

气候变化对陇东塬区玉米播种期的影响

段金省^{1,2}, 牛国强³

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 甘肃 兰州 730020;
2. 甘肃省西峰农业气象试验站, 甘肃 西峰 74500; 3. 定西市气象局, 甘肃 定西 743000)

摘 要: 采用数理统计分析方法对西峰农业气象试验站近 16 年来玉米观测资料和西峰国家基准气象站近 35 年来气象观测资料进行了详细分析计算, 分析结果认为, 气候变化使陇东塬区玉米生育期缩短, 玉米主要发育期(出苗、拔节、开花、乳熟、成熟)较历年均提前, 提前幅度最大的是乳熟和成熟期; 玉米生育期内气温偏高, 热量增加, 降水分配极不均衡, 降水量和日照时数呈逐年减少趋势, 气候变化对玉米播种出苗和开花至成熟期的生长影响较大; 本区传统的玉米适宜播种期已经不适应现在气候背景下玉米生产需要; 当玉米播种期提前 5~10 d 后, 玉米的播种出苗期、拔节抽雄期等生长关键期能够避免春旱、初夏旱、伏旱等气象灾害的影响, 并使玉米生产的关键期处于有利的气候条件下, 对提高产量十分有利。

关键词: 玉米; 发育期; 倾向率; 播种期

中图分类号: S162.4; S513.042 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)02-0235-04

全球气候变化对人类生存环境的影响已受到国际社会的普遍关注。尤其是气候变暖对农业生产的影响研究方面, 中外学者在这一领域进行了大量的研究工作, 取得了丰硕的成果。如 Kimball(1983)从 37 种作物的 70 多个研究报告中整理了 430 个实例, 结果表明若大气中的 CO₂ 浓度增加, 使全球农作物的产量将增加 30% 左右。也有许多学者利用气候模式模拟未来中国农作物的变化趋势, 认为气候变暖将会使作物的发育速率加快, 生育期缩短, 引起减产^[1,3]。韩永祥^[4]、张谋草^[5]等深入分析了气候变化对西北区和陇东塬区农业生产的影响, 比较客观地评价了气候变化对本区农业种植结构、作物布局和产量构成等方面影响的利弊分析, 总体认为气候变化对农业生产的影响利大于弊。为了适应气候变化, 最大限度地利用气候资源, 趋利避害, 求得最大的经济效益, 需要对作物的播种期进行适当调整。陇东属于黄土高原丘陵沟壑区, 是干旱半干旱雨养农业区, 大秋作物的玉米是本区的第二大作物, 虽然我区气候条件整体能满足大秋作物生长需要, 但由于作物生长各时段对光、热、水的需求不同, 尤其是自然降水的季节分布极不均衡, 因此, 适当调整作物的适宜播种期, 充分利用热量资源, 使有限的水资源得到充分合理地利用, 是我区农业生产决策的重要方面。

1 资料来源

气象资料来源于西峰国家基准气象观测站, 资

料年代为 35 a(1971~2005 年), 玉米的发育期、产量和产量分析资料均来源于甘肃省西峰农业气象试验站多年观测试验结果, 资料年代为 16 a(1990~2005 年)。

2 结果与分析

陇东地区的大秋作物——玉米传统的适宜播种期一般在 4 月中、下旬由北向南播种, 平均播种日期为 4 月 22 日; 收获期为 9 月上、中旬, 平均收获期为 9 月 9 日。全生育期 125~164 d, 平均生育期为 134 d; ≥ 0 积温 2 514~2 776.7℃, 平均为 2 625.5℃; 生育期内降水量 246.3~542.8 mm, 平均为 431.7 mm; 日照 964.6~1 143.5 h, 平均 1 059.6 h。

