

# 鄂东地区年际降水对春玉米的影响

赵俊立 吴宇 常海滨  
(湖北省黄冈市农业科学院,黄冈 438000)

**摘要:**利用湖北省平原丘陵春播玉米区域试验在鄂东地区的大田数据,结合鄂东地区(黄冈)的降水情况,综合分析了鄂东春玉米产量及产量性状与降水的关系,发现鄂东春玉米产量与降水呈显著负相关,与育种年限呈显著正相关,即在鄂东地区降水越多春玉米产量越低,而随着年限推移春玉米产量逐年提高。进而说明了人工育种对玉米产量的提高有正向作用。建议玉米种植户选用耐渍耐涝品种种植,并加强田间排水工作;建议育种工作者培育耐渍材料,或对湖北春玉米产量的提高有更积极的作用。

**关键词:**鄂东;春玉米;产量;降水;育种;相关性

## Influence of Interannual Precipitation on Spring Maize in Eastern Hubei Province

ZHAO Junli, WU Yu, CHANG Haibin  
(Huanggang Academy of Agricultural Sciences, Huanggang 438000, Hubei)

作物生产的稳定受到气候变化的影响和极端天气的威胁,关乎全球粮食安全。农业对气候条件较为敏感,最容易受到气候变化的影响<sup>[1]</sup>。就全国而言,降水是玉米高产稳产性的主要影响因素之一<sup>[2]</sup>。我国的南方玉米产区,苗期常遇阴雨天,花期又会遇梅雨天气<sup>[3]</sup>。玉米生长发育期间遭遇持续的阴雨天气,不仅影响玉米的生长发育和形态建成,还会导致光抑制,光合性能变差,光合物质生产能力降低;在排水不良及地下水水位高的环境中,玉米就会遭遇渍害,若长时间排水不及时,会造成根的腐烂和叶片枯黄,引起严重减产。很多研究表明<sup>[4-9]</sup>,玉米整个生育期

内降水对玉米产量的影响最大,降水量过大或过小均不利于玉米产量的形成。研究较多集中在北方地区,而华中地区降水对玉米产量的影响则鲜有报道。本研究利用6年(2016-2021年)湖北省平原丘陵春播玉米区域试验的大田数据,结合鄂东地区(黄冈)的气象数据对当地玉米产量及产量相关性状进行分析,探究降水对玉米产量及产量相关性状的影响,并对近6年湖北省玉米育种进程进行探讨。

### 1 材料与方法

气象数据来源于黄冈市现代农业科技示范园气象站。产量及相关数据来源于2016-2021年湖北省平原丘陵区域试验A组试验。运用R语言和Excel进行数据处理。运用方差分析、回归分析和系

**基金项目:**湖北省中央引导地方科技发展专项(2018ZYD075);黄冈市本级科技创新专项(YBXM20220019)

[10] 王艳辉,王晓辉,刘晓微,刘辉,陈法军. 大气CO<sub>2</sub>浓度升高条件下水稻营养成分和抗虫物质的变化及其对褐飞虱生长发育与繁殖的影响. 植物保护学报,2022,49(3): 767-774

[11] 郭铁城,曾海涛,徐皓,唐琪,赵冠杰,崔卓越,苟玉琴. 光照和渗透胁迫对枸杞离体叶片花青苷积累的影响. 西北林学院学报,2022,37(4): 73-78

[12] 郭茂胜,周中全,周志华,张舒. 不同搭架栽培方式对武穴佛手山

药产量和效益的影响. 中南农业科技,2022,43(3): 30-32

[13] 张玉,许军阁,刘雨昕,周玥瑶,刘欣,贺星,张沛东. 大气CO<sub>2</sub>浓度升高对鳢草植株生长的影响. 中国海洋大学学报:自然科学版,2020,50(6): 33-41

[14] 杜春莲,代伟程,李龙,崔玉国,侯萍,杨晓宏. 泰山何首乌红脊长蝽发生规律和防治药剂筛选初报. 安徽农学通报,2006,12(3): 89

(收稿日期:2023-07-26)

