

东北地区近 46 年玉米气候资源变化研究^{*}

贾建英, 郭建平^{**}

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

摘要: 利用东北 3 省 70 个基本气象站 1961–2006 年逐日日平均气温、日最低气温资料, 计算分析各年代 80% 保证率下 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 初日、初霜日、生育期天数、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温及玉米不同品种的布局变化。结果表明: 与 20 世纪 60 年代相比, 玉米气候资源在 2001–2006 年增加较显著。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 初日除大兴安岭漠河外其它地区普遍提前了 2~10d; 初霜日除大兴安岭地区提前 5~20d, 小兴安岭和辽宁省变化不明显, 其它地区普遍推迟 5~10d; 生育期天数除大兴安岭北部减少 10d 左右, 吉林省北部变化不明显, 其它地区普遍增加了 10d 左右; $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温除大兴安岭变化不明显, 其它地区普遍增加 200~400 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。在玉米适宜生长区域内适宜播种期较 60 年代普遍提前了 2~10d; 不同品种熟型玉米分布界线在 2001–2006 年北移东扩很显著, 小兴安岭可以种植极早熟品种, 三江平原成为中熟和中晚熟品种区域, 松嫩平原南部亦可种植晚熟品种, 长白山地带以前不能满足玉米生育热量条件的区域, 也可以种植早熟品种了。

关键词: 东北地区; 玉米气候资源; 播种期; 品种布局

Studies on Climatic Resources Change for Maize over Last 46 Years in Northeast China

JIA Jian-ying, GUO Jian-ping

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the daily average and minimum air temperature data of 70 meteorological stations in the Northeast China from 1961 to 2006, the spatial variations of first date of the temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$, the first frost date, days of growing period and the accumulated temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ at 80% of the assuredness probability over last 46 years for the different maize varieties were analyzed. The results showed that climatic resources for maize increased significantly in 2001–2006 compared to the 1960s. First date of the temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ was 2–10 days earlier except in Mohe of Daxing'an Mountains. First frost date was 5–10 days later except in Daxing'an Mountains where it became 5–20 days earlier, and in Xiaoxing'an Mountains and Liaoning Province it was not significantly. The days of the growing period increased about 10 days except in the northern part of Daxing'an Mountains where it decreased 10 days and in the northern part of Liaoning Province it was not significantly. The accumulated temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$ increased by 200–400 $^{\circ}\text{C}$ except in Daxing'an Mountains and Xiaoxing'an Mountains where it was not significantly. In the fitting districts for maize growing, planting date came earlier 2–10 days than the 1960s. Distribution line of the different maize varieties moved obviously toward east and north in 2001–2006, extremely early-maturing varieties were planted in Xiaoxing'an Mountains, while the medium-maturing varieties and medially late-maturing varieties were planted in Sanjiang Plain, and late-maturing variety was planted in the south part of Songnen Plain, and early-maturing variety could be planted some areas in Changbai Mountains which were lack of heat condition for maize growing before 2000.

Key words: Northeast China; Climatic resources for maize; Planting date; Variety distribution

^{*} 收稿日期: 2008-12-03 ^{**} 通讯作者。E-mail: gjp@cams.cma.gov.cn

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2006BAD04B02); 公益性行业(气象)科研专项(GYHY200806008)

作者简介: 贾建英(1984–), 甘肃酒泉人, 硕士生, 主要从事农业气象灾害研究。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)第 4 次评估报告标志着气候变暖已成不争的科学事实^[1],中国近百年增暖的幅度为 0.5~0.8℃,近 50a 中国平均气温升高以北方为主,升温速率达 0.8℃/10a,远大于全球平均的升温速率,而东北地区是增温最显著的地区之一^[2]。农业是对气候变化最敏感的领域之一,东北 3 省农业自然资源丰富、水土资源配置优越,是重要的商品粮生产基地。年产玉米 4000 万 t 左右,约占全国玉米总产量的 1/3,稳居全国首位。目前关于气候变化对作物影响方面的研究很多,主要侧重于对作物播种期和生育期变化^[3-7]、产量以及作物种植结构变化的影响方面^[8-15],国内外许多学者也用作物生长模式与气候模式相结合的方法研究气候变化对作物的可能影响^[16-20],综合众多研究结果都表明改变播种期和品种是适应气候变化的重要措施。气候变化对东北玉米影响的研究则集中于用作物模型模拟产量^[16,21]以及对玉米产量和农业气候特征分析^[13,22-23],而从玉米气候资源角度研究东北玉米适应气候变化措施的研究则很少。因此,本文拟着重从玉米气候资源的角度研究气候变化对东北玉米播种期和品种熟型的影响,以期给东北玉米生产提供参考。