2.1 玉米生育期的变化

利用玉米各生育期之间的间隔天数随年代变化的线性回归模拟方法, 得其倾向率见表 1。若倾向率为正, 则表明发育期日期推后、间隔日数增加、生育期天数延长; 反之, 则表明发育期日期提前、间隔日数减少、生育期天数缩短。由表 1 可知, 每 10 a 播种期提前 0.5 d, 出苗期提前 1 d, 三叶期推后 0.8 d, 七叶期推后 0.6 d, 拔节期提前 0.4 d, 抽雄期推后 0.3 d, 开花期提前 0.8 d, 吐丝期推后 0.7 d, 乳熟期提前 1.5 d, 成熟期提前 7.8 d。玉米播种期和生育期随时间的变化而有不同变化。20 世纪 90 年代和 2000 年以后其变化分别为: 实际播种期: 4 月 22 日→4 月 21 日; 出苗期: 5 月 4 日→5 月 3 日; 三叶期:

5 月 11 日→5 月 12 日;拔节期:6 月 21 日,不变;抽雄期:7 月 14 日→7 月 15 日;开花期:7 月 16 日→7 月 15 日;吐丝期:7 月 19 日→7 月 18 日;乳熟期:8 月 13 日→8 月 11 日;成熟期:9 月 11 日→9 月 6 日。生育期实际出现日期与计算模拟相吻合,因此,用倾向率来分析生育期日期变化是可行的。

表 1 玉米各发育期日期随年代变化的倾向率
Table 1 the incline ratio of growth date change with years of maize

生育期 Growth period	播种 Sowing	出苗 Seeding	三叶 Three leaves	七叶 Seven leaves	拔节 Jointing	抽雄 Heading	开花 Blooming	吐丝 Spin	乳熟 Milk mature	成熟 Mature
倾向率 Incline ratio	−0.0485	−0.1059	0.0838	0.0603	−0.0358	0.025	−0.0809	0.0676	−0.1485	−7.796

从表 2 可以看出,玉米各生育期之间的日数变化是明显的。播种到出苗的间隔日数每 10 a 缩短 0.6 d,出苗至三叶每 10 a 延长 2 d,三叶至七叶每 10 a 缩短 0.2 d,七叶至拔节每 10 a 缩短 1 d,拔节至抽雄、开花至吐丝之间每 10 a 分别延长 0.6、1.5

d;抽雄至开花、吐丝至乳熟、乳熟至成熟各阶段每 10 a 分别缩短了 1 d、2 d、6 d,全生育期每 10 a 缩短了 7.3 d。由此可见玉米全生育期的天数是减少的,整个生育期缩短,回归模拟和实际观测的结果误差只有 1.5 d。

表 2 玉米生育期间隔日数、积温、降水、日照和气温随年代变化的倾向率
Table 2 The incline ratio of factors in growth period with years of maize

项目 Item	播种~ 出苗 Sowing~ seeding	出苗~ 三叶 Seeding~ three leaves	三叶~ 七叶 Three leaves~seven leaves	七叶~ 拔节 Seven leaves ~jointing	拔节~ 抽雄 Jointing~ heading	抽雄~ 开花 Heading~ blooming	开花~ 吐丝 Blooming ~spin	吐丝~ 乳熟 Spin~ milk mature	乳熟~ 成熟 Milk mature ~mature	全生 育期 Whole growth period
间隔日数 Alternate days	−0.057	0.19	−0.0235	−0.0956	0.0603	−0.1059	0.1485	−0.2162	−0.625	−0.725
≥0℃ 积温 ≥0℃ accumulated temperature	1.4804	3.3897	1.2549	2.7343	2.875	−2.261	3.4669	−3.7194	−8.0799	1.1409
降水 Precipitation	−0.2589	1.7006	−1.9041	−0.5509	2.2587	−0.1601	−0.7425	−1.04	−1.8899	−2.2556
日照 Sunlight	−0.9038	0.7088	0.2635	−0.6169	−0.0969	−0.7982	−0.8616	−5.6294	−3.1703	−9.3816
气温 Temperature	0.2441	0.0059	0.0863	0.2399	0.0647	−0.3651	0.2199	0.0094	0.0821	0.1035

