

李斌,代占武,俞慧明,等.生长季气候对嘉兴地区小麦生产的影响研究[J].上海农业学报,2019,35(6):29-33

生长季气候对嘉兴地区小麦生产的影响研究

李斌¹,代占武²,俞慧明¹,曹沈昊³,王晔青¹,沈轶舒¹,郎淑平^{4*}

(¹嘉兴市农业农村局,嘉兴 314050;²法国农业科学研究院波尔多分院,波尔多 33882;

³嘉兴市气象局,嘉兴 314050;⁴嘉兴市农业科学研究院,嘉兴 314016)

摘要:依据嘉兴市气象站 1953—2017 年的逐日气候资料,分析历年来小麦生长季(每年 11 月 1 日至翌年 5 月 31 日)的气候特点;采用同期嘉兴地区小麦单产资料,分析生长季气候条件对本地区小麦生产尤其是赤霉病发生的影响。结果表明:自 20 世纪 90 年代开始,嘉兴地区小麦生长季的平均温度呈上升趋势(+0.03 °C/年),降水总量没有明显变化,日照时数和降水日数呈减少趋势,多雨、潮湿、寡照的逆境条件并没有因气候趋暖而得到改善。气候条件年度之间变化对小麦气候产量影响较大,波动范围在 -1 115.25—1 127.38 kg/hm²,小麦平均单产较大幅度的提高主要得益于栽培技术的提高和品种的改良更新。每年 4 月 15 日—5 月 15 日降水量与小麦赤霉病发病程度之间呈正相关($r=0.459$)。赤霉病发病程度与气候产量的负相关性($r=-0.53$)高于与总产量的负相关性($r=-0.42$)。建议在培育和引进抗赤霉病品种的同时,适度控制小麦在种植业结构中的规模。

关键词:生长季;气候;嘉兴;小麦生产;赤霉病

中图分类号:S512.1;S162.53 文献标识码:A 文章编号:1000-3924(2019)06-029-05

Effect of climate during wheat growing season on production of wheat in Jiaxing

LI Bin¹, DAI Zhan-wu², YU Hui-ming¹, CAO Shen-hao³, WANG Ye-qing¹, SHEN Yi-shu¹, LANG Shu-ping^{4*}

(¹ Jiaxing Agriculture and Rural Affairs Bureau, Jiaxing 314050, China; ² UMR 1287 EGFV, INRA,

Bordeaux 33882, France; ³ Jiaxing Meteorological Administration, Jiaxing 314050, China;

⁴ Jiaxing Academy of Agricultural Sciences, Jiaxing 314016, China)

Abstract: Characteristics of climate during wheat growing season (from November 1st to next May 31st) in Jiaxing City, Zhejiang Province were analyzed using the local daily climatic data from 1953 to 2017. Effect of climate during wheat growing season on wheat yield and wheat scab was estimated. The results indicate that the temperature during wheat growing season from 1990's has sustainably increased at a speed of 0.03 °C/year, in company with reduction of both the sunshine duration in hours and rainy days. The stressful climate conditions for wheat yield, such as warming winter, lack of sunshine, humid weather, and high temperature, have not been ameliorated by the climate change. Moreover, the change of climate has more significant effect on the variations in climate yield, ranging from -1 115.25 to 1 127.38 kg/hm². This large variability in climate yield indicates the increase of wheat yield in Jiaxing City is mainly due to the improvement of cultivation techniques and renovation of varieties. There is a positive correlation between precipitation from April 15th to May 15th and wheat scab disease severity ($r=0.459$). The correlation between wheat scab disease severity and climate yield is higher than that between wheat scab disease severity and yield. We argue that to main the sustainability of agriculture in Jiaxing City, it is equally important to breed and import wheat scab resistant varieties as well as decreasing sown area of wheat.

