

文章编号: 1005-0906(2013)05-0071-05

播期对吉林省中部春玉米生长发育、产量及品质的影响

曹庆军¹, 杨粉团¹, 陈喜凤², Lamine Diallo³, 李 刚¹

(1. 吉林省农业科学院农业资源与环境研究中心 / 农业部东北作物生理生态与耕作重点实验室, 长春 130033;

2. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 3. 吉林大学植物科学学院, 长春 130062)

摘 要: 以郑单 958 为试验材料, 研究不同播期对春玉米生长发育、产量及品质的影响。结果表明, 播期对拔节期至大喇叭口期单株叶面积、株高影响较大, 4 月 27 日和 5 月 6 日播期处理株高、单株叶面积大于其他处理; 4 月 19 日播期处理开花前干物质积累量(DMA)高于其他处理, 开花后导致早衰; 5 月 25 日播期处理开花前和开花后 DMA 均小于其他处理; 5 月 7 日播种的玉米产量最高; 早播(4 月 19 日)处理百粒重比 5 月 7 日播种低 9.91%; 晚播(5 月 25 日)处理百粒重和穗粒数分别比 5 月 7 日播种降低 11.27% 和 13.53%。相关分析表明, 不同播期处理玉米产量、脂肪含量分别与日照时数、积温($\geq 10^{\circ}\text{C}$)呈极显著正相关($P < 0.01$), 蛋白质含量与日照时数、积温($\geq 10^{\circ}\text{C}$)、降雨量呈极显著负相关($r = -0.798$, $r = -0.750$, $r = -0.724$)。5 月 7 日播期处理玉米子粒中淀粉和营养成分总含量最高, 分别达 72.10% 和 84.60%, 为最佳播种日期。

关键词: 春玉米; 播期; 吉林省中部; 生长发育; 玉米品质

中图分类号: S513.047

文献标识码: A

Effects of Sowing Date on Growth, Yield and Quality of Spring Maize in the Central Area of Jilin Province

CAO Qing-jun¹, YANG Fen-tuan¹, CHEN Xi-feng², Lamine Diallo³, LI Gang¹(1. *Agricultural Resources and Environment Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences/**Key Laboratory of Northeast Crop Physiology Ecology and Cultivation,**Ministry of Agriculture in People's Republic of China, Changchun 130033;*2. *College of Agriculture, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;*3. *College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130062, China*)

Abstract: Variety of hybrid maize ZhengDan958(ZD958) which has been widely released in the area was chosen as the material. The result showed that the sowing date had great influence on plant height and leaf area mainly at jointing to booting stage, the leaves area per plant and plant height is larger under the treatment of SD1 and SD2 (sowed in April 19th and May 7th, respectively). DMA under the treatment of April 19th sowing was biggest before silking stage, but resulting in premature senility after silking compared with the other treatment. Under the treatment of May 25th sowing, DMA was the minimum both before and after silking stage. The highest maize yield was SD3 (sowed in May 7th), Hundred-kernel weight was lower 9.91% than SD3 for treatment of SD1 (sowed in April 19th), hundred-kernel weight and kernel number per ear were lower 11.27% and 13.53% respectively to SD5 (sowed in May 25th). Correlation analysis also showed that had very significantly positive correlation ($P < 0.01$) between maize yield, content of fat and accumulated temperature ($\geq 10^{\circ}\text{C}$). But had significant negative correlation between protein content and accumulated temperature ($\geq 10^{\circ}\text{C}$). In conclusion, the sowing date of May 7th, whose kernels starch and total nutrient content were highest with 72.10% and 84.60%, respectively, also was the optimum sowing date.

Key words: Spring maize; Sowing date; Central area of Jilin province; Growth; Maize quality

收稿日期: 2013-04-07

基金项目: “十二五”国家粮食丰产科技工程重大专项(2011BAD16B10)

作者简介: 曹庆军(1986-), 男, 硕士, 研究实习员, 主要从事玉米高产栽培生理方面研究。E-mail: qjcao8899@163.com

李 刚为本文通讯作者。E-mail: LG290@sohu.com

吉林省位于世界著名的“黄金玉米带”上,是我国重要的商品粮基地。吉林省玉米带主要是指吉林省中部地区,包括长春、四平地区的 11 个市县^[1],该地区玉米水、温、热充足,玉米种植面积较大,单产水平较高,适合玉米的生产。然而低温冷害和春旱是该地区主要的农业气象灾害,发生频繁,也是导致玉米产量不稳、品质不高的主要原因^[2,3]。

