

热带亚热带玉米杂交种产量性状与云南立体生态环境互作分析

蒋辅燕¹, 徐春霞^{1,2*}, 陈洪梅^{1*}, 张培高¹, 汪燕芬¹, 姚文华¹, 罗黎明¹, 王晶¹

(1. 云南省农业科学院粮食作物研究所, 云南昆明 650205; 2. 云南田瑞种业有限公司, 云南昆明 650214)

摘要 利用7个CIMMYT亚热带玉米自交系与1个热带Suwan1优良自交系杂交, 产生7个杂交组合, 分别种植于云南19个不同的气候环境区域并进行鉴定。结果表明, 各试点产量由高到低依次为宣威、石林、昭阳、昭通、楚雄、保山、大理、大姚、沧源、文山、墨江、曲靖、陇川、怒江、砚山、广南、普洱、会泽、德宏; 各杂交组合在所有试点平均产量表现依次为 YR806、YR803、YR801、YR805、对照(CK)、YR802、YR807、YR804、YR806(Suwan1×REC) 高产性和稳产性表现最好, 说明“Suwan1×REC”为较有利用潜力的杂优模式; 所有杂交组合在石林、宣威、文山和砚山4个试验点表现均比对照品种增产; 各组合在不同生态环境区域产量表现差异显著, 可根据各个生态区域选择适合的品种。

关键词 CIMMYT; 玉米种质; Suwan1; 生态环境

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)14-0029-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.14.008



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Interaction Analysis between Yield Characters of Tropical and Subtropical Maize Hybrids and Stereo-ecological Environment in Yunnan

JIANG Fu-yan¹, XU Chun-xia^{1,2}, CHEN Hong-mei¹ et al (1. Institute of Food Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205; 2. Yunnan Tianrui Seed Industry Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650214)

Abstract Seven hybrid combinations were obtained by hybridization of 7 CIMMYT subtropical maize inbred lines and 1 tropical Suwan1 inbred lines. They were planted in 19 different climatic environments in Yunnan for identification. The results showed that the yield performance of each pilot was in the order of Xuanwei > Shilin > Zhaoyang > Zhaotong > Chuciong > Baoshan > Dali > Dayao > Cangyuan > Wenshan > Mojiang > Qujing > Longchuan > Yanshan > Guangnan > Pu'er > Huize > Dehong. The average yield performance of each hybrid combination in all pilots was in the order of YR806 > YR803 > YR801 > YR805 > CK > YR802 > YR807 > YR804. Among them, YR806 (Suwan1×REC) showed the highest and the most stable yield, showing that “Suwan1×REC” was a hybrid model with good utilization potential. All hybrids showed higher yield than CK at Shilin, Xuanwei, Wenshan and Yanshan experimental sites. The yield performance of each combination was significantly different in different ecological regions, and suitable varieties could be selected according to each ecological region.

Key words CIMMYT; Maize germplasm; Suwan1; Ecological environment

云南地处中国西南边陲(21°8'32"~29°15'8"N, 97°31'39"~106°11'47"E), 地势西北高东南低, 海拔高差异常悬殊。最高海拔为6 740.0 m, 最低海拔仅76.4 m, 海拔高低相差6 600.0 m以上。云南地貌高原波状起伏, 山峡谷相间, 地势阶梯递降, 断陷盆地错落, 江河纵横、湖泊棋布。错综复杂的地理地貌差异造就了云南丰富多彩的立体气候生态环境, 同时也成为各种玉米病虫害滋生的沃土。我国玉米种质基础狭窄早已是玉米育种界的共识, 玉米品种间同质化非常严重。导致玉米产量很难有较大增长。同时抗逆性下降, 存在各种病虫害大面积爆发的潜在危害。Suwan1群体是泰国以包括古巴IJ、古巴Gr、波多黎各Gr1、加勒比硬质综合种、Tiquisate在金黄玉米×加勒比综合种、AmarilloDentado等世界著名种质资源在内的36份优良热带、亚热带和温带种质种群改良而成, 其籽粒商品品质好、抗病虫害强, 抗倒伏, 耐涝、抗旱力强, 具有较高的一般配合力效应^[1-3]。国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)玉米种质具有丰富的遗传多样性, 广泛应用于世界各地, 适应性广、抗逆性强的优点备受玉米育种家的青睐。陈

洪梅等^[3-4]研究表明, Suwan1种质和CIMMYT种质具有较高的一般配合力(GCA), 利用CIMMYT种质改良的我国温带玉米种质与Suwan1种质具有较强的杂种优势。鉴于此, 笔者利用7个CIMMYT优良玉米自交系与1个Suwan1群体选育的优良骨干自交系进行杂交, 将产生的7个杂交组合种植于云南19个不同的气候生态环境区域进行鉴定, 通过对产量性状的测定, 观测各个杂交组合对各生态环境的响应, 选育出适宜各生态区及相似生态区的高产、高抗、优质玉米新品种, 为更好利用CIMMYT玉米种质提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料 选用1个热带自交系TML139为母本, 7个亚热带自交系为父本。前者是从泰国引进的Suwan1群体为基础材料, 经过连续7代自交选育产生的优良自交系。后者来自国际玉米小麦改良中心(CIMMYT), 并经过昆明、砚山、景洪和德宏等不同生态环境区域穿梭育种鉴定选育的玉米自交系(分别编号为: CL01~CL07)。以TML139为母本, 7个亚热带自交系为父本, 于2016年夏季在砚山县基地杂交组配产生7个杂交组合YR801、YR802、YR803、YR804、YR805、YR806、YR807(表1)。

