基本稳定,与70年代相比只降低0.7厘米。各节间长度,均有不同程度的缩短,其中穗下节间缩短最多(5.2厘米),其次倒四节间(5.1厘米),其余节间缩短的幅度较小,在2.9—4.9厘米之间。倒二节间直径和茎壁厚度,由0.38厘米和0.026厘米,分别增加到0.43厘米和0.028厘米,30年内各增加了0.05厘米和0.002厘米。

从不同年代间植株高度变化的总趋势看,植株高度随各节间长度不同程度地缩短而降低,茎秆直径和茎壁厚度有较大幅度增加。这是由于灌区春小麦栽培技术和施肥水平的不断改进和提高,群体变大,要求品种必须具备耐肥、抗倒伏和运输能力强的特点,才能适应小麦产量不断提高的需要。当然降低株高要适度,并非越矮越好,必须根据不同的自然条件和栽培情况,确定一个较理想的高度,就目前青海灌区的经济状况和生产水平来看,一般大田的株高在80—100厘米较合适,过高不宜密植,不利抗倒伏;过低容易早衰,染病,收获时不便打捆,打碾后草也少,农民不太欢迎。这就是70年代株高降低到95厘米左右后品种高度无明显下降的主要原因。

4. 剑叶性状的变异

不同年代间春小麦剑叶光合速率,叶片长度、宽度和叶面积均有较大变化。从表3看出,剑叶光合速率在30年内的变化总趋势是由高向低逐渐下降,然后再回升。剑叶的形态变化是由窄长向短宽发展。这种变异改善了小麦群体内光照条件,增大了透光系数,提高了光能利用率,增加了光合物质积累和籽粒产量。如80年代初的品种绿叶熟,剑叶光

表1 各品种产量及构成因素的差异

Table 1 Differences of yield and components in various cultivars

品 种 Cultivar	单株粒重(克) Grain weight/plant (g)	有 效 穗 数 Effective spikes	穗 长 (厘米) Spike length (cm)	结 实 小 穗 数 Fertile spikelets	主 穗 粒 数 Kernels/main spike	单 株 粒 数 Kernels/plant	小 穗 粒 数 Kernels/spikelet	千 粒 重 (克) 1000 kernel weight (g)	单 株 生 物 产 量 (克) Biomass/plant (g)	收 获 指 数 Index of harvest	
50年代 1950s	小红麦 Xiaohongmai	5.2	7.4	9.6	17.4	41.9	150.4	2.4	34.8	19.0	0.27
	一支麦 Yizhimai	7.0	7.2	10.9	16.5	42.3	182.1	2.6	38.2	22.0	0.32
	碧玉麦 Biyumai	6.3	6.6	8.6	12.6	29.8	140.4	2.3	45.2	18.0	0.35
	平 均 Mean	6.2	7.1	9.7	15.5	38.0	157.6	2.4	39.4	19.7	0.31
60年代 1960s	南大2419 Nanda 2419	8.5	5.6	8.6	14.3	40.3	192.4	2.8	44.1	19.3	0.44
	欧 柔 Orofen	7.0	5.3	8.1	15.2	38.4	163.8	2.5	42.6	16.2	0.43
	青春5号 Qingchun5	6.8	4.8	9.0	16.2	37.4	151.7	2.3	44.7	16.7	0.41
	阿 勃 Abbondanza	8.1	4.7	9.6	15.1	41.5	171.6	2.8	47.0	18.7	0.43
	平 均 Mean	7.6	5.1	8.8	15.2	39.4	169.9	2.6	44.6	17.7	0.43
70年代 1970s	高原506 Plateau 506	8.6	5.8	8.5	14.9	43.2	184.5	2.9	46.1	18.6	0.46
	青春23号 Qingchun 23	8.1	5.3	8.4	14.6	40.2	162.5	2.8	49.6	20.2	0.40
	晋2148 Jin 2148	6.8	4.7	8.5	14.8	40.9	148.1	2.7	45.8	15.6	0.44
	高原338 Plateau 338	6.3	4.8	9.3	15.3	40.4	142.5	2.5	44.1	14.7	0.43
	平 均 Mean	7.5	5.2	8.7	14.9	41.2	159.4	2.7	46.4	17.3	0.43
80年代 1980s	青农524 Qingnong 524	7.0	4.7	8.5	15.1	37.3	132.7	2.5	50.8	15.3	0.46
	绿叶熟 Lüyeshu	8.4	4.5	9.3	16.7	49.5	191.5	3.0	43.8	18.2	0.46
	辐射阿勃 Radiated Abbondanza	7.9	4.9	9.8	16.2	46.2	190.8	2.8	41.2	18.3	0.43
	平 均 Mean	7.8	4.7	9.2	16.0	44.3	171.7	2.8	45.3	17.3	0.45