1 资料和方法

1.1 资料

以东北 3 省 70 个基本气象站(包括黑龙江省 27

个,吉林省 20 个,辽宁省 23 个)1961-2006 年的逐日平均气温、日最低气温为基本资料。

1.2 方法

东北 3 省是春玉米的主要产区,该区属寒温带、中温带湿润(半湿润)气候,冬季气温低,≥10℃活动积温在 2000~3600℃·d,夏季平均气温在 20~25℃,全年降水 60%集中在 7-9 月,日照充足,适宜玉米生长发育。东北 3 省玉米种植区域广,地域间差异很大,品种熟型的分布随纬度、地形都有很大变化。

在农业生产上,一般把≥10℃初日作为喜温作物开始播种和生长期,因此把≥10℃初日作为玉米的适宜播种期;由于霜冻是限制玉米生长的重要气象灾害,故把初霜日作为玉米生长的终止期;把≥10℃初日和初霜日期间的日数作为玉米的生育期天数。而≥10℃积温的多寡可以反映玉米完成整个发育期对热量的总要求。

对于作物品种布局来说,农业上多采用 80%保证率作为指标。通过计算各站逐年玉米适宜播种期(≥10℃初日)、热量条件(≥10℃积温)、初霜日以及玉米生育期天数(≥10℃初日与初霜日期间的天数),按年代对各站玉米气候资源进行 80%保证率取值,利用 ARCGIS 绘制各年代玉米气候资源区域分布图,最后根据玉米不同品种所需热量条件(表 1)进行东北玉米品种布局分析。

表 1 东北地区不同品种玉米播种-成熟所需热量条件

	晚熟	中晚熟	中熟	中早熟	早熟	极早熟
≥10℃活动积温(℃·d)	2800~3000	2700~2800	2550~2700	2400~2550	2100~2400	2100~2200
生育期(d)	145~150	135~145	120~140	120~128	115~125	100~115

2 结果与分析

2.1 80%保证率下≥10℃初日的年代际变化

由图 1 可见,相对于 60 年代,70 年代除大小兴安岭部分地区初日提前,其它地区基本都推后;80 年代大小兴安岭地区初日普遍提前 2~10d,长白山地区则推后 2~5d,其它地区变化不是很明显;90 年代大小兴安岭地区略微提前,但较 70 年代和 80 年代则初日推后,但黑龙江南部以及吉林和辽宁省大部地区初日提前 2~5d,长白山地区则推后 2~5d;2001-2006 年除大兴安岭漠河地区初日推迟 2~5d,其余地区初日都提前 2~10d,是近半世纪≥10℃初日出现最早的几年。

2.2 80%保证率下初霜日的年代际变化

由图 2 可见,从各个年代初霜日分布变化比较可以看出,大兴安岭地区 80 年代初霜日最晚,2001-2006 年最早,漠河初霜日竟提前至 8 月上旬,较其它年代提前了 10~20d;小兴安岭 80 年代和 90 年代初霜日较其它年代推迟 5~10d;黑龙江省南部 2001-2006 年初霜日较其它年代则普遍推迟 5d 左右。吉林省初霜日在这 46a 间不断推迟,西部地区基本推迟了 5~10d,而东部地区基本推迟 5d 左右。辽宁省初霜日变化不是很明显,相对来说,90 年代大部分地区初霜日出现较晚。