1.2 田间试验设计 试验采用随机区组设计, 2次重复, 每小区4行, 等行距种植, 行长5 m, 行宽0.8 m, 每行种24株, 单株留苗, 种植密度为6万株/hm², 收获小区中间2行测产量, 以当地主推品种为对照(CK)。试验分别种植于文山、曲

基金项目 国家重点研发计划“粮食丰产高效科技创新”专项(2017YFD0300303-5); 国家重点研发计划“七大作物育种专项”专项(2016YFD0101206-2)。

作者简介 蒋辅燕(1987—), 男, 云南丘北人, 助理研究员, 在读博士, 从事玉米遗传育种工作。*通信作者: 徐春霞, 研究员, 硕士, 从事玉米遗传育种工作; 陈洪梅, 研究员, 博士, 从事玉米遗传研究。徐春霞和陈洪梅为共同通信作者。

收稿日期 2020-10-28

靖、昭通等 19 个不同生态气候环境区域(表 2、图 1)。

用 SPSS 16.0 统计软件进行方差分析、多重比较和相关绘图。

1.3 统计分析 采用 Microsoft Excel 2003 对数据进行整理;采

表 1 组合及亲本信息

Table 1 Combination and parent information

组合 Combination	母本 Female parent	类群 Group	父本 Male parent	来源 Source	类群 Group
YR801	TML139	Suwan1	CL01	GLSIY01	热带亚热带
YR802	TML139	Suwan1	CL02	CATETO	热带亚热带
YR803	TML139	Suwan1	CL03	DRB	热带亚热带
YR804	TML139	Suwan1	CL04	P147	热带亚热带
YR805	TML139	Suwan1	CL05	SINTAMTSR	热带亚热带
YR806	TML139	Suwan1	CL06	REC	热带亚热带
YR807	TML139	Suwan1	CL07	P24	热带亚热带

表 2 19 个生态环境区域

Table 2 Nineteen ecological environment regions

试点 Test site	海拔 Altitude m	经度 Longitude °	纬度 Latitude °	气候特点 Climatic feature
保山 Baoshan	1 800	99.10	25.08	山地亚热带季风气候
沧源 Cangyuan	1 400	99.24	23.11	山地亚热带季风气候
楚雄 Chuxiong	1 785	101.54	25.01	亚热带季风气候
大理 Dali	2 019	100.19	25.69	北亚热带高原季风气候
大姚 Dayao	1 870	101.34	25.73	北亚热带高原季风气候
德宏 Dehong	2 500	98.50	24.43	亚热带山地季风气候
广南 Guangnan	1 230	105.07	24.05	中亚热带高原季风气候
会泽 Huize	2 120	103.27	26.41	亚热带高原季风气候
陇川 Longchuan	1 450	97.96	24.33	亚热带季风气候
墨江 Mojiang	1 310	101.41	23.25	南亚热带半湿润山地季风气候
怒江 Nujiang	1 000	98.82	25.97	亚热带山地季风气候
普洱 Pu'er	999	101.03	23.07	南亚热带季风气候
曲靖 Qujing	1 856	103.79	25.51	亚热带高原季风气候
石林 Shilin	1 688	103.29	24.78	亚热带高原山地季风气候
文山 Wenshan	1 589	104.24	23.37	中亚热带季风气候
宣威 Xuanwei	1 960	104.09	26.24	亚热带高原季风气候
砚山 Yanshan	1 589	104.35	23.62	中亚热带季风气候
昭通 Zhaotong	1 950	103.70	29.32	暖温带共存的高原季风立体气候
昭阳 Zhaoyang	1 950	103.72	27.33	暖温带共存的高原季风立体气候