研究资料表明,过去 40 年来吉林省中部地区出现气候变暖的现象,特别是 1980 年后气候增温幅度明显加快。从 1986~2008 年间,吉林省整个生育期内的平均气温、积温每年分别增加 0.05℃、10℃·d 左右,降雨量每年平均减少 5 mm 左右^[4]。随吉林省气候变暖和降雨减少现象的加剧,对吉林省旱情以及玉米产量的影响也越来越大,预计至 2020 年由于气象因素所造成的气象产量损失将达到 703 kg/hm²,气候变化使吉林省粮食安全面临严峻的形势和挑战。因此,切实应加强抗灾减灾相关技术的研究与应用,减少气象因素变化所造成的玉米产量损失,是当前农业科研的重要课题。

粮食作物的播种时间直接关系到作物的生长状况及对气候资源的利用程度。关于播期对小麦、冬油菜、玉米^[5~9]等作物生长发育、产量形成及品质的影响已有大量报道,播期对玉米的影响是生长发育期间光、热、水和土壤等生态因子综合作用的结果^[10],合理的播期是玉米实现高产的必备条件之一,研究适宜的播期与抗逆性的关系对实现玉米高产甚至超高产有重要意义^[11]。在吉林省中部地区由于受种植习惯等因素的影响,玉米播种日期常常根据经验判断。因此,本研究通过对吉林省中部地区不同播期处理下玉米生长发育以及品质性状进行研究,探索玉米合理的播种日期,同时为本地区玉米减灾避灾和高产优质栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2010~2012 年在吉林省梨树县梨树镇高家试验基地进行,该地点位于吉林省中部(123°55′42″ E, 43°21′33″ N),东北松辽平原腹地,属温带半湿润大陆性季风气候,年平均气温 5.7℃,活动积温 3 207.7℃·d,平均年日照时数为 2 698.5 h,无霜期 149 d,年平均降水量为 550 mm。

试验地 0~20 cm 土层的基础肥力为全氮 0.84 g/kg、速效氮 107 mg/kg、速效磷 50 mg/kg、速效钾 93.89 mg/kg、有机质 1.68%,土壤肥力较低。

试验以玉米品种郑单 958 为试验材料,共设 5 个播期处理,分别在 4 月 19 日、4 月 27 日、5 月 7 日、5 月 16 日、5 月 25 日播种(分别以 SD1、SD2、SD3、SD4 和 SD5 表示),每小区种 5 行,行距 62 cm,行长 10 m,均匀垄种植,密度为 6 万株/hm²。每个处理 3 次重复,共 15 个小区,随机区组设计,其他管理措施同正常生产田。

1.2 测定项目与方法

分别在 3 叶期、拔节期、大喇叭口期、抽雄期、灌浆期以及成熟期(分别以字母 S、J、B、T、F、M 表示)测定株高、叶面积,叶面积=叶片长度×叶片宽度×0.75,单株叶面积为植株所有绿色叶面积之和。在生育时期每处理选择具有代表性的植株 5 株,将植株按不同器官分开处理,105℃杀青 30 min,然后 80℃烘干至恒重,称量单株干物质积累量(Dry matter accumulation, DMA)。干物质生产速率(Dry matter accumulation rate, DMAR)=干物质积累量/累计天数,计算出苗-3 叶期(S-S)、3 叶期-拔节期(S-J)、拔节期-大喇叭口期(J-B)、大喇叭口期-抽雄期(B-T)、抽雄期-灌浆期(T-F)、灌浆期-成熟期(F-M)物质生产效率。

使用 FOS1241 近红外谷物分析仪测定玉米子粒中淀粉、脂肪和蛋白质含量。

1.3 数据分析

产量和气象数据为 2011 年和 2012 年平均值,其他数据为 2011 年数据。运用 Office 2007 对数据进行处理,SPSS13.0 进行方差和相关分析,采用 SigmaPlot12.0 作图。