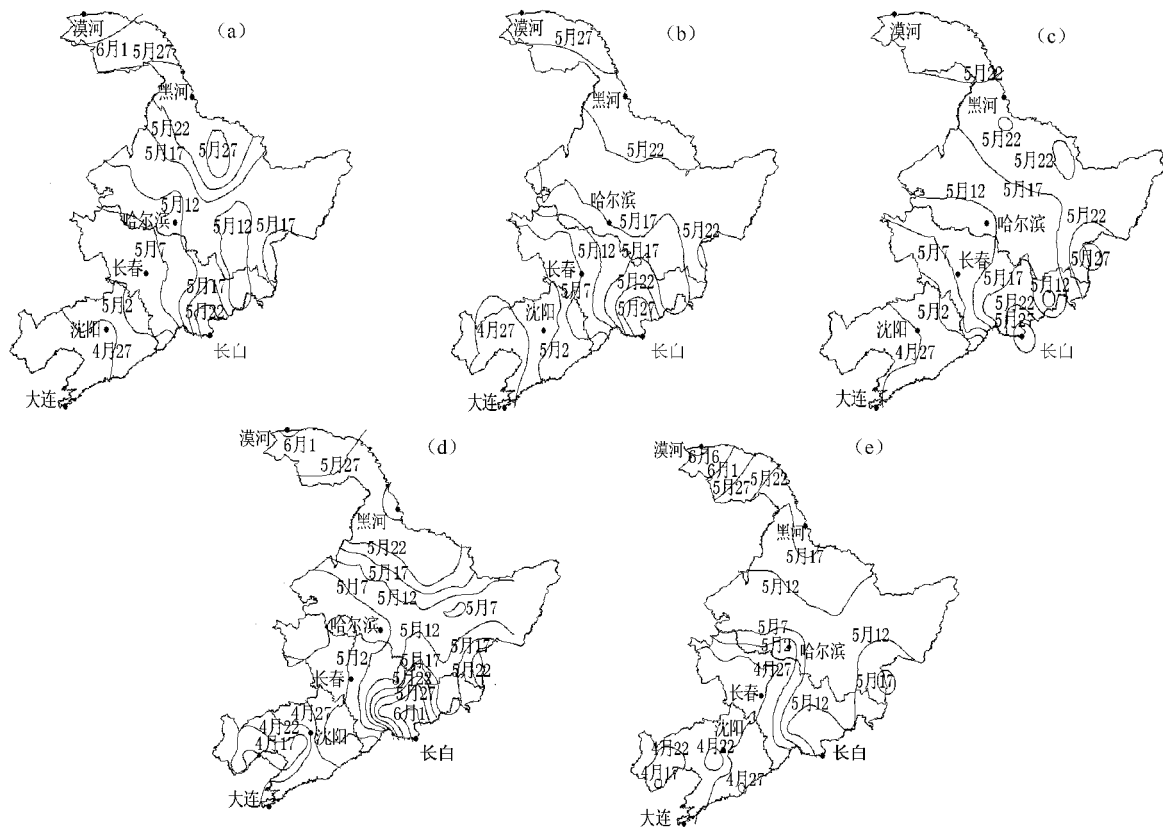


图 1 东北地区 80% 保证率下 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 初日各年代区域分布

