

辽宁省不同生态区玉米品种适应性研究

王晶晶,李凤海,史振声,王宏伟,王志斌,吕香玲,朱 敏

(沈阳农业大学特种玉米研究所,辽宁 沈阳 110161)

摘 要: 选用适应性不同的 8 个玉米品种分别在昌图(辽北)、阜新(辽西)、海城(辽南)3 个不同生态区进行品种适应性研究。结果表明,光、温、水是制约玉米产量的主要气象因子,尤其是抽雄期影响最大,多数玉米品种的产量与花期前后的气象因子存在显著或极显著的相关性。不同玉米品种在同一地区以及同一品种在不同生态区的产量存在显著差异,且适宜种植密度不同。昌图地区生育期内降水量最大,且光照、积温充足,适宜大部分玉米品种的种植,包括中地 168、辽单 1211、沈玉 29、丹玉 206 和辽单 527,中地 168 适宜密度为 52 500 株·hm⁻²、辽单 1211 为 82 500 株·hm⁻²、沈玉 29 为 82 500 株·hm⁻²、丹玉 206 为 45 000 株·hm⁻²、辽单 527 为 45 000 株·hm⁻²;阜新地区光照充足,降水相对较少,玉米的平均产量较低,中地 168、辽单 1211 适合在阜新地区种植,中地 168 适宜密度 52 500 株·hm⁻²、辽单 1211 为 67 500 株·hm⁻²;海城地区积温最高,降雨充足,光照条件较差,适宜郑单 958、铁研 56 和丹玉 405 种植,郑单 958 和铁研 56 适宜密度为 52 500 株·hm⁻²,丹玉 405 适宜密度 37 500 株·hm⁻²。

关键词: 玉米;产量;气象因子;生态适应性;辽宁省

中图分类号: S513.019 **文献标志码:** A

Adaptation of different maize hybrids in different ecological regions in Liaoning Province

WANG Jing-jing, LI Feng-hai, SHI Zhen-sheng, WANG Hong-wei, WANG Zhi-bin, LU Xiang-ling, ZHU Min
(*Special Maize Institute, Shenyang Agriculture University, Shenyang, Liaoning 110161, China*)

Abstract: This research on ecological adaptation of maize hybrids in Changtu (Northern Liaoning), Fuxin (Western Liaoning) and Haicheng (Southern Liaoning) was designed by two-factors split plot using Zhendan 958, Tieyan 56, Zhongdi 168, Liaodan 1211, Shenyu 29, Danyu 206, Danyu 405 and Liaodan 527 that have different adaptations. The results showed that maize yields were mainly subject to three meteorological factors including sunshine duration, air temperature and precipitation, especially at the tasseling stage. There were significant or highly significant correlations between the yields and the meteorological factors before and after flowering. Different hybrids in one region and one hybrid in different regions had significantly different yields and variable suitable planting densities. Adequate precipitation during growth period, enough sunshine and air temperature made Changtu a suitable region to plant most hybrids. Five of hybrids tested including Zhongdi 168, Liaodan 1211, Shenyu 29, Danyu 206 and Liaodan 527 were found to be suitable for planting in Changtu, and they had different adaptive densities: 52 500 plants·hm⁻² for Zhongdi 168, 82 500 plants·hm⁻² for Liaodan 1211, 82 500 plants·hm⁻² for Shenyu 29, 45 000 plants·hm⁻² for Danyu 206 and 45 000 plants·hm⁻² for Liaodan 527. Rich sunshine and air temperature, though relatively poor precipitation compared with the other two regions, led to reduced average yields in Fuxin. Relatively speaking in Funxin, Zhongdi 168 and Liaodan 1211 were suitable to be planted under the densities of 52 500 plants·hm⁻² and 67 500 plants·hm⁻², respectively. Haicheng had the most highest accumulated temperature and enough water but less sunshine, where Zhengdan 958, Tieyan56 and Danyu 405 achieved the highest yields. Zhengdan 958 and Tieyan 56 had the same adaptive planting densities of 52 500 plants·hm⁻², and planting density of Danyu 405 was 37 500 plants·hm⁻².