2.2 玉米生长期内气象要素的变化规律

2.2.1 热量 从表 2 看出,玉米生长期内气温的倾向率除抽雄至开花阶段为负增长外,其它各发育期间均为正,表明气温随年代呈上升趋势,气候逐年变暖。但不同时期增温幅度不同。增温幅度最大的是播种至出苗、七叶至拔节、开花至吐丝,增温幅度达 2.2~2.4℃/10 a;其次是三叶至七叶、拔节至抽雄、乳熟至成熟期,为 0.62~0.86℃/10 a;最小的是出苗至三叶、吐丝至乳熟,达 0.06~0.09℃/10 a。全生育期≥0℃ 积温呈增加趋势,增幅为每 10 a 增加 11.4℃,但是在玉米生长前期为增加趋势,增幅为每 10 a 增加 14.8~33.9℃,而到后期的营养生长阶段主要为减少趋势,减幅为每 10 a 减少 22.6~80.8℃。

2.2.2 降水 玉米生长期内大部分发育期间的降水倾向率为负(见表 2),只有出苗至三叶、拔节至抽雄期间为正,降水增加幅度为 17~22.6 mm/10a,其

余生长期内均为负,表明降水总趋势是减小,干旱随着年代的增加而加重^[6]。其中三叶至七叶(5 月中下旬)、吐丝至成熟(7 月中旬至 9 月上旬)期间的降水减少幅度最大,减幅为 10.4~19 mm/10a;其它发育期间的减幅为 1.6~7.4 mm/10a,全生育期降水量减幅达 22.6 mm/10a。

2.2.3 日照 日照在玉米生长期内主要呈减少趋势,仅在出苗至三叶、三叶至七叶期间呈增加趋势,增幅为 2.6~7.1 h/10a,其余发育期均呈减少。减幅最大的是吐丝至乳熟和乳熟至成熟,日照时数每 10 a 减少 31.7~56.3 h;减幅最小的拔节至抽雄,每 10 a 减少 1 h,其它发育期日照时数每 10 a 减少 10 h 左右。

2.3 气候变化对玉米生长发育的影响

玉米是喜温短日照作物,随着气候变暖,生育期内平均气温升高,积温增加,热量富裕,日照和降水相对减少,促使玉米生长加快,发育期提前,全生长

期缩短。在幼苗生长期,是陇东塬区春旱多发时期,降水偏少,气温偏高,特别是在播种至出苗期的4月中下旬正是陇东塬区降水偏少时期,往往造成不能按时播种,使大田播种期推迟,播种后也不能正常出苗,即使出苗,由于气温偏高,使幼苗期生长速度加快,生育期缩短,不利于“蹲苗”生长,苗长势细弱,到灌浆成熟期易出现倒伏现象,使产量降低。

在拔节抽雄期是玉米植株进入旺盛的营养生长和生殖生长并进阶段,是需水关键期,对水分要求较多,在这一时期,本区的热量比平均年份略多、降水量呈逐年增加趋势,每10 a降水量增加20 mm左右,总体来说水分满足了玉米生长需要,对玉米雌穗正常分化小穗和小花生长较为有利;但降水年际波动大,个别年份降水少,对玉米生长不利,如1997年出现初夏旱,拔节至抽雄期间降水量仅为19.1 mm,比多年平均值同期偏少77.7%,当年玉米产量只有2 058.0 kg/hm²,而2003年拔节至抽雄期降水量高达137.3 mm,当年玉米产量为9 334.5 kg/hm²,和1997年相比产量偏高了353.6%。

开花至成熟时期(6月中旬至7月上旬),是陇东塬雨热同季时期,但降水年际变率大。玉米在此期生长要求有较高的温度,适宜的水分和充足的光照。随着气候变暖,热量和光照气象条件基本满足玉米生长需要,但影响产量的最关键因素是水分的供应。水分供应包括该发育期内大气降水和该发育期前期的土壤水分的剩余量。如果大气干旱和土壤干旱同时出现,易造成“卡脖子旱”,这对玉米籽粒形成影响较大。从近16 a来的资料分析来看,出现伏旱的年份较多,但未形成“卡脖子旱”灾害。出现伏旱的年份为1994、1999、2002和2005年,这4年中的7月中旬至9月上旬大气降水量为70~96.8 mm,和正常年份的同期相比偏少45~120 mm,和最高的1993年相比偏少274 mm,降水少、变幅大,对玉米正常灌浆造成一定的影响,但未出现“卡脖子旱”的危害。主要是这几年玉米开花成熟期的前一发育期的土壤剩余水分较多,0~100 cm土壤剩余水分高达50~100 mm,缓解了大气干旱对玉米生长的危害,因此对玉米产量影响不大。在这一时期影响籽粒形成的主要因素是伏期的高温和大风天气,加快了玉米灌浆成熟生长进程,出现高温逼熟现象,缩短了玉米生育期天数,造成玉米果穗籽粒空比率增大,降低产量。