(a) 60 年代; (b) 70 年代; (c) 80 年代; (d) 90 年代; (e) 2001—2006 年。以下各图同

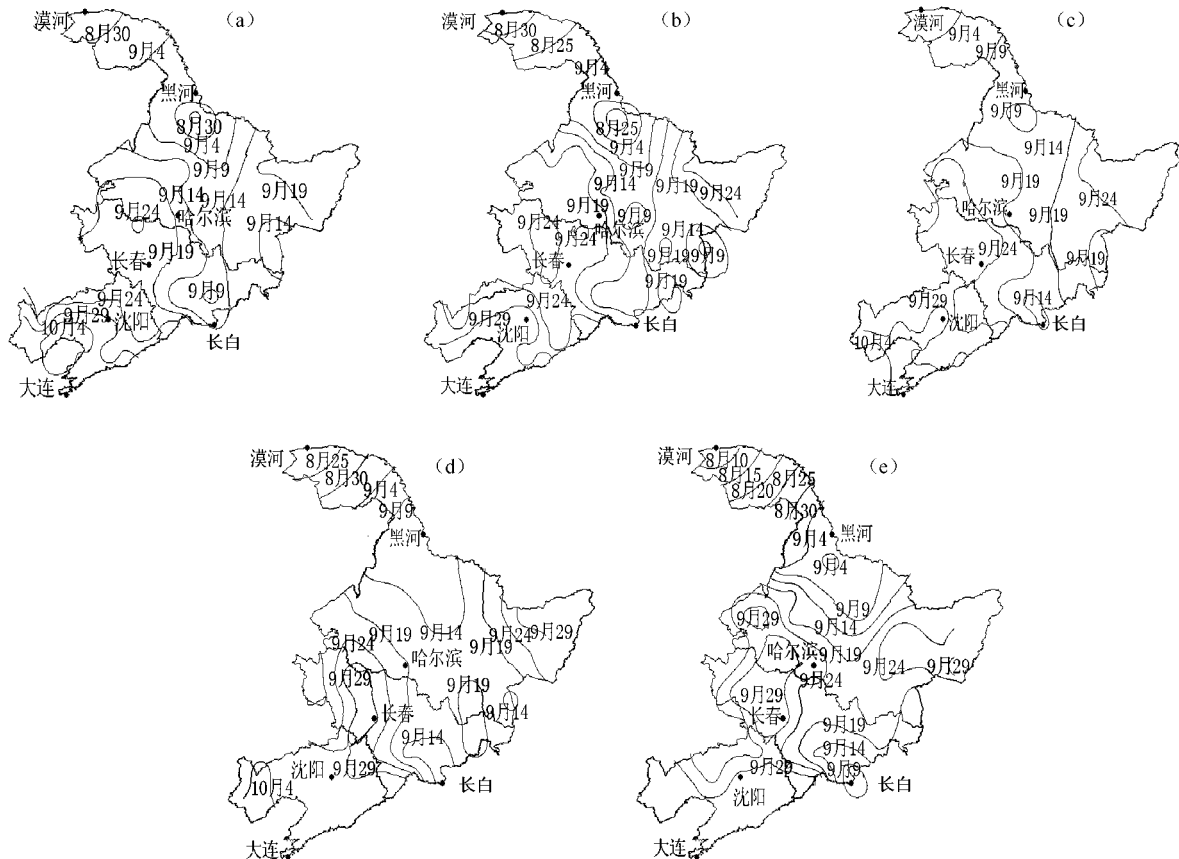


图 2 东北地区 80% 保证率下初霜日各年代区域分布

2.3 80% 保证率下生育期天数年代际变化

由图 3 可见,相对于 60 年代来说,70 年代除大兴安岭漠河、三江平原和辽东半岛生育期增加外,其它地区生育期基本都减少;80 年代大小兴安岭地区生育期普遍增加 10~20d,其它地区也都有不同程度的

增加,只在长白山局部小范围减少 2~10d;90 年代小兴安岭、松嫩平原以及辽河平原生育期平均增加 10d 左右,长白山部分地区减少 2~10d;2001~2006 年与 90 年代变化差不多,只是大兴安岭漠河生育期减少 10d 左右,长白山地区增加了 10d 左右。