Keywords: maize; yield; meteorological factors; ecological adaptation; Liaoning Province

收稿日期:2014-05-10
基金项目:国家十二五科技支撑计划(2012BAD04B03);辽宁省高等学校优秀人才支持计划(LR2012022)
作者简介:王晶晶(1989—),女(蒙古族),辽宁朝阳人,硕士研究生,主要从事玉米栽培生理研究。E-mail: wangjingjing23@yeah.net。
通信作者:李凤海(1965—),教授,博士生导师,主要从事玉米遗传育种研究。E-mail: lifenghai@126.com。

辽宁省是全国 13 个粮食主产省之一^[1],而玉米又是辽宁省第一大粮食作物^[2],种植面积占辽宁省粮食总种植面积的 65% 以上,玉米总产量占辽宁省粮食总产量的 70% 以上^[3]。生产上要获得较高的玉米产量,一方面是由玉米基因型决定的,即高产品种;另一个重要因素就是栽培环境,二者相辅相成,缺一不可。在作物品种、栽培技术和管理水平稳定的情况下,光照、温度、降水等气象条件是影响作物产量的主要因子^[4-5],不同的生态因素对玉米的产量有很大的影响。因此,根据不同的生态条件,选择适宜的玉米品种,使其充分适应并利用气候因素,对提高玉米产量是非常有意义的。

根据气候特点,将辽宁省玉米种植区划分为北部温和半湿润平原区、中部南部暖温带半湿润平原丘陵区、西部温和半干旱低山丘陵区及东部冷凉湿润山地丘陵区 4 个玉米主产区,前 3 个玉米主产区的玉米种植面积占全省的 87%^[6]。

本试验在前 3 个玉米主产区进行,以适应性不同的 8 个玉米品种为试材,通过对 3 个生态区气象资料、玉米产量的测定,分析参试玉米品种在不同生态区的适应性,为各生态区的品种选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验点概况

昌图试验点位于 42°47'N、120°07'E,阜新试验点位于 42°04'N、121°45'E,海城试验点位于 40°53'N、122°43'E。播种前取土样测定土壤的水解性氮、速效磷和速效钾含量。辽北点 3 项指标含量分别为 74.20、35.07、149.68 mg·kg⁻¹;辽西点为 59.63、21.49、129.16 mg·kg⁻¹;辽南点为 51.94、42.36、156.75 mg·kg⁻¹。

1.2 试验材料

2012 年在 3 个生态区进行了品种筛选,筛选出 8 个不同适应性的玉米品种,即郑单 958、铁研 56、中地 168、辽单 1211、沈玉 29、丹玉 206、丹玉 405、辽单 527,2013 年以这 8 个玉米品种为试验材料,进行产量、适应性研究。

1.3 试验设计

试验采用二因素裂区设计,密度为主区,品种为副区。按品种特点分别设置了 5 个密度水平,郑单 958、铁研 56、中地 168、辽单 1211、沈玉 29 为 5 个中晚熟品种,种植密度为 52 500、60 000、67 500、75 000、82 500 株·hm⁻²;丹玉 206、丹玉 405、辽单 527 为 3 个晚熟品种,种植密度为 37 500、45 000、52 500、60 000、67 500 株·hm⁻²。6 行区,5 m 行长。根据当

地生产实际,海城、昌图、阜新的行距分别为 0.57、0.6、0.5 m。施用长效复合肥(含 N 30%、P₂O₅ 10%、K₂O 12%)675 kg·hm⁻²。海城点于 2013 年 5 月 4 日播种,9 月 25 日收获;阜新点于 5 月 7 日播种,9 月 26 日收获;昌图点于 5 月 9 日播种,9 月 27 日收获。

1.4 测定项目与方法

收获小区中间 4 行测产。称取每小区果穗鲜重,记录收获穗数。第一重复每小区随机取样 15 穗果穗自然风干后考种,脱粒称重,并据此折算每小区的籽粒产量,按含水量 14% 计产。