3 现行气候背景下的玉米适宜播种期

从以上分析得出,传统的玉米适宜播种期(4月

中下旬)已经不适应当前气候环境下的种植模式,要做到充分利用气候资源,趋利避害,增产增收的目的,就应适当提前玉米播种日期,使玉米生长过程中的主要发育期处于比较有利的气候条件下生长。陇东塬区玉米生长过程中,对产量影响比较大的就是幼苗生长期的“蹲苗”生长和拔节抽雄期的雌雄蕊分化和小花分化生长阶段,如果在此期的气候条件适宜,可获得玉米丰产,否则出现减产或歉收现象。

3.1 播种出苗期的气候适应性

从整个春季(3~5月)气象资料分析(图1),春季气温逐年偏高,热量增加;降水逐年减少,大风、扬沙天气增多,早春土壤墒情蒸发量大,春旱加重。播种出苗期的4月上中旬平均气温每10 a升高0.56~0.63℃,4月上旬降水量每10 a增加3.3 mm,4月下旬降水量每10 a减少3.6 mm。因此玉米适宜播种期从传统的4月中下旬提前到4月上中旬播种较为有利,这样可以充分利用早春较好的土壤墒情和4月上旬较多的降水保证春播,保证安全出苗,并有利于玉米出苗后遇到干旱环境锻炼,使幼苗根系深扎,进行“蹲苗”生长,有效地避免了4月中下旬播种时经常遇到土壤干旱和大气干旱共同作用,使玉米播期推迟,出现缺苗、断垄现象,对玉米生产造成影响。

3.2 抽雄拔节期的气候适应性

当玉米适宜播种期提前5~10 a后,其它发育期也相应地提前,陇东地区玉米一般拔节抽雄期在6月中旬至7月上旬,适当早播后,玉米拔节抽雄期也提前到6月上旬到6月下旬。通过分析得知,6月份的降水和月平均气温都呈逐年增加趋势,降水量每10 a增加4.2 mm,月平均气温每10 a升高0.5℃左右,使拔节抽雄期等需水关键期和干物质积累关键期能够充分利用春季第一场透雨和春旱转雨时段的降水,提高了水分利用率,能避免或减轻初夏旱和伏旱对抽雄等关键生育期的影响。因此适当提前玉米播种期后,利大于弊,使玉米的主要发育期处于有利的气候条件下生长,同时也适当延长了后期灌浆成熟生长,有利于提高产量,避免了初秋连阴雨对春玉米成熟期生长的影响。

4 小 结

1) 随着气候变暖,陇东塬区春玉米生长的大部分发育期提前,提前幅度最大的是乳熟和成熟期,每10 a提前2~8 d,全生育期天数每10 a缩短7.3 d。各发育期内平均气温不同程度地升高,热量富足有余,≥0℃积温在播种至抽雄前呈增加趋势,开花以后略有减少。