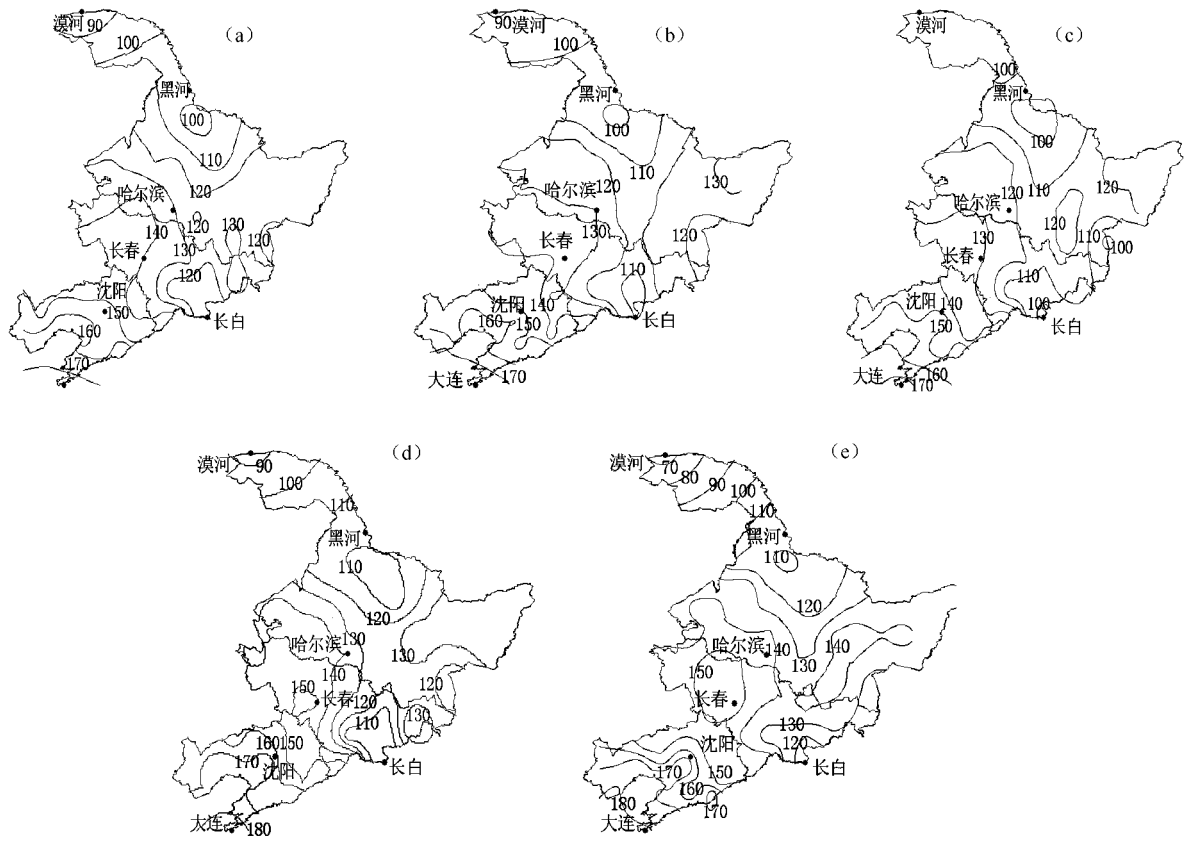


图 3 东北地区 80% 保证率下生育期天数(d)各年代区域分布

2.4 80% 保证率下 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温年代际变化

由图 4 可见,相对于 60 年代, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 70 年代在小兴安岭北部减少 100~200 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,吉林省西部减少 100 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 左右,辽宁省南部减少 100~200 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;80 年代大小兴安岭增加了 100~200 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,其它地区变化不明显;90 年代黑龙江省普遍增加 100~200 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,吉林省西部增加 100 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 左右,东部则减少 100 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 左右,辽宁省南端增加 100~200 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;到 2001~2006 年,除大兴安岭地区变化不显著,其它地区基本上都增加 200~400 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。

2.5 80% 保证率下品种布局年代际变化

辽宁省热量资源丰富,品种熟型不受热量条件的限制。由图 5 可见,除东北部很小区域 2000 年前须种植中晚熟品种,70 年代须种植中熟品种,其它区域都满足晚熟品种的所需热量条件。

与 60 年代相比,晚熟品种在 90 年代和 2001~

2006 年北扩区域较大,至 2001~2006 年松嫩平原南部可以种植晚熟品种,吉林省西部占全省一半以上的面积都为该品种区域;东部长白山地带 2000 年以前不能满足玉米生育热量条件的区域,至 2001~2006 年也可以种植早熟品种,原为极早熟的区域可以种植早熟和中早熟品种,原为中早熟的区域至 2000 年成为中熟品种区域;三江平原原为中早熟品种的区域在 90 年代可以种植中熟品种,至 2001~2006 年间成为中晚熟品种区域;小兴安岭 2000 年以前不能满足玉米生长所需热量条件,2001~2006 年也成为极早熟品种区域;其它区域随着热量资源的增加,2001~2006 年品种熟型分布都北移,原为极早熟品种区域成为早熟品种区域,原为早熟品种区域成为中熟和中早熟品种区域,原为中早熟品种区域成为中熟和中晚熟品种区域,原为中熟品种区域成为中晚熟品种区域。