1.5 气象资料

日均温、日降水量、日照时数等气象资料由辽宁省气象局提供。

2 结果与分析

2.1 不同生态区玉米生育期内气象因子差异分析

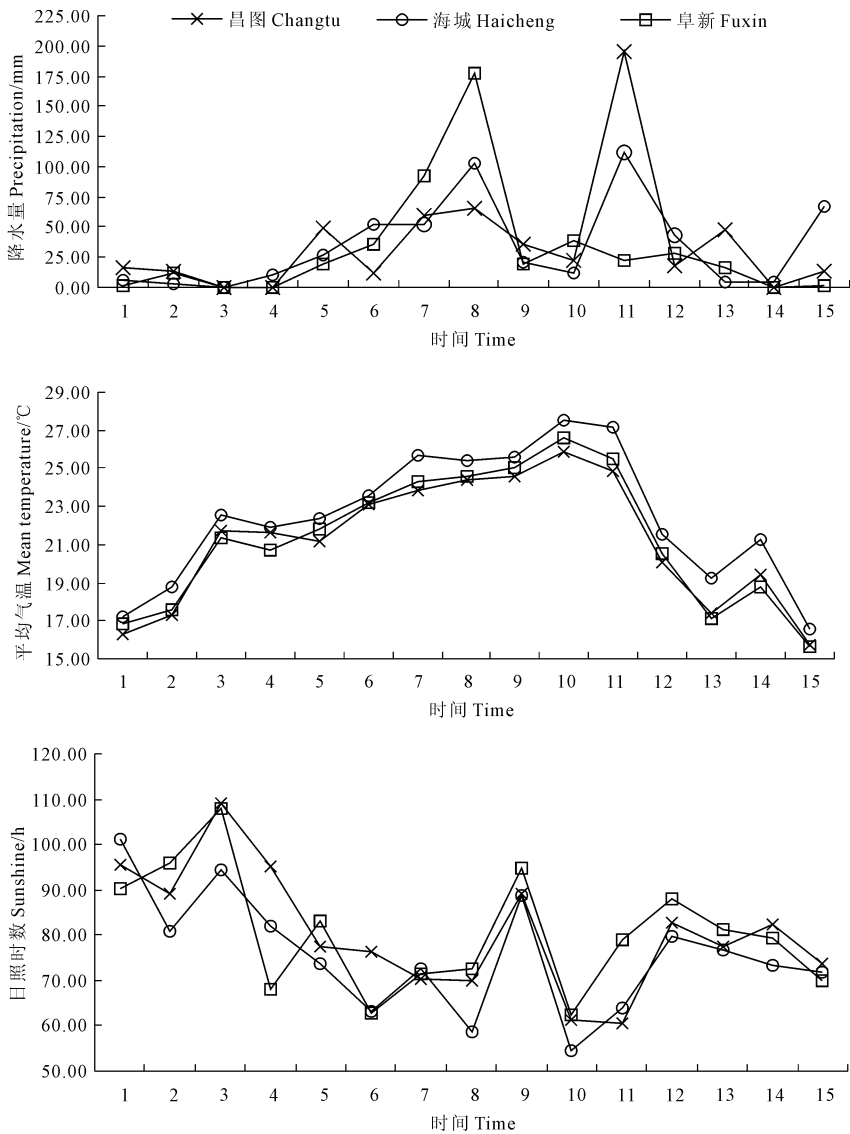
2013 年各生态区的气象资料如图 1 所示,各地气候从 5 月到 9 月有很大的差异,主要表现在降水量和气温的变化上。

从 5 月上旬到 6 月上旬,各地区降水均较少。6 月中旬各地开始进入雨季,此时正值玉米的拔节期,适量的降雨有利于玉米的生长。降雨持续到 7 月下旬,此间玉米历经大喇叭口期和吐丝期,阜新地区的降雨明显多于其他两地,过多的降雨和大风影响玉米授粉并导致植株茎秆倒折。8 月中旬玉米灌浆期间,各地降雨量增大,昌图的降雨最多,海城其次。此后一直到成熟期各地降雨量逐渐减少。

各地温度变化趋势总体上一致,5 月开始各地气温逐渐升高,8 月中下旬开始降低,海城的气温始终保持高于其他地区 1℃ 左右。

由图 1 可以看出,光照多寡与降雨的多少呈负相关,光照随着降雨的增加而减少。8 月份是玉米产量形成的关键时期,此时光照应保证在 7 h·d⁻¹^[7-8],才有利于叶片的光合作用,由于 2013 年降雨过多,导致生育期内阶段性光照不足 5 h·d⁻¹,不利于玉米的生长。在玉米吐丝期和灌浆期,阜新地区的光照持续最长,较充足的光照有利于玉米获得高产。