2 结果与分析

2.1 播期对玉米植株生长发育的影响

由图 1 可以看出,不同播期处理在拔节期至大喇叭口期对单株叶面积影响较大,SD1 和 SD2 处理单株叶面积显著高于其他处理,而不同播期处理在拔节前和抽雄后差异较小。从株高试验结果来看,拔节期前播期越早株高越高,表现为 SD1>SD2>SD3>SD4>SD5;拔节期后 SD2 和 SD3 处理由于温度适宜,植株生长快,表现为 SD2>SD3>SD1>SD4>SD5;抽雄期后表现为 SD2、SD3 处理株高大于其他处理。

2.2 播期对干物质积累(DMA)及干物质生产速率(DMAR)的影响

从图 2 可以看出,从 3 叶期到成熟期随玉米生育进程玉米单株干物质积累量(DMA)呈“S”型变化趋势,不同播期处理下玉米 DMA 呈现明显的差异。

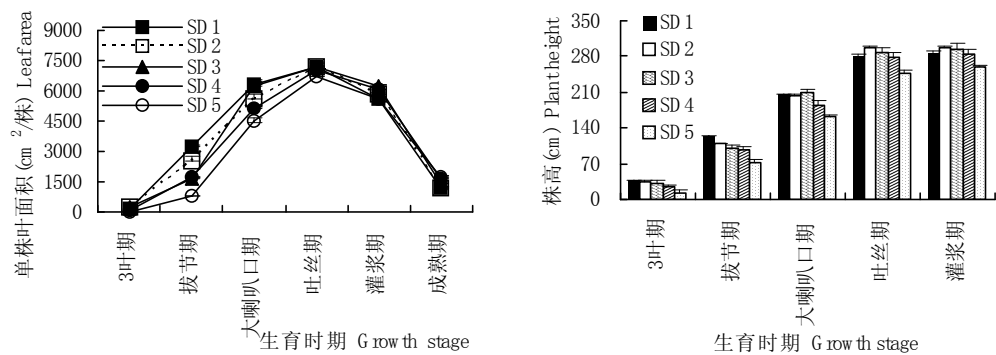


图 1 不同播期处理对玉米单株叶面积及株高发育动态变化的影响

Fig.1 Effects of sowing date on leaf area per plant and plant height of maize

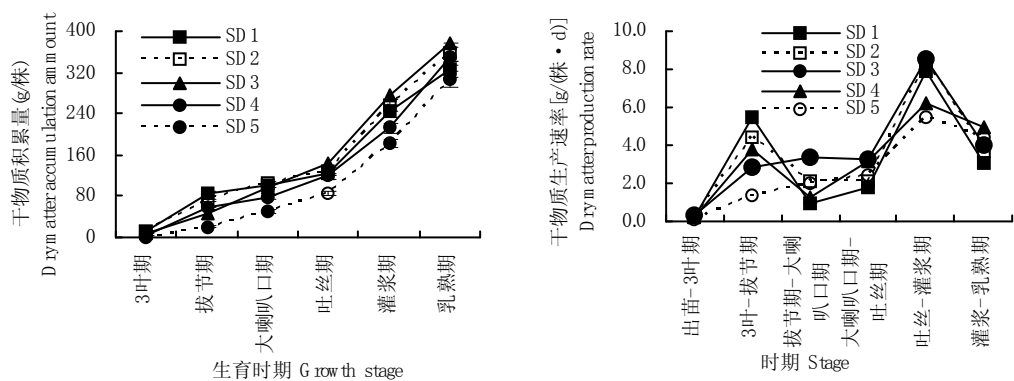


图 2 不同播期处理对玉米单株干物质积累量及物质生产速率的影响

Fig.2 Effects of sowing date on dry matter accumulation amount and dry matter production rate of maize

玉米生育后期同化产物积累是超高产栽培春玉米子粒产量的主要来源^[12],特别是吐丝期至成熟期的群体干物质积累量与产量的关系最密切^[13]。不同处理间比较可知,拔节期前 SD1、SD2 处理下 DMA 均高于其他处理,但从大喇叭口期至灌浆期,以 SD2 和 SD3 处理 DMA 最大,SD5 和 SD1 处理最低。

不同播期处理下 DMAR 变化呈“M”型变化趋势,其中在 3 叶期-拔节期(S-J)、抽雄期-灌浆期

(T-F)DMAR 分别达最高值,具体在 3 叶期-拔节期(S-J) 表现为 SD1、SD2 处理 DMAR 均高于其他处理;在抽雄期-灌浆期 (T-F)SD2、SD3 处理 DMAR 最大;在灌浆期-成熟期(F-M)SD1 处理 DMAR 迅速下降。以上分析说明,播期过早(SD1 处理)会使营养生长期物质积累量较大,易导致后期早衰;而播期过晚(SD5 处理)由于前期营养生长严重不足,导致后期生殖生长受阻,灌浆不足以影响产量。