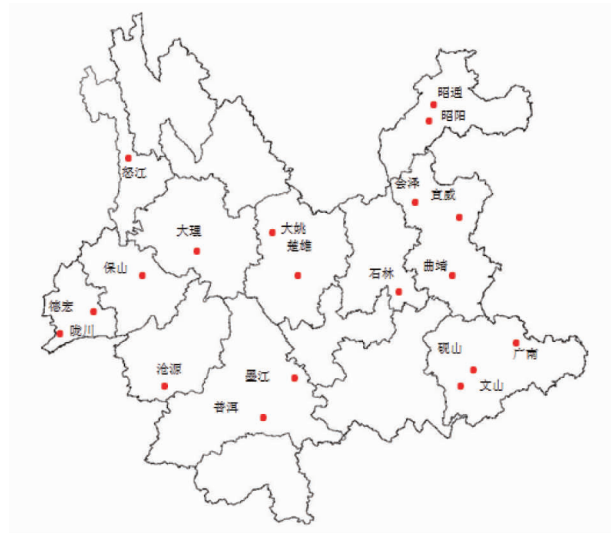


图 1 19 个试验点分布

Fig.1 Distribution of 19 test sites

2 结果与分析

2.1 产量和产量杂种优势分析 产量方差分析结果显示,各组合之间产量差异达极显著水平,各试点之间产量差异达极显著差异水平,重复之间差异不显著。进一步多重比较表明,各试点产量表现水平从高到低依次为:宣威>石林>昭阳>昭通>楚雄>保山>大理>大姚>沧源>文山>墨江>曲靖>陇川>怒江>砚山>广南>普洱>会泽>德宏(表 3、4)。其中宣威、石林和昭阳比其他试点增产达极显著水平。德宏试点产量最低。平均产量 10 500 kg/hm² 以上的试点有宣威、石林、昭阳、昭通、楚雄 5 个试点,比其他试点增产达显著水平。平均产量低于 9 000 kg/hm² 的试点有墨江、曲靖、陇川、怒江、砚山、广南、普洱、会泽和德宏,除文山试点外,比其他试点减产达极显著水平。各组合在所有试点的平均产量从高到低依次是 YR806>YR803>YR801>YR805>对照(CK)>YR802>YR807>YR804。其中 YR806、YR803、YR801、YR805 比对照(CK)增产, YR806 比对照(CK)及 YR805、YR802、YR807、YR804 增产达极显著水平。YR804 在所有试点平均产量最低,比对照(CK)及其他组合减产达极显著水平。

不同组合在各试点局部生态环境区域产量及超标优势表现(表 5),①YR801 在 12 个试点较对照增产,其中会泽试

点较对照(CK)增产最高,达 44.1%,表现出较高的超标优势;增产 20% 以上的试点有 5 个,为会泽、墨江、石林、宣威和砚山;增产 10%~20% 的试点有 3 个,为文山、陇川和楚雄;增产 0~10% 的试点有 4 个,为曲靖、广南、昭阳和德宏。YR801 在 7 个试点较对照减产,其中减产最多的是怒江试点,减产 22.5%,其次是昭通,减产 21.7%,试点减产由高到低依次为怒江、昭通、沧源、普洱、保山、大理和大姚。②YR802 在 11 个试点较对照增产,其中石林试点较对照(CK)增产最高,达 37.6%,表现出较高的超标优势;增产 20% 以上的试点有 2 个,分别为石林和宣威;增产 10%~20% 的试点有 5 个,依次为文山、会泽、沧源、陇川和大姚;增产 0~10% 的试点有 4 个,依次为墨江、砚山、昭阳和广南。YR802 在 8 个试点较对照减产,减产最多的是昭通试点,减产 31.5%,试点减产由高到低依次为昭通、怒江、楚雄、曲靖、普洱、德宏、大理和保山。

表3 不同试点玉米产量的比较

Table 3 Comparison of grain yields in different test sites

序号 Code	试点 Test site	产量 Yield kg/hm ²
1	德宏	6 443.715 aA
2	会泽	6 649.215 aAB
3	普洱	6 733.500 abAB
4	广南	7 410.285 bcABC
5	砚山	7 583.715 cdBC
6	怒江	7 880.910 cdeC
7	陇川	8 239.035 deCD
8	曲靖	8 246.910 deCD
9	墨江	8 415.570 efCD
10	文山	9 053.910 fgDE
11	沧源	9 743.625 ghE
12	大姚	9 833.430 hEF
13	大理	9 887.430 hEF
14	保山	9 889.875 hEF
15	楚雄	10 763.715 iFG
16	昭通	10 900.680 iG
17	昭阳	11 911.965 jH
18	石林	11 944.680 jH
19	宣威	12 056.340 jH

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

表4 不同组合所有试点玉米平均产量的比较

Table 4 Comparison of average grain yields of different combinations at all test sites

序号 Code	组合 Combination	产量 Yield//kg/hm ²
1	YR804	8 137.50 aA
2	YR807	8 964.00 bB
3	YR802	9 070.50 bB
4	YR805	9 126.00 bB
5	YR801	9 436.50 bcBC
6	YR803	9 453.00 bcBC
7	YR806	9 820.50 cC
8	对照(CK)	9 082.50 bB

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

③YR803在 11 个试点较对照增产,其中石林试点较对照(CK)增产最高,达41.6%,表现出较高的超标优势;增产 20%以上的试点有 6 个,为石林、宣威、文山、砚山、德宏和广南;增产 10%~20%的试点有大姚 1 个;增产 0~10%的试点有 4 个,为陇川、墨江、楚雄和沧源。YR803 在 8 个试点较对照减产,减产最多的是昭通试点,减产 19.7%,其次是曲靖,减产 18.6%,试点减产由高到低依次为昭通、曲靖、会泽、大理、保山、昭阳、怒江和普洱。④YR804 只在 5 试点较对照增产,其中砚山试点较对照(CK)增产最高,达 28.1%,增产 20%以上的试点有 3 个,为砚山、宣威和会泽;增产 10%~20%的试点