统控制与协方差分析方法,系统分析了降水与产量之间的线性或非线性关系,解析产量及相关性状之间的关系,以探究降水和玉米育种对产量的形成及相关性状的影响。

## 2 结果与分析

**2.1 降水量** 如图1所示,2016–2021年玉米全生育期期间降水量变化较大,2016年降水量最多,其次为2020年,2018年降水量最少。在玉米生长的全生育期期间,无人工浇水,降水量较少年份也没有出现干旱现象,降水量较多年份田间积水较多,产生了一定的渍害。

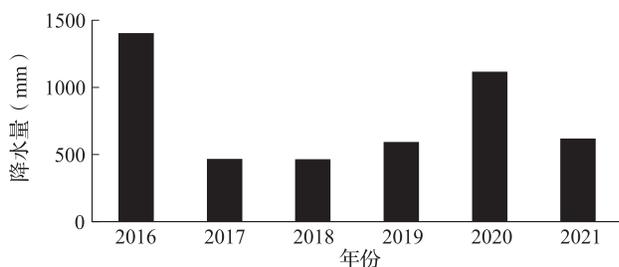


图1 2016–2021年玉米全生育期降水量

**2.2 产量及相关性状** 表1可知,年际间玉米产量及相关性状都有较大差异,其中产量2019年最高,为10863.6kg/hm<sup>2</sup>,2016年最低,为6734.6kg/hm<sup>2</sup>;单穗粒重2017年最高,为202.0g,2016年最低,为143.1g;千粒重2019年最高,为331.6g,2016年最低,为307.2g;穗长2018年最长,为20.3cm,2016年最短,为16.5cm;穗粗2017年最粗,为5.1cm,2016年最细,为4.6cm;行粒数2018年最多,为40.9粒,2016年最少,为30.9粒;株高2018年最高,为295.3cm,2021年最矮,为247.5cm;穗位高2019年最高,为119.8cm,2021年最低,为81.5cm;秃尖长2016年最长,为2.2cm,2019年最短,为0.5cm;穗行数2020年最多,为17.1行,2019年和2021年最少,均为15.6行。不难看出,2016年的情况最差,玉米从植株到穗部以及产量均较差,这与当年玉米全生育期降水较多有着密切关系。

由表2可以看出,产量与穗长、穗粗、行粒数、单穗粒重、千粒重、株高和穗位高呈正相关,而且都达到了极显著水平;与秃尖长呈极显著负相关。穗长

表1 2016–2021年玉米全生育期降水量和玉米产量及产量相关性状

年份	降水量 (mm)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	单穗粒重 (g)	千粒重 (g)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	行粒数	株高 (cm)	穗位高 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数
2016	1402.3	6734.6	143.1	307.2	16.5	4.6	30.9	256.4	102.7	2.2	15.7
2017	467.2	9860.6	202.0	329.9	19.7	5.1	40.1	287.4	110.2	1.6	16.7
2018	465.7	10036.0	193.0	312.3	20.3	4.9	40.9	295.3	115.0	1.2	16.2
2019	528.5	10863.6	193.3	331.6	18.6	5.0	39.4	279.4	119.8	0.5	15.6
2020	1115.3	7805.1	173.3	308.2	16.8	4.8	33.9	275.9	117.1	0.7	17.1
2021	617.6	8764.6	167.7	312.9	18.0	4.8	38.1	247.5	81.5	0.7	15.6

表2 玉米产量及产量相关性状之间的相关系数

性状	产量	穗长	穗粗	行粒数	秃尖长	单穗粒重	千粒重	株高	穗位高	穗行数
产量	1									
穗长	0.57**	1								
穗粗	0.48**	0.23*	1							
行粒数	0.72**	0.79**	0.27*	1						
秃尖长	-0.24**	0.09	0.01	-0.27**	1					
单穗粒重	0.73**	0.70**	0.67**	0.69*	-0.08	1				
千粒重	0.26**	0.15	0.33**	0	0.02	0.36**	1			
株高	0.42**	0.37**	0.26*	0.36	0.08	0.50**	-0.04	1		
穗位高	0.29**	0.18	0.27*	0.10	0.09	0.38**	0.08	0.67**	1	
穗行数	0.01	-0.09	0.53**	-0.08	0.11	0.25	-0.24*	0.29*	0.21	1