2.3 播期对玉米产量及农艺性状的影响

表 1 不同播期处理对玉米产量及农艺性状的影响

Table 1 Effects of sowing date on grain yield and agronomic traits of maize

处 理 Treatment	产量(kg/hm ²) Yield	有效穗数(株 /hm ²) Effective ear number	百粒重(g) 100-kernel weight	穗粒数(粒) Kernel number per ear
SD1	7 954.98 bc	52 400 b	29.26 c	519.48 a
SD2	8 229.84 b	53 700 ab	31.76 ab	514.60 a
SD3	8 840.15 a	54 600 ab	32.48 a	523.92 a
SD4	7 638.72 cd	57 100 a	30.57 bc	489.01 b
SD5	7 396.88 d	57 300 b	28.82 c	453.04 c
变异系数(%)	5.61	3.73	4.64	5.28

注:不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。

Note: The different letter mean difference are significant at 0.05 level. The same below.

从表 1 可以看出,不同播期处理下玉米子粒产量有明显差异 ($P<0.05$),不同处理产量表现为 $SD3>SD2>SD1>SD4>SD5$,SD3 处理产量最高,为 $8\,840.149\text{ kg/hm}^2$,与其他处理差异显著;其次为 SD2、SD1 处理。

方差分析表明,播期对单位面积有效穗数、穗粒数及百粒重影响达显著水平($P<0.05$),从不同播期处理下农艺性状变异系数比较可以看出,穗粒数变异系数最大,为 5.28% ;其次是百粒重和有效穗数,分别为 4.64% 和 3.73% ,具体表现为随播期时间推迟,单位面积内有效穗数逐渐增加,穗粒数有降低趋势,百粒重表现为先增加后降低。

2.4 播期对玉米子粒品质的影响

从表 2 可以看出,不同播期对玉米子粒营养成分淀粉、蛋白及脂肪含量有明显的影响。随播期的推迟,玉米子粒中淀粉含量表现为先升高后下降的趋势;随播期推迟子粒中蛋白质含量逐渐增加,脂肪

含量逐渐降低。从不同播期处理下各营养成分变异系数比较表明,不同播期处理对子粒中蛋白质含量影响较大,变异系数为 3.29 ;其次是脂肪、淀粉含量,分别为 2.66 、 0.44 。综合分析,SD3 处理下玉米子粒淀粉含量和营养成分总含量最高,显著高于其他处理,分别为 72.10% 和 84.60% 。

2.5 气象因子与产量、品质性状相关分析

积温、降雨量以及生育期日照时数是影响作物生长的重要气象因子,通过对不同播期处理下生育期气象因子与玉米产量、品质的关系进行相关分析(表 3)。结果表明,不同播期处理下日照时数、积温与玉米产量相关性达极显著水平($r=0.964$ 、 $r=0.680$, $P<0.01$),降雨量与产量相关性显著($r=0.644$, $P<0.05$);降雨量、日照时数、积温与玉米子粒蛋白含量分别达极显著负相关($r=-0.798$ 、 $r=-0.750$ 、 $r=-0.724$, $P<0.01$);积温、降雨量、日照时数分别与脂肪含量存在极显著正相关($r=0.714$ 、 $r=0.713$ 、 $r=0.699$, $P<0.01$)。

表 2 不同播期处理对生育期气象因子、子粒品质的影响

Table 2 Effects of sowing date on meteorological factor and grain quality of maize

处 理	10℃积温(℃·d)	降雨量(mm)	日照时数(h)	淀粉含量(%)	蛋白质含量(%)	脂肪含量(%)
Treatment	Accumulated temperature	Precipitation	Sunshine duration	Starch content	Protein content	Fat content
SD1	3 588.7	436.5	1 212.1	71.46 ± 0.18 c	8.32 ± 0.23 c	4.18 ± 0.08 a
SD2	3 493.2	430.2	1 153.1	71.55 ± 0.29 bc	8.48 ± 0.17 bc	4.16 ± 0.05 a
SD3	3 446.6	421.7	1 067.2	72.10 ± 0.26 a	8.40 ± 0.11 bc	4.10 ± 0.08 a
SD4	3 021.9	408.8	996.7	71.88 ± 0.28 ab	8.58 ± 0.13 b	4.08 ± 0.11 ab
SD5	2 732.2	383.8	916.9	71.48 ± 0.13 c	8.92 ± 0.29 a	3.98 ± 0.10 b

