

陇东旱塬地“西峰号”小麦品种遗传基础及育种目标与对策

施万喜

(陇东学院农林科技学院, 甘肃 西峰 745000)

摘 要: 通过分析陇东旱塬自然环境特点、“西峰号”品种遗传基础得出干旱少雨、低温寡照、病虫害是该区冬小麦生产的主要限制因子;白齐麦、山西小白麦、碧蚂 4 号、农大 183 及钱交麦、新乌克兰 83、苏联早熟 1 号、早洋麦三大基因群是当地小麦抗旱、抗寒的遗传基础。结合 6 次小麦品种更新换代的实践,分析提出小麦产量结构模式,旱地品种特征特性和抗旱、抗寒、抗病、优质育种目标,并提出了旱作小麦种质及其评判指标,建议选择当地品种作亲本之一,采用阶梯式杂交,利用逆境定向选择,多元立体鉴定的育种策略。

关键词: 陇东;冬小麦;“西峰号”;品种改良;育种对策

中图分类号: S512.1⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2008)04-0180-05

陇东位于甘肃省东部,常年小麦种植面积 36~40 万 hm^2 ,是甘肃省冬麦主产区之一。不断选育和推广应用新的优良品种,对提高小麦产量、改善小麦品质具有重要作用^[1]。

陇东地区小麦育种始于 1949 年,50 多年来,先后有甘肃省农科院上肖试验站、陇东学院(原庆阳农科所、庆阳农校)、平凉农科所等三所农业科研院(所)从事旱地小麦育种工作。据不完全统计,先后承担和完成了国家、省、地 100 余项小麦育种攻关课题,共培育和推广了 127 个优良小麦新品种,其中,陇东学院育成的“西峰号”小麦新品种达 28 个,占 22.05%。这些新品种的育成和大面积推广应用,实现了该区小麦品种 6 次更新换代,为甘肃省小麦生产发展做出了巨大贡献。为了促进该区小麦生产持续发展,本文根据陇东旱地冬小麦生产影响要素的特点,利用历次品种更换中代表品种“西峰号”的有关资料,就亲本选配的遗传基础和产量结构要素进行分析,并对持续旱作育种途径提出探讨性的意见。

1 陇东旱塬地冬小麦生产影响要素

光、热、水是冬小麦生产的基本气象要素,水分是决定陇东冬小麦生产的关键因素,而低温寡照及病虫害对小麦生产也有着重要影响。

1.1 干旱少雨

陇东属半干旱半湿润雨养农业区,年均降雨量 300~600 mm 左右,小麦全生育期降水不足 300

mm。降水亏缺率为 27.9%~47.7%。且年际间降水时空分布不均,60%左右的降雨量集中在 7~9 月,小麦返青至抽穗需水最多的 3~5 月,降雨更少^[2]。如西峰此期有降水 109.2 mm,仅占同期冬小麦需水量的 43%左右。春旱出现的频率为 23.7%,初夏旱出现的频率为 42.1%,伏旱出现的频率为 36.8%,冬旱出现的频率为 40%,秋旱的频率为 21.1%,干旱年份小麦减产严重。如 1995 年,陇东各地降雨少,土壤墒情极差,整个春季持续干旱,严重影响小麦的生长,产量受到极大影响,庆阳市平均产量仅为 885 kg/hm^2 ,比 1994 年减产达 55%以上。

1.2 低温寡照

冬小麦是耐寒喜光作物,全生育期要求 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温 1 800~2 400 $^\circ\text{C}$ 。据西峰气象站资料,西峰小麦全生育期 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温平均为 2 071.5 $^\circ\text{C}$,光照时数 1 900~2 000 h,光、热能满足冬小麦生长的需求。但由于该区雨热同季,阴雨常造成某一发育阶段(尤其是生殖生长阶段)的光、热不足,同样会导致减产^[3]。此外,本区极端最低气温-19~-24 $^\circ\text{C}$,冬季负积温平均-401.8 $^\circ\text{C}$ 。小麦越冬期长达 100 d,干旱、低温严重威胁小麦安全越冬,常造成大量死苗现象,个别年份或地块越冬死亡率达 50%以上。冬小麦返青至拔节期气温多变,常出现低于-10 $^\circ\text{C}$ 的骤然降温,霜冻危害造成大量叶片枯萎,分蘖死亡。