\*\*、\* 分别表示在 0.01、0.05 水平的差异显著性,下同

与行粒数、单穗粒重和株高呈极显著正相关,与穗粗呈显著正相关。穗粗除了与秃尖长无相关性外,与其他性状之间均呈显著或极显著正相关。单穗粒重与穗行数也无明显相关性。

对产量与产量相关性状进行逐步回归分析发现,产量与行粒数、单穗粒重具有极显著的正相关。说明在产量相关性状中行粒数和单穗粒重对产量的影响尤为重要,其对玉米产量的增产效果是非常明显的,所以在玉米育种中,增加玉米行粒数和单穗粒重应作为选育品种的重要指标。

**2.3 年份与产量及产量相关性状** 2016–2021年随着育种进程的推进,每年都有不同的品种参加区域试验,而且每个品种都代表着申报单位的育种水平和新品种生产潜力,即当年参加区域试验品种的平均产量水平代表着当年的某一地区玉米新品种的育种水平和新品种生产潜力。

经近6年的年际玉米平均产量多重比较(表3)可知,年际之间玉米产量有一定的差异,其中2019年产量最高,2016年产量最低。但是产量与年份之间没有相关性(表4),以前后两个3年的平均产量作方差分析,发现前后两个3年的平均产量也没有显著差异(表5),如果不考虑其他因素,2016–2021年玉米的平均产量并没有逐年提高,而且年际波动较大,最高年份比最低年份高出4129.0kg/hm<sup>2</sup>。

表3 不同年份鄂东玉米产量比较

年份	产量(kg/hm <sup>2</sup> )	显著差异性
		0.05
2019	10863.6	a
2018	10036.0	a
2017	9860.6	ab
2021	8764.6	bc
2020	7805.1	cd
2016	6734.6	d

同列不同小写字母表示差异显著

表4 玉米产量与年份的相关性分析

项目	df	SS	MS	F	P
回归分析	1	1471.8	1471.8	0.11	0.75
残差	4	51460.7	12865.2		
总计	5	52932.5			

表5 前后两个3年玉米平均产量方差分析

差异源	SS	df	MS	F	P
组间	477.7	1	477.7	0.04	0.86
组内	52454.8	4	13113.7		
总计	52932.5	5			

**2.4 降水对产量及相关性状的影响** 由表6可知,降水与行粒数呈极显著负相关;与产量、单穗粒重和穗长呈显著负相关;与千粒重、株高和穗位高呈负相关,没有达到显著水平;与秃尖长、穗行数呈正相关,也没有达到显著水平。发现降水与产量相关性状(除穗行数、秃尖长)之间的相关性,和产量与产量相关性状(除穗行数、秃尖长)之间的相关性具有相反关系,即产量相关性状如果与产量呈正相关,则与降水呈负相关。

鄂东地区为亚热带季风气候区,雨量充沛,春播玉米一般不会出现干旱现象,往往会因为过多的降水对玉米的生长造成渍害,使玉米果穗变小,秃尖长增加,行粒数减少,单穗粒重变轻,最终导致减产。降水会使得光照减弱,玉米光合产物积累变慢变少,导致减产。

玉米产量与玉米全生育期降水量之间有显著的线性回归关系,二者存在显著的负相关(图2),相关系数为0.82(P=0.01),达到显著水平,即产量随着降水的增加而减少。则可以利用系统控制手段矫正产量的值,消除降水差异对产量的影响。矫正后产量与年份之间依然没有相关性(表7),然后以矫正后产量前后两个3年的平均产量作方差分析,发现前后两个3年的平均产量有显著差异(表8),2019–2021年平均产量比2016–2018年平均产量提高了近30kg。表明前后两个3年的玉米平均产量随着育种进程的推