表 3 不同播期处理下气象因子与玉米子粒产量、品质的相关分析

Table 3 Correlation analysis between meteorological factor and spring maize yield, grain quality

气象因子	产 量	淀粉含量	蛋白含量	脂肪含量
Meteorological factor	Yield	Starch content	Protein content	Fat content
10℃积温	0.680**	0.022	-0.724**	0.714**
降雨量	0.644*	0.025	-0.798**	0.713**
日照时数	0.964**	-0.161	-0.750**	0.699**

注:★和★★分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著或极显著相关。

Note: ★ and ** mean correlation significant at the 0.05 and 0.01 level, respectively.

3 结论与讨论

播期是影响玉米产量的重要因素之一,适宜的播种期可以充分利用生长期内的温度、雨水和光照,以充分发挥当地自然条件和土壤作用^[4]。播期对玉米的影响是与生长发育期间光、热、水和土壤等生态因子综合作用的结果,然而因地域条件、品种类型^[3]、土壤类型等方面的差异,其影响结果不尽相同。

不同播种期条件下,玉米生育进程、形态指标表现较大差异^[6],其中,气温是影响玉米生育期长短的主要因子^[7,18]。刘战东等^[9]研究结果表明,不同播期处理间夏玉米株高和叶面积指数(LAI)差异显著,晚期播种的玉米 LAI 峰值推后。在生育进程方面,播期对春玉米播种至拔节期进程影响最大^[20],晚播春玉米生育期缩短。本研究结果表明,在吉林省中部地区不同播期处理对拔节期至大喇叭口期玉米单株叶

面积影响较大,5月7日和4月27日播种处理株高较高。

一般认为,北方玉米适当早播可以增产,早播可以为后期干物质增长和长时间维持较高的积累速度打下良好的物质基础^[21]。本研究表明,早播(4月19日)处理下营养生长期物质积累量较大,引起早衰使生殖生长期物质积累量下降;而晚播(5月25日)处理下营养生长和生殖生长物质积累量都明显低于其他处理,这说明播种过早或过晚都不利于玉米生物量的积累;适期播种(4月27日、5月7日)能充分协调该地区玉米营养生长和生殖生长的关系,有利于保持相对较高的物质积累速率,促进物质的合成与积累,产量水平最高。从产量构成来看,在4月27日前及5月7日后播种,玉米穗粒数和百粒重降低,说明穗粒数和百粒重是播期影响玉米产量的主要因素,该地区适宜播种日期应在4月27日与5月7日之间。

基因型和环境因素是影响玉米子粒产量与品质的主要因素^[22~24],特别是温度^[25]、光照和积温^[26]等气象因子对产量和品质影响较大。刘淑云等^[27]通过山东、新疆异地互换品种和播期试验结果表明,气温日较差是造成产量差异的重要因素,同时也是影响玉米子粒品质形成的关键因子。段鹏飞等研究结果证明,气象因子与粗蛋白含量相关性显著而与淀粉、粗脂肪及赖氨酸的相关性未达到显著水平。从本研究结果来看,日照时数、积温以及降雨量是不同播期条件下影响玉米产量和品质的重要因素,相关分析表明,不同播期下玉米产量、脂肪含量与积温、日照时数及降雨量存在极显著正相关($P<0.01$),与蛋白质含量存在极显著负相关($P<0.01$)。在5月7日播期处理下子粒中淀粉含量以及营养成分总含量最高,因此,适时播种对于营养成分的合成与积累具有重要意义。在本试验条件下,吉林省中部地区玉米适宜播种日期在4月27日至5月7日之间,最适宜播种日期在5月7日左右。

参考文献:

- [1] 王宗明,于磊,张柏,等.过去50年吉林省玉米带玉米种植面积时空变化及其成因分析[J].地理科学,2006,26(3):299-305.
- [2] 马树庆,王琪,姜丽霞.东北地区水稻低温冷害气候风险分析[J].中国农业气象,2007,28(增刊):202-204.
- [3] 王琪,马树庆,徐丽萍,等.东北地区春旱对春玉米幼苗长势的影响指标和模式[J].自然灾害学报,2011,20(5):141-147.
- [4] 曹铁华,梁垣赫,刘亚军,等.吉林省气候变化对玉米气象产量的影响[J].玉米科学,2010,18(2):142-145.
- [5] 张凯,李巧珍,王润元,等.播期对春小麦生长发育及产量的影响[J].生态学杂志,2012,31(2):324-331.
- [6] 燕妮,孙万仓,朱惠霞,等.播期对冬油菜越冬率及生理生化特性的影响[J].中国农学通报,2007,23(3):250-253.
- [7] 张宁,杜雄,江东岭,等.播期对夏玉米生长发育及产量影响的研究[J].河北农业大学学报,2009,32(5):7-11.
- [8] 刘明,陶洪斌,王璞,等.播期对春玉米生长发育与产量形成的影响[J].中国生态农业学报,2009,17(1):18-23.
- [9] 王小春,杨文钰,龚江洪,等.播期对不同株型玉米灌浆特性的影响[J].作物杂志,2009(2):55-57.
- [10] 张富海,陈旭东,沙玉芬,等.胶东玉米品种播期研究初探[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2011,28(2):93-95.
- [11] 刘培利,刘绍棣,东先旺,等.高产夏玉米与播期的关系[J].玉米科学,1993,1(1):23-26.
- [12] 杨恒山,张玉芹,徐寿军,等.超高产春玉米干物质及养分积累与转运特征[J].植物营养与肥料学报,2012,18(2):315-323.
- [13] 陆卫平.玉米高产群体质量指标及其调控途径[D].南京:南京农业大学硕士学位论文,1997.
- [14] 聂居超,李凤海,史振声,等.播期对不同玉米品种产量的影响[J].杂粮作物,2010,30(4):275-278.
- [15] Mehdi Dahmardeh. Effects of sowing date on the growth and yield of maize cultivars (*Zea mays* L.) and the growth temperature requirements. African Journal of Biotechnology[J]. 2012, 11(61): 12450-12453.
- [16] Seyyed G M, Mohamad J D S. Effect of planting date and plant density on morphological traits, LAI and forage corn (Sc. 370) yield in second cultivation[J]. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 2012, 3(1): 57-63.
- [17] 刘唐兴,官春云,雷冬阳.作物抗倒伏的评价方法研究进展[J].中国农学通报,2007,23(5):203-206.
- [18] 朱英华.不同播期对玉米品种生育进程和产量潜力的影响[D].长沙:湖南农业大学硕士学位论文,2003.
- [19] 刘战东,肖俊夫,南纪琴,等.播期对夏玉米生育期、形态指标及产量的影响[J].西北农业学报,2010,19(6):91-94.
- [20] 刘明,陶洪斌,王璞,等.播期对春玉米生长发育、产量及水分利用的影响[J].玉米科学,2009,17(2):108-111.
- [21] 吕新,白萍,张伟,等.不同播期对玉米干物质积累的影响及分析[J].石河子大学学报(自然科学版),2004,22(4):285-288.
- [22] Jaliya M M, Falaki A M, Mahmud M, et al. Effect of sowing date and NPK fertilizer rate on yield and yield components of quality protein maize (*Zea mays* L.) [J]. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 2008, 3(2): 23-29.
- [23] Gaile Z. Maize (*Zea mays* L.) response to sowing timing under a-gro-climatic conditions of Latvia [J]. Žemdirbystē (Agriculture), 2012, 99(1): 31-40.
- [24] Fahey N A. FAHEY. Yield quality and development of forage maize as influenced by dates of planting and harvesting [J]. Canadian Journal of Plant Science, 1983: 63: 157-168.
- [25] 段鹏飞,刘天学,赵春玲,等.气象因子对河南省夏玉米产量与品质的影响[J].核农学报,2011,25(2):353-357.
- [26] 曹士亮,于芳兰,王成波,等.降水量与积温对玉米气象产量影响的综合分析[J].作物杂志,2009(3):62-65.
- [27] 刘淑云,董树亭,胡昌浩.不同海拔高度对玉米品质性状影响的研究[J].玉米科学,2005,13(2):68-71,87.

(责任编辑:胡娟)