1.3 病、虫危害

陇东属小麦条锈病偶发区,同时又是我国条锈病自六盘山向西向关中平原传播越夏菌源的“桥梁地带”^[4]。区内地形复杂,具备条锈病菌完成周年感染循环的条件。小麦条锈病在流行年份可减产20%~30%,甚至更多。如1985年由于陇东地区大面积推广品种庆丰1号感锈,冬小麦平均产量为1 020 kg/hm²,比1984年减产46%,仅庆阳市小麦减产达2亿kg,2002年发病面积达17.63万hm²,占冬小麦播种面积的82.9%,减产4 000万kg以上。另外,秋季干旱,温度高,降温迟,春季温度回升快,春旱的年份,由叶蝉、蚜虫导致的红矮病、黄矮病也时有发生,其危害程度仅次于条锈病,一般减产幅度10%~25%。

2 陇东旱塬地冬小麦育种目标

2.1 产量结构

根据目标产量和“西峰号”冬小麦育种实践,产量结构模式:(1)早肥地3 500~5 250 kg/hm²产量结构为:穗数525~600万/hm²,穗粒数25~30粒,千粒重38 g;(2)旱薄地2 250~3 000 kg/hm²产量结构应为:穗数450~525万/hm²,穗粒数25~30粒,千粒重30 g。

2.2 主要特征特性

2.2.1 抗旱、抗寒性 干旱、低温冻害是陇东冬小麦生产的主要灾害,育成品种只有表现抗旱耐冻才能在生产上得到广泛应用,而旱地冬小麦品种的许多形态特征、生物学性状与抗旱性、耐寒性密切相关^[5]。根据陇东学院“西峰号”小麦品种的选育实践,其特征特性是:(1)根系发达,次生根多,入土深,冬前发育快,成熟期不早衰;(2)苗期长势:出苗快,幼苗长势强,返青早;(3)分蘖性强,成穗率高;(4)株高:90~100 cm,株高弹性小,茎秆中粗、坚韧,抗倒伏性能好;(5)叶片细长,多蜡质,叶功能期长,穗叶距大;(6)成穗率较高,小穗多,结实率高;(7)库容弹性好,籽粒饱满,千粒重、容重在丰水年或干旱年变幅小;(8)冬性或强冬性,幼苗匍匐,越冬性强;(9)成熟偏早,抗青干,落黄好。

2.2.2 抗病性 抗病性广泛,综合抗逆性强。除抗条锈病,抗红、黄矮病外,还要有一定的抗白粉病能力。

2.2.3 品质 籽粒含蛋白质14%以上,赖氨酸0.4%以上,并重视专用加工品质性状的选择。在重点选育适宜加工型优质面条、馒头专用中筋品种的同时,加强选育蛋白质含量>15%,沉淀值>45 ml,

湿面筋含量>35%,稳定时间>10 min的强筋类品种。

3 “西峰号”小麦品种亲本选配的遗传基础分析

3.1 三大基因群的特点

地方品种白齐麦、山西小白麦、蚂蚱麦的共同特点是抗旱、抗寒、耐瘠薄,分蘖力强、早熟、适应性广,具有一定的丰产性,缺点是不抗病、植株高,抗倒伏性差,产量潜力小。这类基因群是主要的抗旱(寒)亲本。新乌克兰83、苏联早熟1号、早洋麦等外引材料抗病(尤其上条锈病),兼具耐寒、旱和瘠薄,但晚熟,是主要的抗病材料;早期育成品种碧蚂4号、农大183等多穗、丰产、抗病、抗倒伏性好,是重要的农艺亲本。利用这些材料的不同特点,通过性状互补,选配多样化组合,育成的新品种在历次小麦品种更新换代中发挥了重要作用。