表2 各品种植株性状的差异(厘米)

Table 2 Differences of plant characters in various cultivars (cm)

品 种 Cultivar	株 高 Plant height	穗下节间长度 Peduncle length	倒二节间长度 below ear Length of 2nd internode	倒三节间长度 below ear Length of 3rd internode	倒四节间长度 below ear Length of 4th internode	倒五节间长度 below ear Length of 5th internode	倒六节间长度 below ear Length of 6th internode	茎 秆 直 径 Stem diameter	茎 壁 厚 度 Thickness of stem wall
50年代 1950s	小红麦 Xiaohongmai	126.4	43.3	30.1	20.1	15.3	8.0	0.37	0.026
	一支麦 Yizhimai	111.5	41.7	25.3	18.1	11.7	3.7	0.1	0.37
	碧玉麦 Biyumai	115.0	54.8	26.6	15.0	8.6	1.4		0.39
	平 均 Mean	117.6	46.6	27.3	17.7	11.9	4.4	0.03	0.38
60年代 1960s	南大 2419 Nanda 2419	100.7	45.0	26.4	13.4	6.6	0.7		0.41
	欧 柔 Orofen	100.6	40.9	26.0	13.9	8.4	3.2	0.06	0.41
	青春 5 号 Qingchun 5	108.6	43.1	26.1	15.6	10.1	4.4	0.3	0.42
	阿 勃 Abbondanza	102.6	35.0	27.3	16.6	10.4	3.7	0.03	0.43
	平 均 Mean	103.1	41.0	26.5	14.9	8.9	3.0	0.1	0.42
70年代 1970s	高原 506 Plateau 506	89.6	39.4	20.5	11.2	7.6	2.3	0.06	0.43
	青春 23 号 Qingchun 23	116.0	55.8	25.7	15.3	8.6	2.2		0.44
	晋 2148 Jin 2148	101.8	44.5	22.9	14.2	8.5	3.1	0.06	0.42
	高原 338 Plateau 338	75.6	34.8	17.5	9.1	4.7	0.2		0.46
	平 均 Mean	95.8	43.6	21.7	12.5	7.4	2.0	0.03	0.44
80年代 1980s	青农 524 Qingnong 524	87.8	37.4	24.2	12.0	5.5	0.2		0.45
	绿叶熟 Lüyeshu	93.2	40.7	21.6	12.2	7.3	2.1		0.42
	辐射阿勃 Radiated Abbondanza	104.3	46.1	24.3	14.1	7.7	2.2	0.1	0.41
	平 均 Mean	95.1	41.4	23.4	12.8	6.8	1.5	0.03	0.43