表6 降水与产量及产量相关性状的相关系数

项目	降水	产量	穗长	穗粗	行粒数	秃尖长	单穗粒重	千粒重	株高	穗位高	穗行数
相关系数	1	-0.82*	-0.68*	-0.45	-0.88**	0.13	-0.81*	-0.31	-0.25	-0.29	0.43
P值	0	0.01	0.04	0.06	0.007	0.6	0.01	0.21	0.32	0.25	0.08

进逐步提高,表明近几年玉米育种进程和水平有所提升,这也说明人工育种工作对玉米产量是有贡献的。利用控制变量手段矫正穗长、行粒数和单穗粒重后,发现三者前后两个3年都没有达到显著差异。

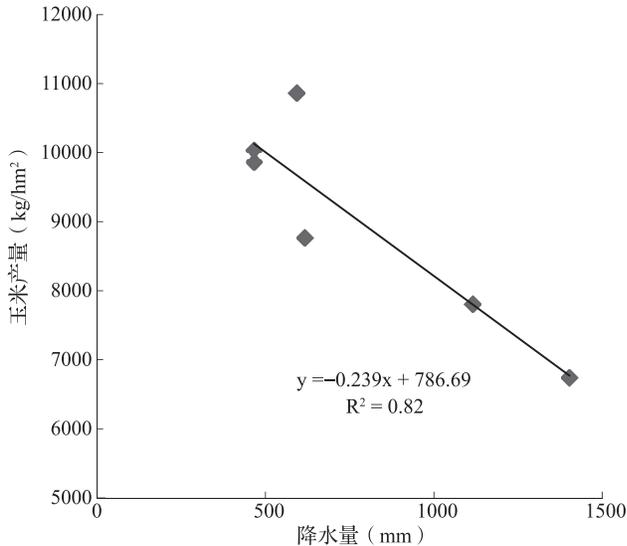


图2 不同年份玉米产量与降水的关系

表7 矫正后玉米产量与年份的相关性分析

项目	df	SS	MS	F	P
回归分析	1	563.7	563.7	0.26	0.64
残差	4	8736.9	2184.2		
总计	5	9300.6			

表8 矫正后前后两个3年玉米平均产量方差分析

方差来源	df	SS	MS	F	P
年份	1	4015.2	4015.2	5.89	0.03*
组内	15	10217.3	681.2		
总计	16	9300.6			

### 3 讨论

**3.1 玉米生育期降水对玉米产量呈显著负相关** 鄂东地区为亚热带季风气候区,雨量充沛,春播玉米一般不会出现干旱现象,往往会因为过多的降水对玉米的生长造成渍害,导致玉米减产。本研究的结果与前人研究结果相似。高震<sup>[6]</sup>研究表明,在授粉、灌浆这些阶段,过多的水分会影响玉米籽粒生长,玉米果穗变小,秃尖长增加,行粒数减少,最终导致减产。降水不仅会使得光照减弱,光合速率和灌浆速率下降,玉米光合产物积累变慢变少,还会导致病虫害的发生和减产。李永华等<sup>[7]</sup>研究结果显示,玉米生育

期内降水的多寡早(旱涝)对重庆玉米产量的影响较大,是影响重庆玉米产量年际波动和地区差异的主要限制因子。李海燕<sup>[5]</sup>对降水量、日照和温度对产量的影响研究表明,在降水量、日照、温度3个气象因子中,产量与降水量的相关系数最高,即产量受降水量影响最大;两者间呈二次曲线关系,玉米产量先随降雨的增加而增加,而后随着降水的增加而减少。陈文婷等<sup>[8]</sup>对河南夏玉米主产区的研究发现,降水与夏玉米产量之间呈现先增后减的“倒U型”非线性关系。这与本研究有所不同,其主要原因为本研究在长江流域,玉米生育期降水量较为充沛,基本在450mm以上,而李海燕、陈文婷等的研究在北方,有些年份降水量在450mm以下。当降雨量超过450mm的年份,产量与降雨的关系与本研究相似。