3.2 抗旱性遗传基础

对小麦品种进行系谱分析,可以对主要性状的来源有比较全面的认识^[6]。中国农科院品种资源所胡荣海先生、山西小麦所乔蕊清副研究员,对58份抗旱品种进行系谱分析,认为国内抗旱资源来源于3大系统,即陕西蚂蚱麦系、山西平遥小白麦系和两者相互杂交的衍生系。作者通过整理,列出了“西峰号”小麦品种的系谱(图1)。对“西峰号”系列品种进行系谱分析结果也与此观点吻合,所不同的只是在这些品种中,又重新组合进了地方品种白齐麦的抗旱基因。如济南2号、北京8号、昌乐5号,从系谱分析得知,其抗旱性均来源于蚂蚱麦;西峰1号是外引杂交麦与当地农家品种白齐麦直接杂交选育而成,显而易见,其抗旱性直接来源于地方抗旱品种白齐麦;西峰16号的抗旱性则来源于山西平遥小白麦;属旱薄类型的冬小麦品种庆选27号和西峰18号、西峰19号、西峰20号的抗旱性来源于蚂蚱麦和小白麦的多次重组衍生系。地方性抗旱品种白齐麦参与杂交选育出的冬小麦品种,除甘麦4号外还有庆选15号、西峰9号和庆丰1号。庆丰1号的抗旱性来源又多了山西平遥小白麦,即有两个蚂蚱麦的衍生品种和一个小白麦的衍生品种相互杂交的后代,再与白齐麦的衍生品种杂交重组,因此庆丰1号的抗旱性及其它综合性状,除不抗条锈病外均非常好,是庆阳地区旱地小麦生产中的“功勋品种”之一,大面积种植达十余年,年最大种植面积超7万公顷,在陇东地区冬小麦生产中发挥了十分重要的作用。

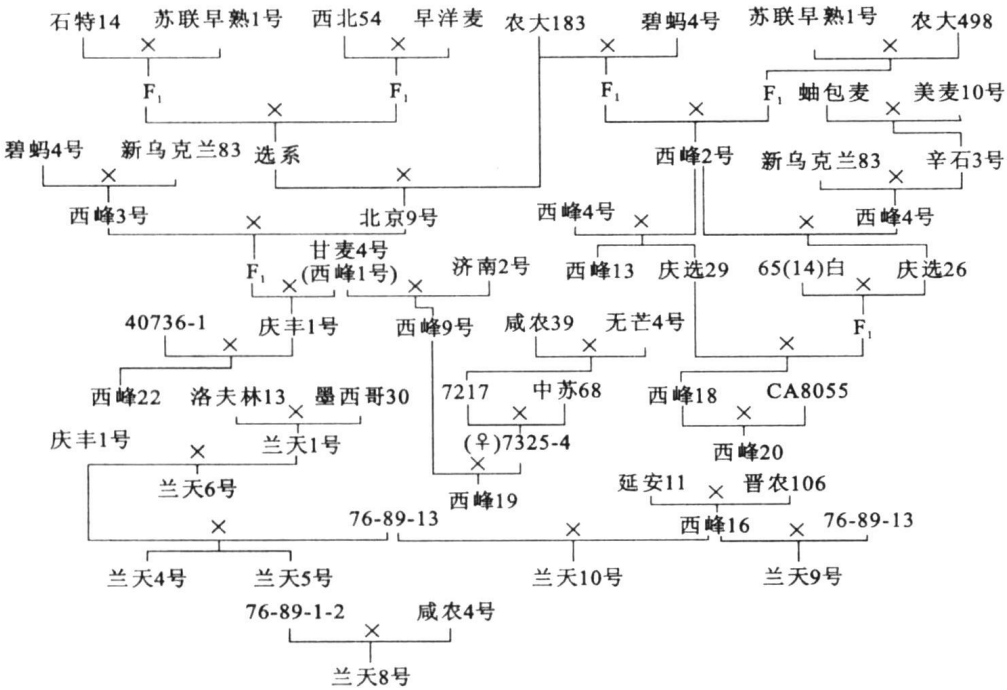


图 1 “西峰号”小麦品种系谱

Fig.1 Wheat familytree of “Xifeng symbol”