表3 各品种剑叶性状的差异

Table 3 Differences among the cultivars in flag leaf characters

性 状 Character	50 年代 1950s				60 年代 1960s				
	小红麦 Xiaohongmai	一支麦 Yizhimai	碧玉麦 Biyumai	平 均 Mean	南 大 2419Z	欧 柔 Orofen	青春 5号 Qingchun 5	阿 勃 Abbondanza	平 均 Mean
剑叶光合速率[毫克/ (分米 ² ·小时)] Photosynthetic rate [mg/(dm ² ·h)]	19.8	17.4	17.3	18.2	15.8	16.1	14.1	15.8	15.5
剑叶长度(厘米) Flag leaf length (cm)	28.6	34.3	24.4	29.1	25.7	25.7	33.5	35.6	30.1
剑叶宽度(厘米) Flag leaf width (cm)	1.6	1.9	1.8	1.8	1.6	2.0	2.2	2.1	2.0
剑叶面积(厘米 ²) Flag leaf area (cm ²)	38.1	54.3	36.6	43.0	34.3	42.8	61.4	62.3	50.2
性 状 Character	70 年代 1970s					80 年代 1980s			
	高 原 506 Plateau 506	青春 23号 Qingchun 23	晋 2148 Jin 2148	高 原 338 Plateau 338	平 均 Mean	青 农 524 Qingnong 524	绿 叶 熟 Luyeshu	辐 射 阿 勃 Radiated Abbondanza	平 均 Mean
剑叶光合速率[毫克/ (分米 ² ·小时)] Photosynthetic rate [mg/(dm ² ·h)]	16.1	13.4	14.8	15.2	14.9	15.5	18.2	17.2	17.7
剑叶长度(厘米) Flag leaf length (cm)	25.4	28.8	23.8	25.3	25.8	27.1	22.8	33.3	27.7
剑叶宽度(厘米) Flag leaf width (cm)	2.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	2.3	1.7	2.0
剑叶面积(厘米 ²) Flag leaf area (cm ²)	42.3	52.8	43.6	46.4	46.3	45.2	43.7	47.2	45.4

合速率仅低于地方品种小红麦居第2位,而单株籽粒产量第3位,说明通过定向培育,完全有可能将高光合性状与高产结合起来,培育出具有高光合性状更高产品种,这与Tsunoda. S (1987)对现代品种研究结果一致。

5. 生育期的变异

不同年代间春小麦的各生育期间天数各不相同(表4),其中出苗到抽穗天数,以50年代为基数,分别少7天、11.9天和11天;而抽穗到腊熟的时间却各多3天、5.7天和2.4天。出苗到腊熟的全生育天数,由131天逐渐缩短到120天,平均每10年缩短3.7天。春小麦营养生长期的缩短,生殖生长期的延长,正是青海高原条件下春小麦高产的重要因素之一。高原地区小麦抽穗后,气候处于光合作用的适宜范围,基本没有致害高温出现,且光照较充足,昼夜温差大,有利于小麦光合物质生产和储存而形成大穗大粒。

表4 各品种生育期的差异

Table 4 Differences of growth periods in various cultivars

品 种 Cultivar		出苗期 (日/月) Emerging (Day/ Month)	抽穗期 (日/月) Earing (Day/ Month)	腊熟期 (日/月) Wax ripe (Day/ Month)	出苗至抽 穗天数 Days from emerging to earing	抽穗至腊 熟天数 Days from earing to wax ripe	全生育天数 Growth period
50 年 代 1950s	小红麦 Xiaohongmai	15/4	30/6	26/8	76.0	57.0	133.0
	一支麦 Yizhimai	15/4	30/6	27/8	76.0	58.0	134.0
	碧玉麦 Biyumai	16/4	24/6	20/8	69.0	57.0	126.0
	平均 Mean				73.7	57.3	131.0
	南大 2419 Nanda 2419	16/4	20/6	18/8	65.0	59.0	124.0
60 年 代 1960s	欧柔 Orofen	16/4	18/6	16/8	63.0	59.0	122.0
	青春 5 号 Qingchun 5	17/4	24/6	26/8	68.0	63.0	131.0
	阿勃 Abbondanza	17/4	27/6	26/8	71.0	60.0	131.0
	平均 Mean				66.7	60.3	127.0
70 年 代 1970s	高原 506 Plateau 506	16/4	17/6	17/8	62.0	61.0	123.0
	青春 23 号 Qingchun 23	17/4	20/6	24/8	64.0	65.0	129.0
	晋 2148 Jin 2148	16/4	16/6	20/8	61.0	65.0	126.0
	高原 338 Plateau 338	16/4	15/6	15/8	60.0	61.0	121.0
	平均 Mean				61.8	63.0	124.8
80 年 代 1980s	青农 524 Qingnong 524	17/4	16/6	15/8	60.0	60.0	120.0
	绿叶熟 Lüyeshu	16/4	18/6	17/8	63.0	60.0	123.0
	辐射阿勃 Radiated Abbondanza	16/4	20/6	18/8	65.0	59.0	124.0
	平均 Mean				62.7	59.7	122.3