Key words: Growing season; Climate; Jiaxing; Wheat production; Wheat scab

收稿日期:2018-10-09

基金项目:浙江省农业(粮食)新品种选育重大科技专项子课题(2016C2050-9-10)

作者简介:李斌(1980—),男,硕士,高级农艺师,从事农技推广工作。E-mail:dguali@qq.com

* 通信作者, E-mail: littlelsp@163.com

嘉兴地处杭嘉湖平原,素有“鱼米之乡”的美誉,区域内土壤肥沃、河网纵横,气候四季分明,温度、光照和降水随季节同步变化,非常适于水稻的生长发育和产量形成。同时,嘉兴地区种植小麦的历史也非常悠久。李根蟠^[1]认为,长江下游的稻麦复种到宋代尤其南宋才有一个较大的发展,形成了一种广泛性的、比较稳定的耕作制度,而长江三角洲在这一发展中处于领先地位。随着经济发展,农田面积逐渐缩小,以大、小麦为主的春粮种植成为维持粮食播种面积、保障粮食安全的重要途径。但实际生产中,由于小麦生长季降水量偏多、中后期寡照,极易诱发湿害和各种生物灾害,再加上“倒春寒”、“高温逼熟”等气候问题,致使小麦产量难以再上新台阶。

小麦赤霉病(Wheat scab 或 Fusarium head blight)是全球湿润、半湿润小麦种植区的重要病害^[2-3],小麦在抽穗扬花期如遇连阴雨天气,极易引起赤霉病流行,长江中下游冬麦区发生频率最高、损失最大^[4-6],近年来小麦赤霉病正在向山东、河南、东北等地蔓延。赤霉病的发生对小麦生产影响极大,可导致产量降低、品质变劣、净重减轻、发芽出苗率降低等,尤为严重的是造成病菌毒素脱氧雪腐镰刀菌烯醇(deoxynivalenol, DON)等的污染。

小麦抽穗扬花期的雨日、雨量和相对湿度等是决定赤霉病能否流行的重要因素。嘉兴地处长江下游冬麦区,河流众多,湿度较大,小麦抽穗期至扬花期若雨水多、气温高,赤霉病的发生频率就高,流行程度就大,如2011年、2016年嘉兴地区小麦抽穗扬花期雷阵雨较多,高温高湿,导致小麦赤霉病大爆发。小麦赤霉病的发生与天气状况有关,赤霉病发生程度又与产量关系密切,因而有必要结合气象资料对小麦赤霉病与当地天气的关系、赤霉病发生对小麦产量的影响进行分析。为此,本研究通过分析天气因素对嘉兴地区小麦产量和赤霉病发生的影响,论述该区域今后小麦发展的方向,以期种植结构调整提供气候学依据。

1 材料与方法

1.1 气候资料

根据嘉兴市气象站1953—2017年的逐日气候资料分别统计历年来小麦生长季(取11月1日至翌年5月31日)的平均气温、降水总量、日照时数和降雨日数,并绘出各气候要素的变化趋势图(图1)。统计4月15日至5月15日的降水总量。

1.2 小麦产量

来自历年《嘉兴统计年鉴》^①。

1.3 赤霉病发病情况

1953—1974年赤霉病发病情况参照嘉兴地区农科所植保组^[7]、庞振潮^[8]研究结果。1975—2017年赤霉病发病情况来源于嘉兴市病虫测报站。小麦赤霉病发生程度采用5级分级标准,即1级:全穗无病;2级:发病小穗占全部小穗的1/4以下;3级:发病小穗占全部小穗的1/4—2/4;4级:发病小穗占全部小穗的2/4—3/4;5级:发病小穗占全部小穗的3/4以上或因穗颈发病造成整穗枯白。