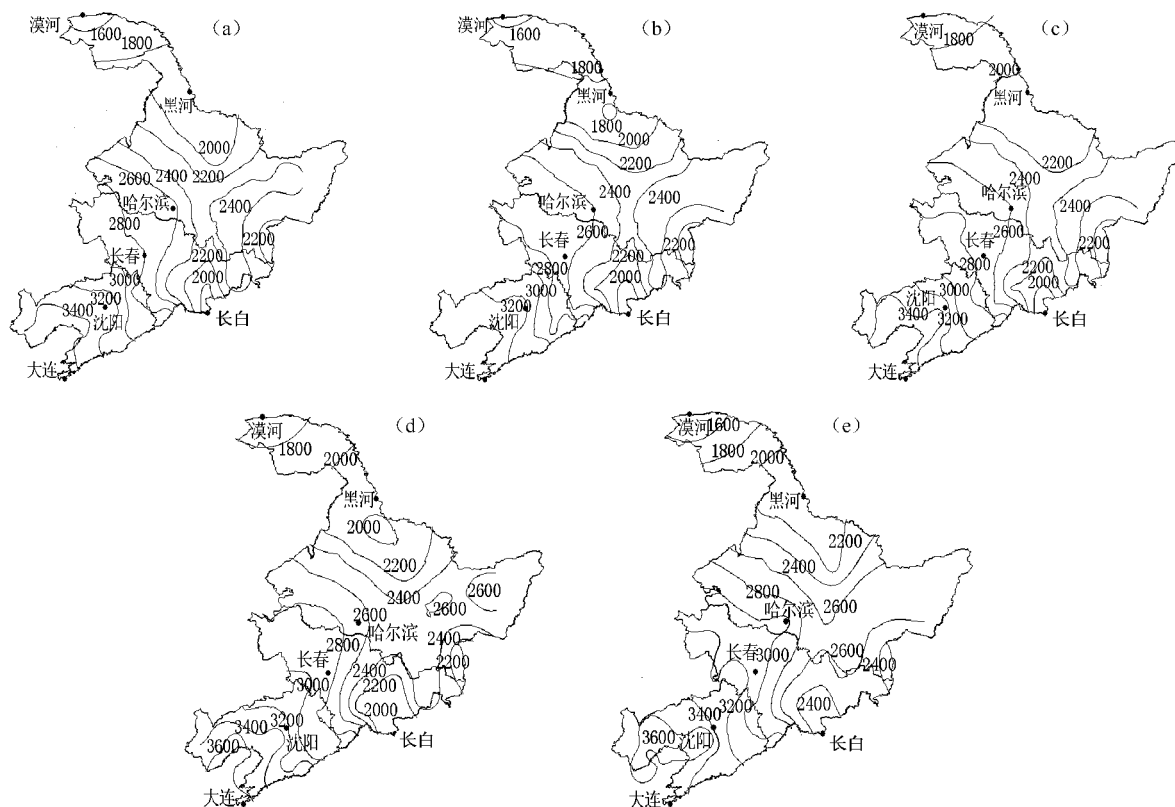


图 4 东北地区 80% 保证率下 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$) 各年代区域分布