生育期期间,昌图的降水量为 545.4 mm,降水量最多,≥10℃ 积温 3 040.1℃,日照时数 1 106.9 h;海城降水量 517.2 mm,≥10℃ 积温 3 278.6℃,在各地之中积温最高,日照时数 1 048.3 h;阜新降水量 463.9 mm,积温 ≥10℃ 3 062.5℃,日照时数 1 111.6 h,在各地之中光照最充足。



注:1:5月上旬; 2:5月中旬; 3:5月下旬; 4:6月上旬; 5:6月中旬; 6:6月下旬; 7:7月上旬; 8:7月中旬; 9:7月下旬; 10:8月上旬; 11:8月中旬; 12:8月下旬; 13:9月上旬; 14:9月中旬; 15:9月下旬。

Note: 1: Early May; 2: Mid. May; 3: Late May; 4: Early June; 5: Mid. June; 6: Late June; 7: Early July; 8: Mid. July; 9: Late July; 10: Early August; 11: Mid. August; 12: Late August; 13: Early September; 14: Mid. September; 15: Late September.

图 1 全生育期内不同生态区的气候表现

Fig.1 Climatic features during the whole growth period in different regions

2.2 参试玉米品种产量及其与生态因素的关系

2.2.1 参试玉米品种在不同生态区的产量差异

由表 1 可知,在昌图点,8 个品种在 5 个密度下的平均产量中有 5 个品种高于其他两地,其中中地 168、辽单 1211、沈玉 29 和丹玉 206 的产量均高于其他两地 20%左右,差异显著;辽单 527 的产量高于其他两地 15%左右,差异也达显著水平。在海城点,有 3 个品种的产量最高,其中郑单 958 的产量高于阜新点 18.16%,差异极显著;铁研 56 在各地区间产量无显著差异;丹玉 405 的产量分别比昌图点和阜新点高 10.92%和 30.71%,差异极显著。在阜新点,有 5

个品种的产量低于其他两地。结合图 1 的气象因子,由于阜新地区 7 月中旬降雨较多,导致一些品种授粉不良,大风天气也造成部分品种倒伏,造成玉米减产较重。

2.2.2 参试玉米品种在不同生态区的适宜种植密度分析 随着密度的增加,群体的叶面积指数和冠层光截获量等都出现增加趋势,但是随着密度的进一步增加,冠层光截获量的增加会削弱中下部叶层的光照条件,进而导致产量降低^[9]。所以根据不同生态区的光照条件选择适宜的种植密度对玉米高产至关重要。

表 1 参试玉米品种在不同生态区的平均产量/(kg·hm⁻²)

品种 Hybrid	昌图 Changtu	阜新 Fuxin	海城 Haicheng
郑单 958 Zhendan958	8887.13aA	7671.26bB	9373.66aA
铁研 56 Tieyan56	8438.67aA	8096.19aA	8718.84aA
中地 168 Zhongdi168	10240.43aA	7943.94bB	7085.11bB
辽单 1211 Liaodan1211	12122.73aA	9919.19bAB	8687.12bB
沈玉 29 Shenyu29	10169.70aA	8321.62bB	8541.28bAB
丹玉 206 Danyu206	9307.70aA	7694.20bB	7266.89bB
丹玉 405 Danyu405	8164.26bB	6350.15cB	9165.24aA
辽单 527 Liaodan527	9557.69aA	7920.84bB	8361.66bAB

注:同行数据后不同小写字母表示相同品种在不同生态区产量差异达显著水平($P < 0.05$),不同大写字母表示相同品种在不同生态区产量差异达极显著水平($P < 0.01$)。

Note: Different small letters after the numbers indicate significant differences at the level of 0.05, and different capital letters indicate significant differences at the level of 0.01.