(二) 不同年代品种性状的变异程度

以 50 年代品种各性状均值为基数,与相应性状均值的比值,表示其变异程度,大致分为 3 种类型:(1)单株粒重,单株粒数,主穗粒数,小穗粒数,千粒重,收获指数,倒二节间

表5 不同年代品种各性状变异程度

Table 5 Characteristic variations of various cultivars in the different decades

性状 Character	株高 Plant height	穗节间长度 Peduncle length	茎秆直径 Stem diameter	茎壁厚度 Thickness of stem wall	有效穗数 Effective spikes	穗长 Spike length	结实小穗数 Fertile spikelets	主穗粒数 Kernels/main spike
50年代 1950s	100	100	100	100	100	100	100	100
60年代 1960s	87.7	88	110.5	107.7	71.8	90.7	98.1	103.7
70年代 1970s	81.5	93.6	115.8	119.2	73.2	89.7	96.1	108.4
80年代 1980s	80.9	88.8	113.2	107.7	66.2	94.8	103.2	116.6

性状 Character	小穗粒数 Kernels/spikelet	单株粒数 Kernels/plant	单株粒重 Grain weight/plant	千粒重 1000 kernel weight	生物学产量 Biomass/plant	收获指数 Index of harvest	光合速率 Photosynthetic rate	剑叶面积 Flag leaf area
50年代 1950s	100	100	100	100	100	100	100	100
60年代 1960s	108.3	107.8	119.4	113.2	90.4	138.7	85.2	116.7
70年代 1970s	112.5	101.1	121.0	117.8	87.8	138.7	81.9	107.7
80年代 1980s	116.7	108.9	125.8	115.0	87.8	145.2	93.4	105.6

直径和茎壁厚度等性状呈增长趋势。(2)株高,穗下节间长度,有效穗数,穗长,生物产量等性状出现下降趋势。(3)变异不稳定的性状是结实小穗数,变异范围在96.1—103.2%之间(表5)。

三、结 语

通过青海高原灌区50至80年代初14个春小麦品种试验结果表明:

(1)春小麦籽粒产量,主穗粒数和小穗粒数随着品种的更替逐步提高,籽粒产量的提高主要是通过穗粒数的增加,而穗粒数的增加又主要是由于小穗粒数的不断增长,其次是收获指数和千粒重的大幅度增长,三者共同作用的结果,使籽粒产量逐步提高。

(2)植株高度明显下降,倒二节直径和茎壁厚度增加。

(3) 剑叶面积增加,叶片形态由窄长向宽短发展,光合速率由高变低然后再回升。

(4) 全生育期随营养生长期的减少而缩短,但生殖生长期延长。

(5) 各种性状变异程度中,呈正效应变异值最大的是收获指数,变异幅度为 138.7—145.2%,其次单株粒重,千粒重,茎秆直径,小穗粒数,主穗粒数和茎壁厚度等。负效应值最大的是有效穗数,变异幅度为 66.2—73.2%,其次为株高、生物产量和穗下节间长度等。

上述变化过程说明,为了适应高原灌区春小麦栽培管理水平(主要是增加施肥量和改善灌溉条件)的不断提高,育种目标由高秆细茎、剑叶窄长;营养生长期长而迟熟;单株生物产量高而收获指数低的类型,向半矮秆、壮茎的形态特征;剑叶短宽、叶面积大,光合速率高的高光合性能;较短营养生长期结合较长生殖生长期而早熟的高原生态型、高产型转变。