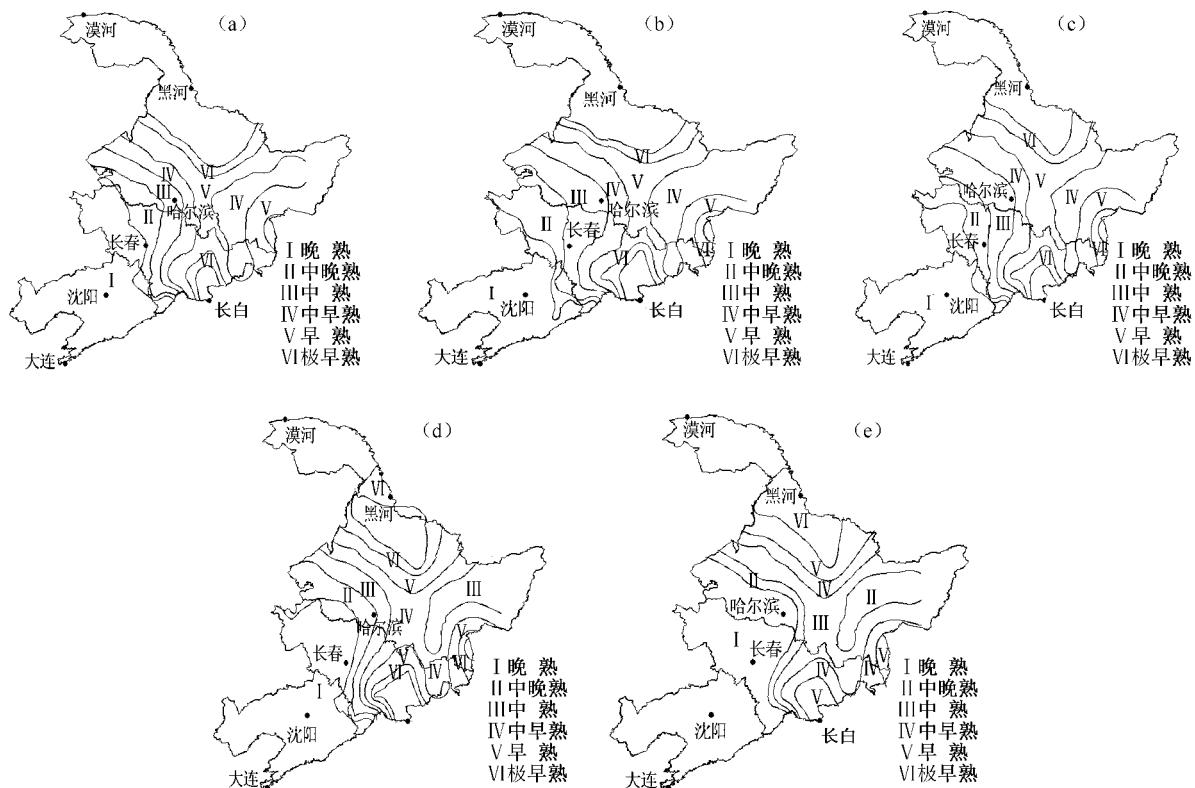


图 5 东北地区 80% 保证率下各年代品种布局

3 结论与讨论

(1)近46a东北玉米适宜播种期随着气候变暖逐渐提前,与20世纪60年代相比,2001-2006年在玉米适宜生长区域内适宜播种期普遍提前2~10d。小兴安岭地区提前5~10d,适宜播种期为5月12日-5月17日;黑龙江省南部大部分区域2001-2006年玉米适宜播种期为5月7日-5月12日;吉林省西部提前10d左右,适宜播种期为4月22日-4月27日;长白山地区提前5~10d,适宜播种期为5月12日-5月17日;辽宁省提前1~10d,适宜播种期为4月17日-4月27日。

(2)不同品种熟型玉米分布界线在2001-2006年北移东扩很显著,晚熟品种北移至松嫩平原南部,东扩至吉林省中部,长白山地带2000年以前不能满足玉米生育热量条件的区域,至2001-2006年也可以种植早熟品种,三江平原可以种植中熟和中晚熟品种,小兴安岭地区也可以种植极早熟品种了,原为极早熟品种区域成为早熟品种区域,原为早熟品种区域成为中熟和中早熟品种区域,原为中早熟品种区域成为中熟和中晚熟品种区域,原为中熟品种区域成为中晚熟品种区域。