3.3 抗病性遗传基础

钱交麦丰产，抗病、抗旱、耐寒、广适性较强，但表现晚熟；20 世纪 50 年代原庆阳农科所用早熟、适应性好的地方良种白齐麦做父本与之杂交育成了西峰 1 号，该品种早熟、抗病、耐瘠、丰产，成为第二次品种更新的主体品种之一，以此为亲本，先后育成了西峰 9 号、庆选 15 号，为第三次品种更新换代提供了新的品种支撑。以西峰 3 号（碧蚂 4 号/新乌克兰 83 的后代）与北京 9 号杂交的子三代与西峰 1 号杂交，育成的庆丰 1 号，抗红、黄矮病，耐条锈，丰产、广适性好，成为第三次品种更新的主体品种和陇东地区种植面积最大、时间最长的“功勋品种”。显然其抗病基础来源于钱交麦（西峰 1 号）和新乌克兰 83（西峰 3 号）。

3.4 系谱组成和亲本选配模式

综上分析，“西峰号”小麦品种的遗传基础主要包含了地方品种白齐麦、山西小白麦，早期育成品种碧蚂 4 号、农大 183 等以及国外种质钱交麦、新乌克兰 83、苏联早熟 1 号、早洋麦三大基因群。其亲本选配中大体有 6 种主要类型：钱交麦/地方良种，钱交麦/早熟品种，钱交麦及其衍生物/北京品种，北京品种/抗锈类型，延安品种及济南 2 号的改造，洛类品种的利用。

4 陇东旱塬地小麦品种产量结构要素分析

4.1 品种改良回顾

解放初期，陇东地区小麦生产上主要以红芒麦、白芒麦、红秃子、白秃子、白齐麦、红齐麦等农家品种为主，这些品种耐寒、抗旱、耐瘠、抗晚霜冻能力很强，产量约 900 kg/hm²。农家品种的评选解决了当时小麦生产用种的问题，对提高小麦产量起到明显作用。但是随着栽培管理水平的提高，这些农家品种渐渐适应不了生产发展的需要而被淘汰。

1955 年以后，引进鉴定出改良种碧蚂 1 号、农大 36、农大 183 等品种，表现良好，成为该时期的主要推广品种，也完成了陇东地区第一次冬小麦良种更换。

1964 年条锈病大流行，以西峰 1 号、西峰 9 号、济南 2 号、庆选 15 号等为代表的抗锈、抗旱、耐冻、综合性状好的优良品种面积迅速扩大，构成了本区小麦第二次更换。这次更换周期从 60 年代中期开始到 70 年代末，历时较长。

1977 年育成庆丰 1 号、平凉 21，引进中 11—7 应用于生产，因其具有丰产、抗病、抗倒、适应性强等优点，1983 年面积迅速扩大到 18.3 万 hm²，并辐射到周边的宁夏、延安等地，成为第三次品种更换的主体品种。

1985 年条锈病又一次大流行,庆丰 1 号、平凉 21、引进中 11-7 等严重感染,当年小麦大为减产,随后种植面积锐减。西峰 16 号、晋农 134、平凉 37、清农 4 号、长武 131 等品种选育成功,这些品种表现抗(耐)条锈、抗旱、抗寒、丰产稳产,经受了生产上多种灾害的考验,为新的品种布局奠定了基础。

90 年代中后期,条中 29、洛 10-3 等新的条锈菌生理小种出现,使西峰 16 号等品种抗锈性丧失,面积很快下降,代之而起的是多品种共存的局面。这一时期的代表品种有西峰 18 号、西峰 20 号、西峰 23 号、平凉 38、长武 134、兰天 4 号等,它们共同的特点是综合抗逆性强,丰产、稳产性好,适应性广,构成了第五次品种更新的主体。