### 3.2 人工选择育种对玉米产量提高有正向作用

随着育种进程推进,玉米品种产量逐步提高。过去的很多研究也证实了这一点。在过去的60~70年中美国玉米杂交育种对总产量增益的贡献约为50%~60%<sup>[10]</sup>。很多关于玉米品种产量增益的估计表明<sup>[11-14]</sup>,遗传贡献率为30%~40%,甚至更高。霍仕平等<sup>[15]</sup>研究结果表明,籽粒产量每更替一个年代都能获得5%左右的遗传增益。所以湖北省玉米新品种的选育在玉米产量提升上起到了积极的作用,随着年代和育种进程的推进,湖北省玉米产量会逐步提高。

**3.3 鄂东地区玉米种植的几点建议** 首先,种植户做好品种选择。由于鄂东春玉米整个生育期降水较多,需要选择耐渍抗涝的高产玉米品种。其次,做好田间排水,开好厢沟、腰沟、围沟,做到“三沟”配套、沟沟相连、排灌通畅,可有效减少过多降水带来的渍害。最后,育种工作者应在鄂东乃至湖北省重点培育耐渍抗涝品种。

### 4 总结

每年的湖北省平原丘陵组春播玉米区域试验结果会有很大差异,特别是玉米产量会有很大的波动,很多人认为是育种水平或该年参试品种的水平不如他年。通过本研究发现,其实人们的育种水平在不断提高,只是玉米产量受环境,特别是降水影响较大。本研究初步分析了鄂东地区降水与玉米产量之间的关系,研究数据不够完善,时间跨度不够长,而且分析的地域比较单一,只有鄂东地区一个地点,

(下转第106页)

表5 4个甘蔗品种各性状指标的权重系数及模糊综合评价结果

品种	性状评价值											综合评价值	排位
	出苗率	分蘖率	株高	茎径	单茎重	有效茎数	蔗产量	蔗糖分	黑穗病率	枯心率	梢腐病率		
权重系数	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.20	0.20	0.15	0.05	0.05		
桂糖 52 号	0.20	0.10	0.15	0.05	0.05	0.40	0.80	0.80	0.60	0.10	0.15	3.40	1
桂糖 55 号	0.05	0.20	0.10	0.10	0.10	0.30	0.40	0.40	0.30	0.20	0.05	2.20	3
桂糖 58 号	0.15	0.15	0.05	0.20	0.20	0.20	0.60	0.60	0.45	0.05	0.10	2.75	2
ROC22 (CK)	0.10	0.05	0.20	0.15	0.15	0.10	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20	1.65	4

糖、高产、有效茎数多、宿根性强、抗黑穗病好的优良特性,在所有参试品种中蔗产量、蔗糖分和有效茎数都排第 1 位,但是其容易倒伏,也容易开花。与对照 ROC22 相比,桂糖 55 号和桂糖 58 号同样表现出中熟高糖、高产、有效茎数多、宿根性强、抗黑穗病好、抗倒伏性较好的优良特性。经模糊分析得出,桂糖 52 号表现最好,其次是桂糖 58 号、桂糖 55 号。由此可知,桂糖 52 号、桂糖 55 号、桂糖 58 号在崇左蔗区具有良好的适应性和丰产性,3 个甘蔗新品种都适合在崇左蔗区因地制宜地进行种植与推广。

甘蔗是多年宿根的作物,宿根性的强弱也是评判一个甘蔗品种优劣的重要指标。本研究只进行了 2 年 1 点的引种试验,桂糖 52 号、桂糖 55 号、桂糖 58 号 3 个甘蔗新品种在崇左蔗区更多地点的种植表现及更长年份的宿根性表现有待进一步研究。

(上接第 102 页)