有 2 个,为文山和石林。YR804 在 14 个试点较对照减产,减产最多的是保山试点,减产 45.4%,其次是昭通,减产 33.0%,试点减产由高到低依次为保山、昭通、普洱、沧源、德宏、大理、曲靖、楚雄、怒江、广南、陇川、昭阳、大姚和墨江。⑤YR805 在 10 个试点较对照增产,其中砚山试点较对照(CK)增产最高,达 34.7%,表现出较高的超标优势,增产 20%以上的试点有 3 个,为砚山、石林和宣威;增产 10%~20%的试点有 4 个,分别为沧源、大姚、昭阳和楚雄;增产 0~10%的试点有 3 个,分别为会泽、文山和墨江。YR805 在 9 个试点较对照减产,减产最多的是普洱试点,减产 29.7%,其次是大理,减产 27.2%,试点减产由高到低依次为普洱、大理、昭通、曲靖、保山、怒江、陇川、广南和德宏。⑥YR806 在 11 个试点较对照增产,其中砚山试点较对照(CK)增产最高,达 39.1%,表现出较高的超标优势,增产 20%以上的试点有 5 个,分别为砚山、文山、广南、宣威和石林;增产 10%~20%的试点有 4 个,分别为楚雄、德宏、大姚和墨江;增产 0~10%的试点有 2 个,分别为大理和会泽。YR806 在 8 个试点较对照减产,减产最多的是昭通试点,减产 15.3%,试点减产由高到低依次为昭通、沧源、曲靖、普洱、怒江、保山、昭阳和陇川。⑦YR807 在 10 个试点较对照增产,其中砚山试点较对照(CK)增产最高,达 41.8%,表现出较高的超标优势,增产 20%以上的试点有 4 个,分别为砚山、石林、广南和德宏;增产 10%~20%的试点有 4 个,分别为文山、宣威、墨江和大姚;增产 0~10%的试点有 2 个,分别为普洱和昭阳。YR807 在 9 个试点较对照减产,减产最多的是怒江试点,减产 35.5%,其次是昭通,减产 33.9%,试点减产由高到低依次为怒江、昭通、曲靖、会泽、楚雄、沧源、大理、陇川和保山。所有组合在石林、宣威、文山和砚山都比对照增产。

2.2 环境适应性及产量稳定性分析 各品种在各试点产量性状 GGE Biplot 分析结果分别列于图 2 和 3。图 2 主要是按照品种与环境的互作来说明各地点产量最高的品种,把各个方向上距离最远的点用直线连接起来,构成了一个四边形,通过中心对 4 条边做 4 条垂线,将双标图分为 4 个扇区,位于四边形顶角的品种是扇区内各环境下产量最高的品种。结果表明,在保山、普洱、楚雄、墨江、沧源、德宏、广南和大姚 YR806 产量表现最好;在文山、砚山、石林和宣威 YR807 产量表现最好;会泽试点 YR804 产量表现最好;其他试点表现最好的是当地对照。图 3 为高产稳产功能图,结果表明 YR806 在高产性和稳产性方面均表现最好;各试点平均产量表现最差的是 YR804;产量稳定性表现最差的是对照(CK),其次是 YR807。

2.3 各组合抗病性分析 表 6 为各组合在 19 个试点大斑病、小斑病、灰斑病和穗粒腐病表现。其中,叶斑病定级标准如下:1 级为叶片上无病斑或仅有少量病斑;2 级为病斑占叶面积少于或等于 5%;3 级为叶片上有少量病斑,占叶面积 6%~10%;5 级为叶片上病斑较多,占叶面积 11%~30%;7 级为叶片上有大量病斑,病斑相连,占叶面积 31%~70%;9 级为全株叶片基本为病斑覆盖,叶片枯死。穗粒腐病定级标准如下:1 级为发病面积占果穗总面积 0~1%;3 级为发病面积

表5 不同组合在各试点产量及杂种优势的比较

Table 5 Comparison of the grain yield and heterosis of different combinations in test sites