21 世纪初,随着农业生产的发展,对小麦品种提出了新的要求。一方面要继续提高小麦产量,保证粮食安全;另一方面要不断改良品质,大力发展优

质专用小麦,以适应市场需求,实现农业产业化,提高农民收入^[7]。在这种形势下,随着育种目标的调整,目前正推广种植西峰 24 号、西峰 26 号、西峰 27 号、西峰 28 号、兰天 10 号、兰天 16 号、平凉 42 等优质丰产品种,实现了第六次小麦品种更换。

4.2 陇东旱塬地小麦品种产量结构要素分析

由表 1 陇东地区不同年代代表品种的产量性状比较结果可以看出,新育成品种在不同年代产量持续提高,20 世纪 90 年代比 80 年代产量提高了 19.98%,比 50 年代提高了 55.27%,但进入 90 年代末,小麦产量稳中有降(-2.56%),小麦育种处于艰难的爬坡阶段。究其原因,除全球气候变化导致干旱、冻害等自然灾害明显增多外,育种材料匮乏,研究经费减少,生产水平提高,品质明显得到重视,产量性状没有重大突破也是重要原因。这更进一步显示了陇东地区小麦产量低而不稳的特点。

表 1 不同年代小麦品种产量结构性状的比较
Table 1 Coefficient of variation of the main characters

项目 Items	年 代 Decade					
	50	60	70	80	90	近期 Recent years
产量(kg/hm ²) Yield	2794.00	3007.50	3329.25	3616.40	4339.22	4228.23
成穗数(10 ⁴ /hm ²) Effective spikes	618.0	577.5	535.50	504.15	570.26	550.62
穗粒数(个) Grains per spikes	19.5	21.2	25.39	28.03	32.60	27.60
千粒重(g) TGW	25.20	26.50	30.75	30.94	34.50	39.60
收获系数 Harvest coefficient	0.209	0.228	0.289	0.299	0.315	0.345
株高(cm) Height of plant	125.2	124.4	115.1	107.5	102.8	97.6

注:20 世纪 50 年代代表品种碧蚂 1 号,60 年代代表品种庆选 15,70 年代代表品种庆丰 1 号,80 年代代表品种西峰 16 号,90 年代代表品种西峰 20 号,近期代表品种西峰 24 号。

Note: Bima No. 1 is regarded as the representative of the varieties of 1950s, Qingxuan 15 as that of 1960s, Qingfeng No. 1 as that of 1970s, Xifeng No. 16 as that of 1980s, Xifeng No. 20 as that of 1990s, Xifeng No. 24 as that of recent years.

从籽粒产量构成因素来看,不同年代育成品种成穗数一直保持在较高水平,随着水肥条件的不断提高,略有下降。可见,单位面积有效穗数是陇东地区冬小麦产量三要素的主导因素。穗粒数的变化趋势和成穗数基本一致;千粒重不断提高,近期比 20 世纪 90 年代产量提高了 14.78%,比 50 年代提高了 57.14%。从物质生产转移特性来看,新品种的收获系数显著提高,近期比 90 年代产量提高了 9.5%,比 50 年代提高了 65.07%。这与株高降低有关(见表 1)。显然,收获系数的提高是不同年代冬小麦新品种产量提高的主要来源。

Mc Ewan and Cross 认为^[8]产量的进一步提高取决于生物产量和收获系数的协调增长,这一观点为大多数学者所赞同。从本文的分析来看,陇东地区冬小麦的收获系数距小麦最高产量潜力的收获系