1.4 统计分析

采用回归分析计算趋势产量,用实产减去趋势产量的增量来计算气候产量^[9],数据采用Excel 2010软件作图分析。

2 结果与分析

2.1 1953年以来小麦生长季气候变化特点

自20世纪90年代开始,嘉兴地区小麦生长季的平均温度呈上升趋势(+0.03℃/年),这与中国北方、北半球乃至全球变暖的趋势一致,说明嘉兴地区小麦生长季温度已受到全球气候变暖的影响(图1A)。而小麦生长季的降水总量没有明显变化,说明研究区域小麦生长季多雨潮湿的逆境条件并没有因气候趋暖而得到改善(图1B)。小麦生长季的日照时数总量呈显著下降之势(图1C),降水日数亦减少(图1D),表明寡照天气正逐年增多。

① 嘉兴统计年鉴:嘉兴市统计局内部资料(1953—1996)嘉兴市统计局,北京:中国统计出版社(1997—2017历年资料)

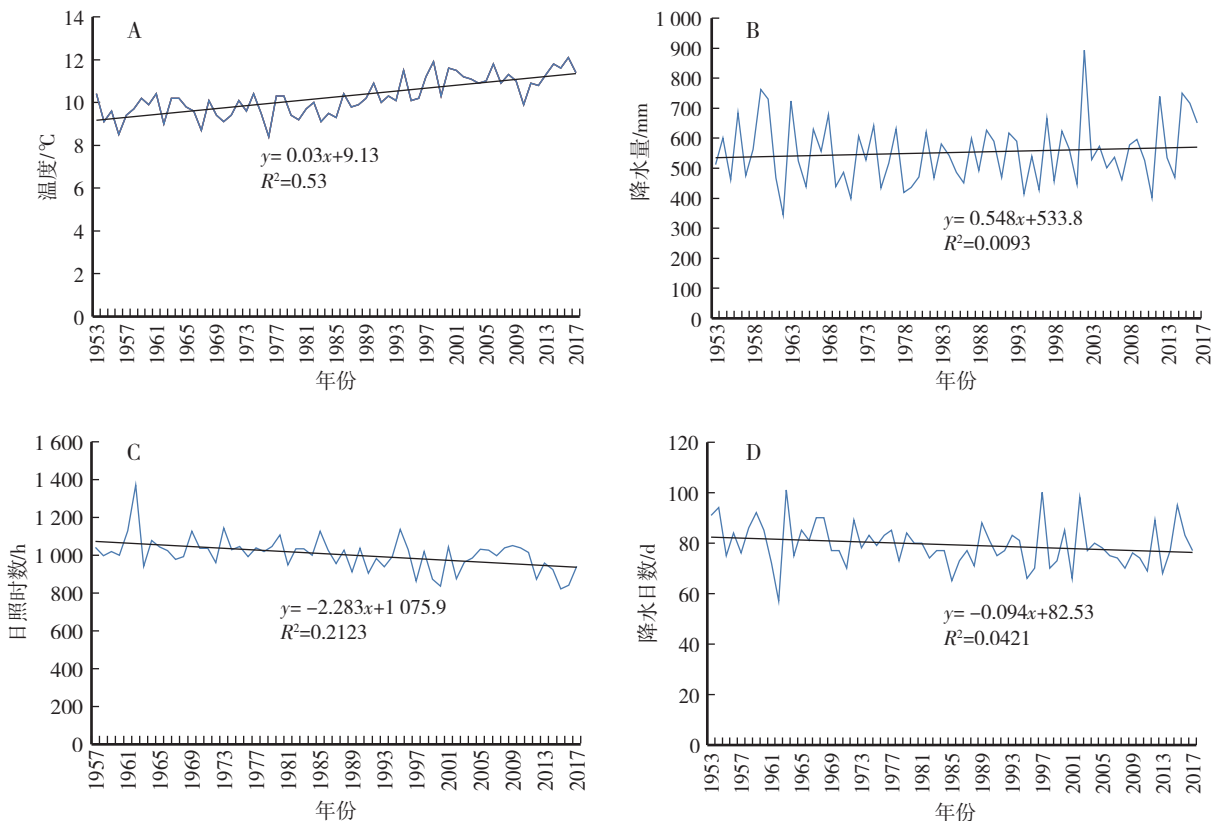


图1 嘉兴市小麦生长季气候(11月1日至翌年5月31日)要素的变化趋势

Fig.1 Trend of climate parameters during wheat growing season (from Nov. 1st to May 31st of next year) in Jiexing (1953—2017)