由于本研究是从玉米气候资源的角度出发来分析气候变暖对东北玉米播种期和品种布局的影响,保证了不同品种熟型玉米从播种到成熟所需的热量条件,在气候波动不大的情况下该播种期和品种布局分布符合东北玉米应对气候变化的需要,具有科学保障性;而实际玉米生产中受到社会因素及人为因素的影响,存在盲目引种和播种期不适的现象,从而给玉米生产带来不利影响,因此下一步有待于获取不同品种玉米播种区域资料和播种期资料,与研究结果相比较,纠正品种熟型不搭和播种期不适的情况,使东北玉米在气候变暖背景下获得最优产量,为东北玉米的可持续发展提供科学指导。

参考文献:

- [1]秦大河,陈振林,罗勇,等.气候变化科学的最新认知[J].气候变化研究进展,2007,3(2):63-73.
- [2]任国玉,初子莹,周雅清,等.中国气温变化研究最新进展[J].气候与环境研究,2005,10(4):701-716.
- [3]段金省,牛国强.气候变化对陇东塬区玉米播种期的影响[J].干旱地区农业研究,2007,25(2):235-238.
- [4]余卫东,赵国强,陈怀亮.气候变化对河南省主要农作物生育期的影响[J].中国农业气象,2007,28(1):9-12.
- [5]Tao F L, Masayuki Yokozawa, Xu Y L. Climate changes and trends in phenology and yields of field crops in China, 1981-2000[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2006,138:82-92.
- [6]王位泰,黄斌,张天锋,等.陇东黄土高原冬小麦生长对气候变暖的响应特征[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):153-158.
- [7]车少静,智利辉,冯立辉.气候变暖对石家庄冬小麦主要生育期的影响及对策[J].中国农业气象,2005,26(3):180-183.
- [8]苏占胜,陈晓光,黄峰,等.宁夏山区小麦产量变化特征及其对气候变化的响应[J].干旱地区农业研究,2007,25(2):218-225.
- [9]刘德祥,郭俊琴,董安祥,等.气候变暖对甘肃夏秋作物产量的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(4):123-128.
- [10]王毅荣.甘肃省粮油产量对气候变暖的敏感性研究[J].干旱地区农业研究,2006,24(5):202-207.
- [11]云雅如,方修琦,王媛,等.黑龙江省过去20年粮食作物种植格局变化及其气候背景[J].自然资源学报,2005,20(5):697-705.
- [12]方修琦,王媛,徐钺,等.近20年气候变暖对黑龙江省水稻增产的贡献[J].地理学报,2004,59(6):820-828.
- [13]王宗明,宋开山,李晓燕,等.近40年气候变化对松嫩平原玉米带单产的影响[J].干旱区资源与环境,2007,21(9):112-117.
- [14]冯玉香,何维勋.我国玉米霜冻害的时空分布[J].中国农业气象,2000,21(3):6-10.
- [15]云雅如,方修琦,王丽岩,等.我国作物种植界线对气候变暖的适应性响应[J].作物杂志,2007,(3):20-23.
- [16]金之庆,葛道阔,石春林,等.东北平原适应全球气候变化的若干粮食生产对策的模拟研究[J].作物学报,2002,28(1):24-31.
- [17]尚宗波.全球气候变化对沈阳地区春玉米生长的可能影响[J].植物学报,2000,42(3):300-305.
- [18]Abraha M G, Savage M J. Potential impacts of climate change on the grain yield of maize for the midlands of Kwa-Zulu-Natal, South Africa[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2006,115:150-160.
- [19]Roberto J M, Dev N, Gregory S B, et al. Potential individual versus simultaneous climate change effects on soybean (C3) and maize (C4) crops: an agrotechnology model based study[J]. Global and Planetary Change, 2006,54:163-182.
- [20]Kapetanakis G, Rosenzweig C. Impact of climate change on maize yield in central and northern Greece: a simulation study with CERES-maize[J]. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 1997,(1):251-257.
- [21]高永刚,顾红,姬菊枝,等.近43年来黑龙江气候变化对农作物产量影响的模拟研究[J].应用气象学报,2007,18(4):532-538.
- [22]马树庆,安刚,王琪,等.东北玉米带热量资源的变化规律研究[J].资源科学,2000,22(5):41-45.
- [23]王宗明,宋开山,张柏,等.松嫩平原过去40年农业气候变化特征分析[J].中国农学通报,2006,22(12):241-246.