试点 Test site	YR801		YR802		YR803		YR804		YR805		YR806		YR807		对照 (CK)
	产量 Yield kg/hm ²	超标优势 Over- standard heterosis ±%	产量 Yield kg/hm ²	超标优势 Over- standard heterosis ±%	产量 Yield kg/hm ²	超标优势 Over- standard heterosis ±%	产量 Yield kg/hm ²	超标优势 Over- standard heterosis ±%	产量 Yield kg/hm ²	超标优势 Over- standard heterosis ±%	产量 Yield kg/hm ²	超标优势 Over- standard heterosis ±%	产量 Yield kg/hm ²	超标优势 Over- standard heterosis ±%	
保山 Baoshan	10 167.0	-9.9	10 753.5	-4.7	9 999.0	-11.4	6 162.0	-45.4	9 426.0	-16.5	10 755.0	-4.7	10 576.5	-6.3	11 283.0
沧源 Cangyuan	8 515.5	-15.8	11 347.5	12.2	10 212.0	1.0	7 786.5	-23.0	11 818.5	16.9	9 253.5	-8.5	8 910.0	-11.9	10 110.0
楚雄 Chuxiong	11 911.5	10.4	8 869.5	-17.8	11 083.5	2.8	9 214.5	-14.6	11 910.0	10.4	12 913.5	19.7	9 424.5	-12.6	10 786.5
大理 Dali	9 979.5	-9.8	9 916.5	-10.4	9 412.5	-14.9	8 886.0	-19.7	8 050.5	-27.2	11 908.5	7.6	98 86.5	-10.6	11 064.0
大姚 Dayao	9 088.5	-1.1	10 113.0	10.1	10 413.0	13.3	8 547.0	-7.0	10 296.0	12.1	10 857.0	18.2	10 168.5	10.7	9 187.5
德宏 Dehong	6 340.5	2.0	5 517.0	-11.2	7 611.0	22.5	4 810.5	-22.6	6 063.0	-2.4	7 368.0	18.6	7 627.5	22.8	6 214.5
广南 Guangnan	7 255.5	6.0	6 859.5	0.2	8 307.0	21.4	5 988.0	-12.5	6 495.0	-5.1	9 000.0	31.5	8 535.0	24.7	6 844.5
会泽 Huize	8 917.5	44.1	7 033.5	13.6	5 208.0	-15.9	7 602.0	22.8	6 783.0	9.6	6 417.0	3.7	5 047.5	-18.5	6 190.5
陇川 Longchuan	9 414.0	14.6	9 094.5	10.7	8 740.5	6.4	7 230.0	-12.0	7701.0	-6.3	8 122.5	-1.2	7 393.5	-10.0	8 218.5
墨江 Mojiang	9 925.5	28.5	8 377.5	8.4	8 107.5	5.0	7 410.0	-4.1	8 122.5	5.1	8 758.5	13.4	8 901.0	15.2	7 725.0
怒江 Nujiang	7 090.5	-22.5	7 215.0	-21.2	8 515.5	-6.9	7 998.0	-12.6	8 475.0	-7.4	8 703.0	-4.9	5 901.0	-35.5	9 151.5
普洱 Pu'er	6 742.5	-9.9	6 252.0	-16.5	7 257.0	-3.0	5 635.5	-24.7	5 260.5	-29.7	7 095.0	-5.2	8 143.5	8.8	7 485.0
曲靖 Qujing	10 033.5	6.5	7 858.5	-16.6	7 677.0	-18.6	7 603.5	-19.3	7 767.0	-17.6	8 742.0	-7.2	6 874.5	-27.1	9 424.5
石林 Shilin	12 036.0	27.2	13 024.5	37.6	13 398.0	41.6	10 498.5	10.9	12 636.0	33.5	11 886.0	25.6	12 616.5	33.3	9 465.0
文山 Wenshan	8 908.5	17.0	9 004.5	18.3	10 255.5	34.7	9 096.0	19.5	8 334.0	9.5	10 393.5	36.5	8 829.0	16.0	7 612.5
宣威 Xuanwei	12 268.5	25.6	12 936.0	32.4	13 197.0	35.1	12 328.5	26.2	12 286.5	25.8	12 342.0	26.3	11 329.5	16.0	9 768.0
砚山 Yanshan	7 504.5	24.1	6 253.5	3.4	7 986.0	32.1	7 746.0	28.1	8 145.0	34.7	8 412.0	39.1	8 577.0	41.8	6 048.0
昭通 Zhaotong	11 016.0	-21.7	9 633.0	-31.5	11 290.5	-19.7	9 415.5	-33.0	10 581.0	-24.8	11 908.5	-15.3	9 301.5	-33.9	14 062.5
昭阳 Zhaoyang	12 196.5	2.1	12 285.0	2.9	10 933.5	-8.5	10 678.5	-10.6	13 243.5	10.9	11 751.0	-1.6	12 268.5	2.7	11 943.0

占果穗总面积 2%~10%;5 级为发病面积占果穗总面积 11%~25%;7 级为发病面积占果穗总面积 26%~50%;9 级为发病面积占果穗总面积 51%~100%。由表 6 可知,所有组合均表现出较高的抗病性,抗性均比对照品种要好。其中,

表6 不同组合玉米在 19 各试点病级平均值比较

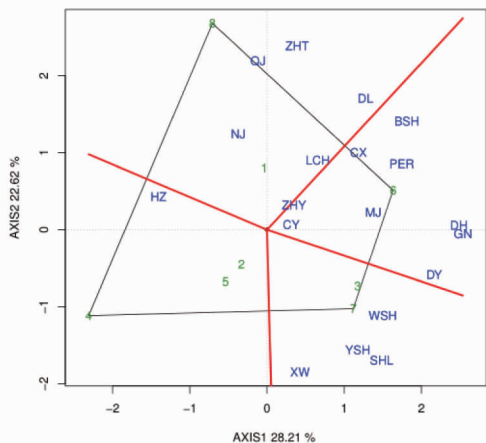
Table 6 Comparison of the mean values of disease grade of different combinations 19 pilots