2.2 1949—2017年小麦的气候产量

2.2.1 实际产量

1949年以来,尽管气候变化对嘉兴的小麦生产有诸多不利影响,但全市小麦单产仍呈持续上升趋势(图2),20世纪60年代初为1000 kg/hm²左右,90年代中后期为3600 kg/hm²。单产的提高主要得益于科技的进步(品种改良更新、栽培技术改进等)和投入的增加(增施化肥、挖渠开沟等)。

2.2.2 气候产量

在长时间序列的作物产量与气候因子关系的统计研究中,一般把作物的产量分解为趋势产量、气候产量和随机误差3部分^[10]。选择合适的趋势产量计算方法,是分离得到气候产量的关键。小麦气候产量的高低很大程度上能够反映气候条件对种植小麦有利或不利的程度。图3所示,1949—2017年研究区域小麦气候产量距平为正的年份为33年,距平为负的有36年。1956年之前,气候产量大部分为正,即便出现负距平也未超过-100 kg/hm²;1957—1977年,有18年为负距平,表明气候条件恶劣,严重影响了小麦单产。1978—1988年,总体气候条件良好。20世纪90年代总体气候条件较差,气候产量以负距平居多。进入21世纪后,除了2005—2010年和2016年以外,其余各年均均为负距平,表明气候条件对小麦生产总体呈现了不利的影 响。从总体上来看,嘉兴地区气候条件年度之间变化对小麦产量影响幅度大,波动范围在-1115.25—1127.38 kg/hm²,产量稳定性较差。

2.3 赤霉病对小麦生产的影响

2.3.1 赤霉病与天气关系分析

对1952—2017年嘉兴地区每年4月15日—5月15日降水量与小麦赤霉病发病程度之间的关系进行了分析,结果显示降水量与赤霉病发病程度呈正相关($r=0.459$),即每年的小麦抽穗-蜡熟期(4月15

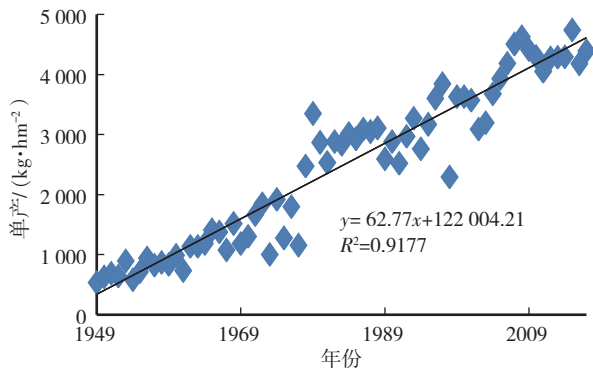


图2 嘉兴市小麦平均单产趋势(1949—2017年)

Fig.2 Trend of the mean wheat yield in Jiexing (1949—2017)

日—5月15日)总降雨量越多,赤霉病发病程度越重(图4),这一结论与江汉平原^[11]的情况一致。

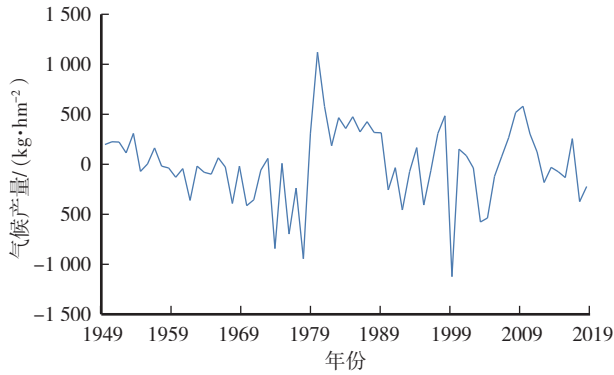


图3 嘉兴市小麦气候产量距平(1949—2017年)