对不同生态区相同玉米品种在不同密度下的产量进行方差分析,以产量显著高于其他密度的处理为适宜密度。参试玉米品种在不同生态区的适宜种植密度如表 2 所示。辽北和辽西可以适度密植,中晚熟品种适宜密度在 67 500 株·hm⁻²左右,晚熟品种在 45 000 株·hm⁻²左右。辽南适宜稀植,中晚熟品种的适宜密度在 52 500 株·hm⁻²左右,晚熟品种在 37 500 株·hm⁻²左右。由于海城地区光照相对较

表 2 参试玉米品种在不同生态区的适宜密度/(株·hm⁻²)

品种 Hybrid	昌图 Changtu	阜新 Fuxin	海城 Haicheng
郑单 958 Zhendan958	67500 (10290.00)	82500 (10430.25)	52500 (10847.60)
铁研 56 Tieyan56	82500 (11284.95)	82500 (9639.00)	52500 (10024.95)
中地 168 Zhongdi168	52500 (11322.45)	52500 (11048.70)	52500 (8907.90)
辽单 1211 Liaodan1211	82500 (15121.95)	67500 (11419.05)	52500 (10413.30)
沈玉 29 Shenyu29	82500 (12704.70)	67500 (9138.15)	52500 (9521.40)
丹玉 206 Danyu206	45000 (13404.30)	45000 (8684.55)	45000 (7969.80)
丹玉 405 Danyu405	52500 (9214.35)	37500 (7588.50)	37500 (10956.09)
辽单 527 Liaodan527	45000 (11349.30)	45000 (9380.70)	37500 (10099.05)

注:括号内为该密度下的产量,单位为kg·hm⁻²。
Note: The number in the parenthesis is the yield under the density.

少,密度过大造成玉米群体植株间遮光严重,降低光能利用效率。

2.2.3 不同玉米品种产量与气象因子的相关分析

中地 168、辽单 1211 和丹玉 206 三个品种产量均表现与降水量和日照时数呈正相关,与积温以及花期前后积温呈负相关,其中辽单 1211 与花期前后积温呈显著负相关($r = -0.95, P < 0.05$)且与花期前后日照时数呈正相关,中地 168 和丹玉 206 与花期前后日照时数呈负相关。这三个品种均在昌图点产量最高,而在海城点产量最低。

沈玉 29 和辽单 527 的产量与光照、降水量呈正相关,分别与花期前后降水量呈显著正相关($r = 0.96, P < 0.05$)和极显著正相关($r = 0.99, P < 0.01$),与积温、花后积温和花后日照时数呈负相关。说明这两个品种对水分的要求较高,而对温度和光照反应较迟钝。这两个品种在昌图点的产量最高,在阜新点的产量最低。

丹玉 405 的产量与积温呈正相关,从海城点和阜新点的产量结果,积温对丹玉 405 的产量影响较大,丹玉 405 的产量与花期前后日照时数呈极显著负相关($r = -0.99, P < 0.01$)。

郑单 958 在海城点的产量最高,与昌图点的差异不大,在阜新点的产量最低,说明该品种对水、温的要求较高;而与花期前后光照极显著负相关($r = -1.00, P < 0.01$),说明海城的光照条件可以满足该品种的光合需要。

铁研 56 的产量在各地区间无显著差异,表现出较稳定的适应性。

综合各品种在不同生态区的产量以及与各气象因子的相关系数(见表 3),可知中地 168、辽单 1211、沈玉 29、丹 206 和辽单 527 适合昌图地区种植;中地 168 和辽单 1211 适合阜新地区种植;郑单 958、铁研 56 和丹玉 405 适合在海城地区种植。

3 结论与讨论

对不同玉米品种在不同生态区的产量以及不同生态区的气象因子进行分析可知,不同玉米品种在不同生态区的适应性主要是由光、温、水等气象因子协调影响的。尤其是玉米抽雄及灌浆期前后影响最大,此时是玉米营养生长转向生殖生长的关键时期,若此时光、温、水等气象因子能够协调且满足玉米生长发育的需要,就能够获得最大的产量。结合产量、气象因子,对品种适应性筛选结果,适宜在辽北地区种植的品种有中地 168、辽单 1211、沈玉 29、丹玉 206 和辽单 527,适宜辽西地区种植的品种有中地 168 和

表 3 不同玉米品种籽粒产量与气象因子的相关系数

Table 3 The correlations between meteorological factors and seed yields of different maize hybrids