在青海高原耕地面积逐趋减少,人口不断增加以及饲料、工业用粮增加的情况下,今后春小麦育种的首要目标是高产,从青海高原灌区的生态条件和生产水平出发,需要培育两种类型的高产品种:一是高、中产兼用型品种,在青海黄河、湟水流域较好的栽培条件下,单产 500—600 公斤,条件较差时也能稳产 400 公斤以上,这一类型品种不仅适应于一般高产栽培条件,而且还有利于中产田向高产田转变,目前广大农村实行联产承包的情况下,高、中产型品种很受欢迎,因为水肥充足时,不易倒伏而高产,水肥受到限制时也能得到较好收成;二是高产型品种,在青海柴达木盆地较好的栽培条件下,单产 600 公斤以上,高的超过 1 000 公斤,高产型品种的培育,有利于高原地区春小麦育种水平的进一步提高,促进高产小麦生产向更高的方向发展。

高产品种的选育,可在现有主穗粒数,千粒重的基础上,稳定株高和有效穗数,适当提高千粒重,着重增加穗粒数,培育苗期生长旺盛,后期不易早衰,抗病和适应性强的穗大粒高产型新品种。

参 考 文 献

- 祁连雨,1984,春小麦育种与其品种演变,中国农业科学,(2)34—39。
农牧渔业部编,1986,中国农业年鉴,农业出版社,182。
刘振业、刘贞琦,1984,光合作用的遗传与育种,贵州人民出版社,148。
吴兆苏、魏燮中,1984,长江下游地区小麦品种更替中产量及有关性状的演变与发展方向,中国农业科学,(3)14—21。
青海省农林厅种植业区划组,1985,青海省种植业区划,青海人民出版社,35—36。
青海省农林科学院情报资料室编,1977,春小麦丰产规律研究资料选编,青海人民出版社,8—9。
青海省农林科学院主编,1983,青海省农作物品种志,青海人民出版社,3—4。
Tsunoda, S. 1978, Adaptive differentiation in photosynthetic properties in wheat, *Proceedings of the 5th International Wheat Genetics Symposium*, 916—922.

A STUDY ON CULTIVAR EVOLUTION AND VARIATION OF AGRONOMIC CHARACTERS IN SPRING WHEAT ON THE QINGHAI PLATEAU

Jiang Deheng

(Northwest Plateau Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Xining)

Fourteen spring wheat cultivars for the irrigated regions on the Qinghai Plateau from the 1950's to the early 1980's were employed. The results were as follows:

1. Grain yield, kernels of main spike and kernels of spikelet have been increased decade by decade. Grain yield was increased mainly by the increase of kernels of main spike and secondly by the great increase of harvest index and thousand kernel weight. Kernels of main spike was mainly increased by the gradual increase of kernels of spikelet.

2. Flag leaf area has been increased. Leaves become shorter and wider. Photosynthetic rate of flag leaf was decreased and then increased.

3. Plant height was significantly decreased and stalk diameter and thickness of stalk wall were increased.

4. Total growth period was shortened as vegetative growth period was shortened, but reproductive growth period was lengthened.

5. From variation extent of all the characters, harvest index had the greatest positive variation value (138.7—145.2%) and it was followed by kernel weight of plant, thousand kernel weight, stalk diameter, kernels of spikelet, kernels of main spike and thickness of stalk wall. Effective spikes had the greatest negative variation value (66.2—73.2%) and it was followed by plant height, biomass and peduncle length.

The results showed that in order to catch up with the continuous increase of cultivation and management level for spring wheat in the irrigated regions on the Plateau, goals of wheat breeding were changed from an ecological type with high plant height, thin stalk, narrow and long leaf, long vegetative growth period, late maturity, large individual, high biomass of plant and low harvest index to an ecological type with semidwarf, thick stalk, short and wide leaf, high photosynthetic rate, short vegetative growth period, long reproductive growth period, early maturity and high grain yield.

Wheat breeding for the Plateau at present and in the future should be focused on increasing grain yield, kernels of main spike, thousand kernel weight and harvest index and at the same time, considerably control the decrease of effective spikes to develop high yielding cultivars with flourishing seedlings and resistance to early decrepitude, relative tolerance to high temperature and high suitability at late growth period.

Key words: Spring wheat; Cultivar; Evolution