组合 Combi- nation	大斑病 Large leaf spot 级	灰斑病 Gray leaf spot disease 级	小斑病 Small leaf spot 级	穗粒腐病 Ear rot %
YR801	1.4	2.0	1.2	1.3
YR802	1.4	1.7	1.2	0.8
YR803	1.2	2.0	1.2	0.9
YR804	1.0	1.5	1.0	0.0
YR805	1.0	1.4	1.0	0.6
YR806	1.0	1.7	1.0	1.7
YR807	1.2	1.5	1.2	0.3
对照 CK	3.1	3.7	1.6	5.3

YR804、YR805、YR806 大斑病和小斑病抗性在所有试点均为 1 级,YR804 穗粒腐病在所有试点发病率均为 0,表现出极强的抗病能力。

3 结论与讨论

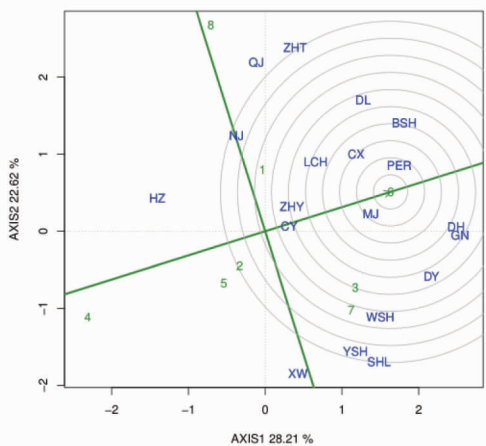
3.1 Suwan1 玉米种质在云南立体气候环境下的研究利用 云南地理地貌错综复杂,立体气候生态环境多种多样,导致各种玉米病虫害经常同时发生。Suwan1 玉米种质的引进和利用,正好解决了这一玉米遗传育种难题。Suwan1 玉米种质已是我国南方和一些热带亚热带国家和地区广泛利用的基础群体,许多育种单位都用该群体分离和选育出大量优良的自交系和杂交种。目前热带、亚热带大面积种植的杂交种中多含有 Suwan1 种质^[5]。番兴明等^[5]通过一般配合力和特殊配合力分析表明,Suwan1 热带种质与来自我国温带主要杂种优势群 Reid、Lancaster、唐四平头和旅大红骨的自交系都表现正的 GCA 效应,以此估计 Suwan1 可能是属于一个新的杂种优势群^[6]。常华章等^[7]研究表明,利用热带种质 Su-



注: 1 = YR801, 2 = YR802, 3 = YR803, 4 = YR804, 5 = YR805, 6 = YR806, 7 = YR807, 8 = CK; XW = 宣威, SHL = 石林, YSH = 砚山, WSH = 文山, DY = 大姚, GN = 广南, DH = 德宏, MJ = 墨江, CY = 沧源, ZHY = 昭阳, HZ = 会泽, NJ = 怒江, LCH = 陇川, CX = 楚雄, PER = 普洱, BSH = 保山, DL = 大理, QJ = 曲靖, ZHT = 昭通

图 2 各参试品种与各试点环境互作分析

Fig.2 Analysis of the interaction between each tested variety and each pilot environment



注: 1 = YR801, 2 = YR802, 3 = YR803, 4 = YR804, 5 = YR805, 6 = YR806, 7 = YR807, 8 = CK; XW = 宣威, SHL = 石林, YSH = 砚山, WSH = 文山, DY = 大姚, GN = 广南, DH = 德宏, MJ = 墨江, CY = 沧源, ZHY = 昭阳, HZ = 会泽, NJ = 怒江, LCH = 陇川, CX = 楚雄, PER = 普洱, BSH = 保山, DL = 大理, QJ = 曲靖, ZHT = 昭通

图 3 各参试品种高产性和稳产性分析

Fig.3 Analysis of high and stable grain yields of all varieties tested

wan1 改良 Mo17, 在产量一般配合力、保绿度、粒行数、籽粒商品品质(粒型)和抗倒伏等方面都取得了比较显著的进展。该研究所选用的选育自 Suwan1 群体的优良玉米自交系 TML139, 具有较高的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA), 同时具有极强的抗逆性, 株高、穗位高均较低, 根系发达, 抵御风灾倒伏等自然灾害能力较强, 籽粒品质较好, 容重非常高。利用其组配的杂交品种在云南乃至西南玉米生态区均得到老百姓的青睐, 并且仍然有巨大的推广潜力。