希望以后能够收集更多气象数据和玉米产量数据,更完善地分析降水与玉米产量之间的关系。

#### 参考文献

- [1] 王天雪. 近 30 年来气候变化对中国主要种植区春-夏玉米产量的影响. 杨凌:西北农林科技大学,2021
- [2] 赵锦. 气候变化背景下我国玉米产量潜力及提升空间研究. 北京:中国农业大学,2015
- [3] 赵俊立. 玉米耐渍性位点的鉴定. 武汉:华中农业大学,2016
- [4] 陈建忠,肖荷霞,席国成. 黑龙江流域气象生态因子对夏玉米粒重的影响. 中国农业气象,1999 (3): 19-23
- [5] 李海燕. 年际间气象因子变化对玉米生长发育及产量的影响. 沈阳:沈阳农业大学,2013
- [6] 高震. 华北地区玉米产量形成限制因素分析及其调控机制. 北京:中国农业大学,2018
- [7] 李永华,高阳华,廖良兵,韩逢庆. 重庆地区玉米气象产量变化及气候影响因子简析. 西南大学学报:自然科学版,2007,29 (3): 104-109

#### 参考文献

- [1] 韦素,刘振华,韦良炬,王宇萍. 河池市蔗区主栽甘蔗品种的生产表现. 广西糖业,2022,42 (3): 12-16
- [2] 邓宇驰,李廷化,王伦旺,李翔,经艳,谭芳,黄海荣,唐仕云,吴建明,宁德林. 抗黑穗病甘蔗新品种桂糖 52 号的选育. 中国种业,2020 (12): 96-98
- [3] 贤武,邓宇驰,经艳,谭芳,王伦旺. 甘蔗新品种桂糖 55 号的选育. 中国糖料,2021,43 (2): 15-19
- [4] 唐仕云,王伦旺,李翔,贤武,刘晓燕,黄海荣,李杨瑞,谭芳,杨荣仲,经艳,邓宇驰. 甘蔗新品种桂糖 58 号的选育及种性分析. 中国糖料,2022,44 (2): 17-21
- [5] 马文清,郭强,邱文武,李恒锐,彭崇,韦持章,施丁寿. 利用灰色关联分析法评价甘蔗自育新品系. 广东农业科学,2014,41 (5): 71-73
- [6] 陆小静,李开绵,叶剑秋,许瑞丽,黄洁. 运用灰色模糊多维综合评价 13 个甘蔗新品种. 广西农业科学,2008,39 (6): 744-748
- [7] 李海福,谢廷林,黄卫,李仕龙,陆成福,廖金政,农德坚,黄立宁,梁诗雨. 甘蔗新品种比较试验总结. 广西糖业,2018 (6): 6-11

(收稿日期: 2023-08-10)

- [8] 陈文婷,周曙东. 不同生长阶段降水对夏玉米产量的影响. 华南农业大学学报:社会科学版,2022,21 (4): 91-103
- [9] 杨璐,张兵兵,杨扬,高全,高莉莉,吕晓,王蛟洋,范立遵. 降水总量和降水频率对玉米产量及产量构成因素的影响. 安徽农学通报,2018,24 (12): 122,145
- [10] 茹高林. 我国不同年代玉米品种及其亲本自交系主要农艺性状增益分析. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2009
- [11] 李竞雄. 综论玉米育种—从起步到爬坡望登攀. 玉米科学,1992 (1): 1-5
- [12] 吴永常,马忠玉,王东阳,姜洁. 我国玉米品种改良在增产中的贡献分析. 作物学报,1998,24 (5): 595-600
- [13] 张泽民,刘丰明,李雪英. 河南省 1963~1993 年玉米杂交种籽粒产量及其组成性状的遗传增益. 作物学报,1998,24 (2): 182-186
- [14] 赵久然,王荣焕. 美国玉米持续增产的因素及其对我国的启示. 玉米科学,2009,17 (5): 156-159,163
- [15] 霍仕平,晏庆九,张健,许明陆. 我国西南区近 20 年玉米杂交种籽粒产量及相关性状的遗传增益. 杂粮作物,2001 (1): 5-8

(收稿日期: 2023-08-14)