品种 Hybrid	降水量 Precipitation	积温 Accumulated temperature	日照时数 Sunshine duration	花期前后 Before and after flowering		
				降水量 Precipitation	积温 Accumulated temperature	日照时数 Sunshine duration
郑单 958 Zhendan958	0.81	0.65	- 0.69	0.58	0.41	- 1.00 *
铁研 56 Tieyan56	0.69	0.78	- 0.81	0.43	0.57	- 0.97 *
中地 168 Zhongdi168	0.57	- 0.78	0.74	0.8	- 0.92	- 0.03
辽单 1211 Liaodan1211	0.49	- 0.83	0.8	0.74	- 0.95 *	0.06
沈玉 29 Shenyu29	0.83	- 0.49	0.45	0.96 *	- 0.71	- 0.4
丹玉 206 Danyu206	0.62	- 0.74	0.70	0.84	- 0.89	- 0.1
丹玉 405 Danyu405	0.76	0.70	- 0.74	0.52	0.48	- 0.99 * *
辽单 527 Liaodan527	0.91	- 0.36	0.30	0.99 * *	- 0.60	- 0.53

注: * 表示差异显著 ($P < 0.05$); * * 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

Note: * means significant difference ($P < 0.05$); * * means extremely significant difference ($P < 0.01$).

辽单 1211;郑单 958、铁研 56 和丹玉 405 适宜在辽南种植。根据不同生态区光照条件,辽北和辽西可以适度密植,中晚熟品种适宜密度在 67 500 株·hm⁻²左右,晚熟品种在 45 000 株·hm⁻²左右。辽南适宜稀植,中晚熟品种的适宜密度在 52 500 株·hm⁻²左右,晚熟品种在 37 500 株·hm⁻²左右。

昌图地处辽宁北部温和半湿润平原区,光、温、水等气象因子相互协调,适合多种品种的种植,是玉米高产区。海城位于南部暖温半湿润平原丘陵区,温度高且降水较多,适合高秆晚熟品种的种植。阜新位于西部温和半干旱低山丘陵区,光温条件较好,尤其光照充沛,能够得到蛋白质含量较高的玉米籽粒^[10],但干旱是制约该地玉米高产的主要因素,若降雨适合,该地区有获得高产的潜力^[11],同时种植密度偏稀也是制约辽西地区高产的一个因素^[12],本试验得到的适宜密度对生产实践有一定指导作用。

参 考 文 献:

[1] 刘 波,王晓琪,刘 颖,等.辽宁省玉米生产现状与发展方向[J].杂粮作物,2007,27(1):58-60.

[2] 曹敏建,于海秋,杨玉辉,等.辽宁省玉米生产存在的突出问题及其解决途径[J].玉米科学,2009,17(5):164-165.

[3] 邢月华,汪 仁,包红静,等.辽宁省玉米主产区农田土壤施肥状况调查[J].中国农学通报,2010,26(19):166-169.

[4] 李言照,刘光亮,张海燕.光温因子与玉米产量的关系[J].西北农业学报,2001,10(2):67-70.

[5] 郑洪建,董树亭.生态因素与玉米产量关系的研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2000,31(3):315-319.

[6] 刘志刚,吕 杰.辽宁省玉米生产的区域划分及应用评价[J].农业经济,2006,(6):38-39.

[7] 沈秀瑛,戴俊英,胡安畅,等.玉米叶片光合速率与光、养分和水分及产量关系的研究[J].玉米科学,1994,2(3):056-060.

[8] 王 俊,刘 正,李 波.玉米杂交种在不同地区的生态适应性分析[J].安徽农业科学,2009,37(16):7403-7405.

[9] 郑 毅,张立军,崔振海,等.种植密度对不同株型夏玉米冠层结构和光合势的影响[J].江苏农业科学,2010,(3):116-118,121.

[10] 刘淑云,董树亭,胡昌浩,等.玉米产量和品质与生态环境的关系[J].作物学报,2005,31(5):571-576.

[11] 葛选良,史振声,李凤海,等.辽宁省不同生态区玉米产量及农艺性状差异研究[J].玉米科学,2013,21(1):75-78,84.

[12] 张万志,徐 韶,孙冠中,等.辽宁省玉米生产现状及增产途径探讨[J].园艺与种苗,2012(6):19-20,37.