3.2 CIMMYT 热带亚热带玉米种质的研究与利用 研究表明, CIMMYT 的玉米种质具有与我国乃至美国玉米种质不同的遗传变异, 抗病性强、适应性广且具特殊适应性。叶片深绿, 持绿期长, 根系发达, 茎秆坚韧^[5,8]。CIMMYT 的玉米种质 Pob43, pob28, pob21, pob45 在东北春玉米区应用前景较好^[9], POP28 群体自交系的产量一般配合力(GCA)效应值较高, ETO×瑞得、POP28×瑞得、POP28×旅大红骨为杂优模式^[4]。CIMMYT 优质蛋白玉米 CML140、CML147、CML171、CML194、CML161、CML166 等已经成功被改良利用^[10-11]。该研究结果表明, YR806 (Suwan1×REC)、YR803 (Suwan1×DRB)、YR801 (Suwan1×GLSIY01)、YR805 (Suwan1×SINTAMTSR) 在 19 个试点的产量平均值高于对照(CK), 尤其是 YR806(Suwan1×REC) 产量表现明显好于其他组合, 说明 Suwan1×REC 为较有利用潜力的杂优模式。

YR801 (Suwan1×GLSIY01) 在会泽试点较对照(CK)增产高达 44.1%, 在墨江、石林、宣威和砚山试点增产 20% 以上, 表明 Suwan1×GLSIY01 在上述生态环境区具有较大利用价值; YR802 (Suwan1×CATETO) 在石林试点较对照(CK)增产高达 37.6%, 在石林和宣威试点增产 20% 以上, 表明 Suwan1×CATETO 在上述生态环境区具有较大利用价值; YR803 (Suwan1×DRB) 在石林试点较对照(CK)增产高达 41.6%, 在宣威、文山、砚山、德宏和广南试点增产 20% 以上, 表明 Suwan1×DRB 在上述生态环境区具有较大利用价值; YR804 (Suwan1×P147) 在砚山试点较对照(CK)增产 28.1%, 宣威和会泽试点增产 20% 以上, 表明 Suwan1×P147 在上述生态环境区具有较大利用价值; YR805 (Suwan1×SINTAMTSR) 在砚山试点较对照(CK)增产高达 34.7%, 在石林和宣威试点增产 20% 以上, 表明 Suwan1×SINTAMTSR 在上述生态环境区具有较大利用价值; YR806 (Suwan1×REC) 在砚山试点较对照(CK)增产高达 39.1%, 在文山、广南、宣威和石林试点增产 20% 以上, 表明 Suwan1×REC 在上述生态环境区具有较大利用价值; YR807 (Suwan1×P24) 在砚山试点较对照(CK)增产高达 41.8%, 在石林、广南和德宏增产 20% 以上, 表明 Suwan1×P24 在上述生态环境区具有较大利用价值。

参考文献

- [1] 任洪, 郑常祥, 杨斌, 等. Suwan 种质在玉米育种中的利用[J]. 耕作与栽培, 1996(4): 46-47.
- [2] 潘兴明, 谭静, 杨峻芸, 等. 外来热带、亚热带玉米自交系与温带玉米自交系产量配合力分析及其遗传关系的研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 743-749.
- [3] 陈洪梅, 汪燕芬, 姚文华, 等. 导入热带种质的温带玉米自交系的利用潜力[J]. 作物学报, 2011, 37(10): 1785-1793.
- [4] 潘兴明, 谭静, 杨峻芸, 等. 外来热带、亚热带玉米自交系与温带玉米自交系产量配合力分析及其遗传关系的研究[J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 743-749.
- [5] 潘兴明, 姚文华, 黄云霄. 提高玉米育种效率的技术途径[J]. 作物杂志, 2007(2): 1-4
- [6] FAN X M, CHEN H M, TAN J, et al. A new maize heterotic pattern between temperate and tropical germplasm [J]. Agronomy journal, 2008, 100(4): 917-923.
- [7] 常华章, 荆绍凌. 利用 Suwan-1 改良 Mo17 效果的研究[J]. 吉林农业科学, 2000, 25(1): 20-22.

部分,并可估量各分量对总决定度的相对贡献^[8]。灰色关联度分析则是分析各因素关联性的一种量的测度,被广泛应用于作物品种综合评价及配套适地高产栽培中^[9-18]。

在一定的生态环境中,播期是影响作物生产最主要的栽培因素之一^[19],适宜的播期可以使植株充分利用光热资源,利于培育壮苗,近年来逐渐成为研究作物高产的重点^[20]。该研究中,播期从7月20日至10月10日,随着播期的推迟,气温从炎热逐渐变为冷凉,地温也随着下降,食粒豌豆的生育进程也相应顺延,而且生育进程受气温下降影响逐渐变慢,同时随着海拔点的升高,气温逐渐下降,豌豆营养生长转为生殖生长时间也相应增长,生育期相应增加。滇中山区烟后食粒豌豆最佳播期为9月10—30日,既可获取高产,又能保证烟后食粒豌豆在来年2月收获完成,确保下茬烤烟的最佳栽培节令。