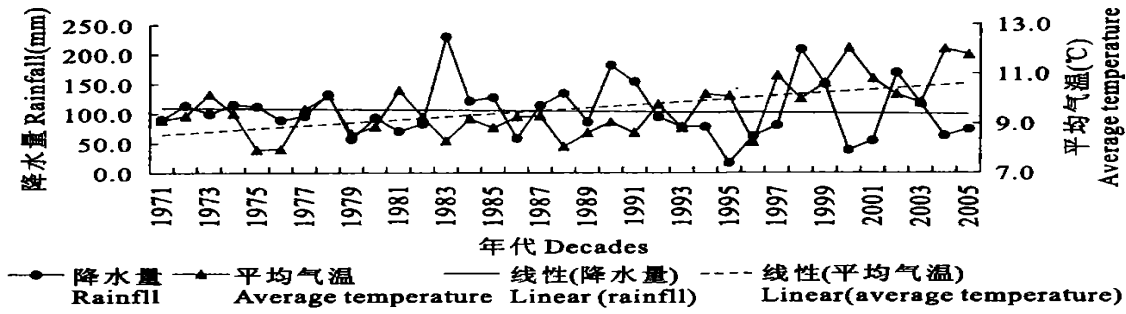


图 1 春季降水气温随年代变化

Fig.1 The precipitation, temperature change in Spring of different decades

2) 按照传统适宜播种日期,4 月中下旬播种的玉米在苗期生长受春旱影响较大,往往是播期推迟,出苗不齐,玉米拔节、抽雄期易受干旱危害,使乳熟成熟期缩短,籽粒形成较差,降低产量。

3) 适时早播 5~10 d 后,玉米整个发育提前,使玉米播种出苗、拔节抽雄和乳熟灌浆处于有利气候条件下生长,并使玉米乳熟成熟生长期延长,避免了春旱、伏旱和初秋连阴雨对玉米生长的综合影响。

4) 陇东塬区春旱严重,每年的春播时期都因干旱影响而不能按时播种,如:2006 年春旱严重,春播工作推迟到 5 月上旬大田才进行,延误生长季节。但西峰农试站的技术人员利用早春较好的底墒,通过覆膜技术,与 4 月上中旬开展了玉米播种工作,在大田玉米进行播种时,西峰农试站种植的玉米已经

进入三叶至七叶生长期,因此建议要早覆膜、早播种,预防春旱影响,是旱作农业区春播工作中防旱抗旱的重要措施之一。

参考文献:

[1] 熊伟,陶福禄,许吟隆,等.气候情景下我国水稻产量变化模拟[J].中国农业气象,2001,22(3):1—5.

[2] 雷水铃.全球气候变化对宁夏春小麦生长和产量的影响[J].中国农业气象,2001,22(2):22—36.

[3] 徐 斌,辛小平,唐华俊.气候变化对我国农业地理分布的影响及对策[J].地理科学进展,1999,18(4):89—94.

[4] 韩永祥,董安祥,王卫东.气候变暖对中国西北主要农作物的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(4):179—185.

[5] 张谋草,赵满来,李锦萍,等.陇东塬区气象要素变化对冬小麦产量影响[J].干旱地区农业研究,2004,22(4):52—55.

[6] 刘德祥,董安祥,邓振镛.中国西北地区近 43 年降水资源变化对农业的影响[J].干旱地区农业研究,2005,23(4):179—185.

Effect of climate change on maize sowing date in the east of Gansu

DUAN Jin-sheng^{1,2}, NIU Guo-qiang³

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA, Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou 730020; 2. Xifeng Agro-meteorological Experiment Station in Gansu Province, Qingyang 745000; 3. Dingxi city Meteorology Bureau, Dingxi, Gansu 743000, China)

Abstract: In order to adapt climate change, tend towards advantage and avoid harm, make the best use of climate resource, and provide good service for local maize production, this article analyzed the observation data of maize from Xifeng agri-meteorological experimental station during recent 16 years and meteorological observation data from Xifeng national benchmark weather station during recent 35 years using statistic method. The result showed that climate warming made maize period shorten in the east of Gansu Province, the main growth period (seeding, jointing, blooming, milk mature and mature) advanced compared with the past years, the largest advance was in milk mature and mature period. Temperature was too high, heat increased, rainfall distributed no-proportionally, precipitation and sunlight hours during maize growth decreased year after year, the climate change affected much seeding and blooming to mature period of maize. The traditional sowing period was not suitable for maize production under the new climate condition. If maize sowing date is 5~10 d earlier, the critical grow period, such as the sowing to seeding and jointing to heading period, can avoid spring drought and summer drought. That is favorable for increase maize yield.

Keywords: maize; growth period; incline ratio; sowing date