数 0.50 差距较大,因此还有一定的潜力可挖。特别是如何提高生物学产量是值得深入研究和思考的问题。

5 持续旱作育种途径与对策

5.1 持续旱作小麦种质及其评判指标的选定

种质资源是育种的物质基础,一个优良的种质资源,往往可以育成多个品种,目前小麦育种中出现的一些困难在一定程度上是由于缺乏理想的亲本材料所致^[7],因此要在旱地小麦育种上实现突破,就必须加强种质资源的筛选、创新、研究和利用。根据我们旱地育种多年的体验,持续旱作小麦种质应具备:一是丰产、抗旱、耐寒等基因集团配比成相互协调的群体结构;二是随自然降水变化具有较强的产量、株高等性状的调整能力;三是对旱作信息的适应

性反馈。具体的评判指标是:粒库弹性小、株高稳定性强、有机养料转化率高、综合抗逆(病、虫、旱、寒)性强。

5.2 选择适应当地生态条件的品种作亲本之一

选择对当地旱作生态条件有较强适应性的具有地方品种血缘关系的当地品种或推广品种作亲本之一是育种成功的关键。这类品种对当地自然条件有很强的适应性,再与优点多、缺点少,而且优缺点又能互补的其他材料杂交,容易育成新品种^[1]。如 20 世纪 70 年代种植的主体品种西峰 1 号就是以适应性强的美国钱交麦与当地农家品种白齐麦杂交选育而成。而西峰 9 号、庆选 15 号又是当地推广种西峰 1 号与引进推广的山东济南 2 号杂交选育而成。20 世纪 80 年代初种植的主体品种庆丰 1 号又是甘麦 4 号与西峰 3 号和北京 9 号杂交的子三代杂交育成。90 年代大面积种植品种西峰 20 号是当地推广种西峰 18 号与从北京引进的 CA8055 品系杂交育成。近期育成的庆农 4 号、庆农 5 号、庆农 6 号、陇育 215 均含有庆丰 1 号亲缘。

5.3 采用阶梯式杂交,合理利用杂种后代组配组合,实现优良基因的重组

在组配方式上以综合性状较好的推广品种为骨干,根据育种目标及骨干亲本的优、缺点分别与亲缘较远且具有目标性状的材料阶梯式杂交^[5],以实现优良基因的转移、互补、积累,扩大杂种后代的遗传基础。如庆丰 1 号就是用西峰 3 号(碧蚂 4 号/新乌克兰 83 的后代)与北京 9 号(抗旱、早熟、多穗)杂交的子三代作母本,再与西峰 1 号杂交选育而成的。这样的系谱组成,既扩大了杂交后代的遗传基础(包括来自不同地区、不同亲缘关系的亲本),又保证了育成品种的丰产、稳产性,较好地实现了遗传异质性与品种丰产、稳产性的统一,成为陇东地区 20 世纪 70 年代的“功勋品种”。

5.4 充分利用逆境进行杂种后代的定向选择

较好的综合抗逆性是保证旱作品种稳产的基础,要充分利用各种逆境来鉴定、选拔杂种后代^[2]。对抗旱性的选择,田间要抓住严重干旱时机,观察叶片萎蔫程度和恢复状况。选择恢复速度快、单株分

蘖强、成穗多、下部黄叶少、叶片功能期长,在丰水年份和枯水年份千粒重、株高稳定性好,变异系数小,籽粒饱满,抗旱系数大。抗寒性的选择,在冬季严寒和早春冻害后观察叶片冻枯程度,越冬率高,冻害轻,抗寒好。落黄好坏是根系活力强弱,碳、氮代谢是否正常等一系列生理特性的综合表现^[6],每年应在灌浆后期多次进行观察评选,特别是后期高温或发生青干时的选择。但对抗逆性的选择强度要把抗性和耐性结合起来考虑,以是否影响产量为标准,早代宜宽,高代宜严。既要考虑抗旱、抗寒能力,也要注意对病、虫、干热风、倒伏等的抗(耐)性。