不同播期对烟后山地食粒豌豆的主要农艺性状均有不同程度的影响,随着播期推迟,3个试点产量、株高、有效株数、有效荚数、百荚鲜重、单荚粒数、百粒鲜重、单株生产力均表现为先增加后又下降的变化趋势。3个试点不同播期豌豆主要农艺性状与产量关系的多重分析结果表明,单株生产力、有效株数、有效荚数、全生育期是影响烟后山地食粒豌豆产量的主要性状,这与龚学臣等^[21]的研究结果一致。产量与全生育期、株高、有效株数、有效荚数、单荚粒数、百粒鲜重、单株生产力呈正相关关系,与百粒鲜重呈负相关关系,相关程度中单株生产力和有效株数为主因素;百荚鲜重对产量有正间接效应,且效应系数最大,其次是单荚粒数和单株生产力的正间接效应;与产量关系最密切程度的性状表现为全生育期>有效株数>有效荚数>百荚鲜重>单株生产力>单荚粒数>株高>百粒鲜重,对产量贡献力最大的性状为全生育期、有效株数和有效荚数。因此,在滇中山区烟后种植食粒豌豆的单株生产力、有效株数、有效荚数、全生育期是影响产量的主要因素。

(上接第33页)

- [8] 李军,张志鹏,姜翠棉.CIMMYT玉米育种方法、成就及借鉴[J].农业科技通讯,2013(11):133-135.
- [9] 刘志新,姜敏,王金君,等.14份CIMMYT玉米群体材料配合力分析及利用价值评价[J].玉米科学,2005,13(S1):14-17,19.

参考文献

- [1] 萧洪东,陈昌龙,陈雄,等.食荚豌豆品种比较试验[J].佛山科学技术学院学报(自然科学版),2016,34(1):16-18.
- [2] 刘欣雨,郑殿峰,冯乃杰,等.寒地豌豆种植技术研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2018,30(4):1-5.
- [3] 颜廷进,戴双,邓翠霞,等.不同播种时期、栽培模式对豌豆产量的影响[J].山东农业科学,2019,51(1):72-74.
- [4] 高小丽,廖文华,王姗姗,等.豌豆主要农艺和品质性状的相关性及灰色关联度分析[J].作物杂志,2016(5):56-60.
- [5] 索玉英,李明山,蒋敏隆.不同类型豌豆品种对于不同播期生态反应的研究[J].山西农业大学学报,1992,12(4):315-318.
- [6] 李健,薛杨,景元书.播期影响下杂交早稻主要农艺性状与产量的多重分析[J].江苏农业科学,2016,44(7):90-94.
- [7] 赵加涛.烟茬后不同播期大麦主要农艺性状与产量的多重分析[J].中国农学通报,2017,33(30):7-11.
- [8] 王曙光,谢成林,谢仁康,等.杂交中籼稻产量与主要经济性状关系的分析[J].中国稻米,2009,15(2):11-14.
- [9] 李绍伟,楚宗艳,吴超,等.棉花产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].农业科技通讯,2017(3):127-130.
- [10] 胡新洲,安正云,杨进成,等.玉溪地区甜玉米主要农艺性状与鲜穗产量的灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2020,48(4):34-36.
- [11] 姚雪雁,关周博,田建华,等.高含油量甘蓝型油菜产量与农艺性状的灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2015,43(16):6-7,10.
- [12] 赵玉坤,高根来,王向东,等.灰色关联分析方法在作物育种上的应用[J].山西农业科学,2012,40(10):1032-1034.
- [13] 倪正斌,孙红芹,万林生.甘蓝型油菜产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].浙江农业科学,2017,58(7):1146-1150.
- [14] 李清超,马浪浪,文琼,等.玉米杂交组合主要农艺性状与产量的灰色关联度分析[J].中国农学通报,2015,31(30):74-78.
- [15] 郑国栋,黄金堂,陈海玲.花生产量与主要农艺性状之间的灰色关联度分析[J].安徽农学通报,2013,19(16):22-24.
- [16] 王春平,张伟,赵惠燕,等.不同种植密度下小麦主要性状与产量和蛋白质含量的灰色评判[J].麦类作物学报,2010,30(3):435-438.
- [17] 王美琴,杜月健,孙永玲.应用灰色关联度分析油菜主要农艺性状间的相关及其对产量的影响[J].安徽农业科学,1994,22(3):213-215.
- [18] 杨晓容,黄泽素,王通强,等.运用灰色关联度综合分析甘蓝型杂交油菜新组合[J].贵州农业科学,2004,32(4):40-42.
- [19] 马国胜,薛吉全,路海东,等.播种时期与密度对关中灌区夏玉米群体生理指标的影响[J].应用生态学报,2007,18(6):1247-1253.
- [20] 王乐政,华方静,曹鹏鹏,等.播期和密度对直立型红小豆产量及相关性状的影响[J].作物杂志,2018(6):83-88.
- [21] 龚学臣,杨立廷,马文奇,等.豌豆不同栽培条件下产量构成因素相关及通径分析[J].国外农学-杂粮作物,1996,16(5):34-36.

- [10] 番兴明,陈洪梅,谭静,等.热带亚热带优质蛋白玉米自交系与温带普通玉米自交系产量配合力研究[J].玉米科学,2006,14(1):12-15,32.
- [11] 陈洪梅,番兴明.热带、亚热带杂交玉米选育及其杂种优势利用[J].种子,2001(2):57-58,65.