5.5 新品系的多元立体鉴定

陇东旱地生态条件复杂,自然灾害种类多,培育广适性强的新品种对该区小麦持续稳定增产尤为重要。采用新品系多元立体鉴定,可缩小新品系区域试验中表型与生产实践的差别。在品系性状鉴定中,增加抗旱系数、肥力反应、耐条锈性等新的鉴定项目,并逐步进入常规鉴定程序。适应性鉴定除多重重复的鉴定、品种比较试验和区域试验外,增加一年多点和多生态区的地区测验内容,并增加鉴定强度,提高育种效率。

参 考 文 献:

- [1] 庄巧生. 中国小麦品种改良及其系谱分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2003. 72—75.
- [2] 张旭东, 柯晓新, 杨兴国, 等. 甘肃河东小麦需水规律及其分布特征[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(1): 39—44.
- [3] 郭海英. 陇东黄土高原冬小麦生产农业气象要素分析[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(2): 123—126.
- [4] 曹 宏, 兰志先. 试论陇东小麦条锈病发生原因与防治对策[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(3): 144—147.
- [5] 张天真. 作物育种学总论[M]. 北京:中国农业出版社, 2003. 87.
- [6] 庄巧生, 杜振华. 中国小麦育种研究进展[M]. 北京:中国农业出版社, 1996. 128.
- [7] 周祥椿, 杜久元, 尚勋武. 甘肃省小麦品种的现状及对今后育种工作的思考[J]. 甘肃农业科技, 2000, (2): 3—7.
- [8] Demeke, T. Wheat polyphenol oxidase: Distribution and genetic mapping in three inbred line population[J]. Crop Science, 2001, 41: 1750—1757.

(英文摘要下转第 195 页)

Analysis of wheat quality of Longdong loess plateau area

LIU Zi-cheng¹, YANG Xiao¹, XIE Hui-min²

(1. Longdong University, Science and Technology Institute of Agriculture and Forestry, Qingyang, Gansu 745000, China;
2. College of Agronomy, Northwest A & F University, Yangling, Shanxi 712100, China)

Abstract: By determining the trait of the 23 kinds of winter wheat which were cropped in the dry agricultural area of Longdong loess plateau in 1989~2005 and each of which used the 3-year-testing mixed material gained from the testing farm of Longdong University in 2004~2006 and comparing the testing mean value with the one of the country's wheat trait. The conclusion is drawn that the trait of winter wheat in this area is better and the proteid, wet gluten and sedimentation value are higher than the whole country's average level. Considering the condition of ecological environment for the winter wheat, the following measures are put forward: to exert the ecological advantages and to determine the main thrust; to strengthen the breeding of fine quality breeds; and to drive the general breeds by the strong tendon breeds.

Key words: quality; ecological condition; wheat; loess plateau

(上接第 184 页)

The wheat variety Xifeng Symbol's seed hereditary foundation and its breeding objectives and countermeasures for rain-fed land in east Gansu Province

SHI Wan-xi

(College of Agriculture and Forestry, Longdong University, Xifeng, Gansu 745000, China)

Abstract: This paper studied the natural environment characteristics of the east area of Gansu Province and Genetic Basis of "Xifeng symbol" wheat variety. The results showed that the main restricted factor of winter wheat production were drought, low temperature and less sunshine, insect pest. Drought-resistance and cold-resistance of the main cultivated varieties' hereditary basis contain the three major gene groups which include local variety Baiqi wheat, Shanxi Xiaobai wheat, Bima 4, Agricultural University No. 183, and Qianjiao wheat, new Ukraine No. 83, early-maturing No. 1 of Russian, Zaoyang wheat. This paper analyzes regeneration of six breeding practice. It puts forward the model of wheat yield structure, the characteristics of dry-land varieties and the objectives to breed new varieties with drought-resistance, cold-resistance, disease-resistance and high quality. It also introduces the breeding strategies such as judge standard of wheat germplasm, carrying out stair hybridization, choosing local varieties as parents, using directional selection in adverse circumstances, diversifying the identification and selection methods.

Key words: Longdong; winter wheat; "Xifeng symbol"; improved variety; breeding strategy