Fig.3 Departure from the mean wheat climate yield in Jiaxing(1949—2017)

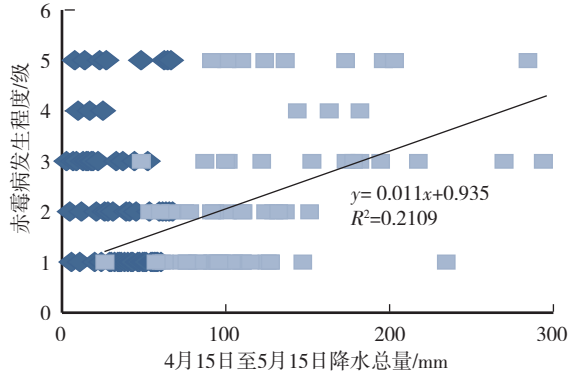


图4 4月15日至5月15日降水量对小麦赤霉病发生程度的影响

Fig.4 The effect of precipitation from April 15th to May 15th on wheat scab disease severity

2.3.2 赤霉病对总产量的影响

图5所示,小麦赤霉病发生程度与总产量呈现典型的负相关性,即赤霉病发生程度越重,造成的产量损失越大,总产量越低($r = -0.42$),赤霉病发生程度可解释17%的总产量变化。杨敦科等^[12]发现关中灌区小麦产量损失与病情指数确有直线关系,其相关性达极显著水平,这在本研究中也得到了验证。

2.3.3 赤霉病对气候产量的影响

赤霉病发生程度越高,气候产量越低($r = -0.53$),可解释28%的气候产量变化。赤霉病程度与气候产量的负相关性($r = -0.53$)高于与总产量的负相关性($r = -0.42$)(图6)。赤霉病对小麦产量的影响,主要表现为影响气候产量。

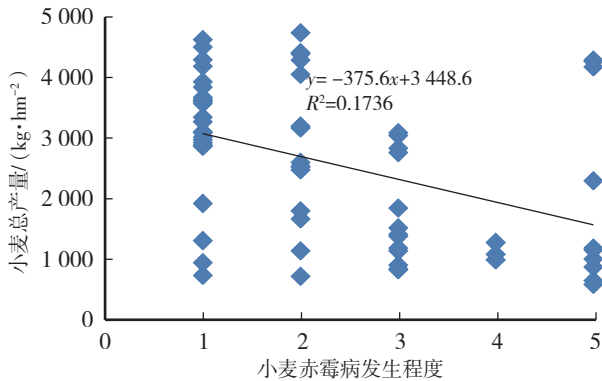


图5 小麦赤霉病发生程度对总产量的影响

Fig.5 The effect of wheat scab disease severity on yield

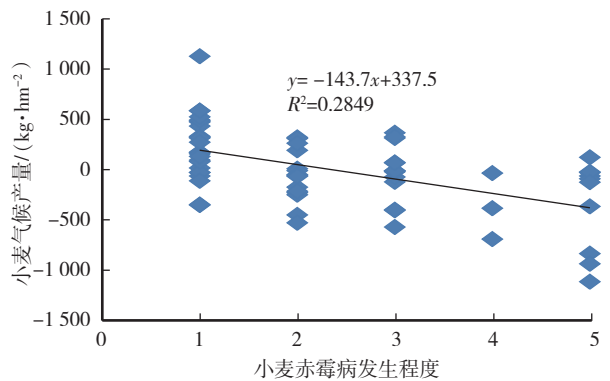


图6 小麦赤霉病发生程度对气候产量的影响

Fig.6 The effect of wheat scab disease severity on weather climatic yield

3 结论与讨论

3.1 嘉兴地区小麦生长季年平均气温升高和寡照天气不利于小麦生产

暖冬会加快小麦生育进程,使之提前进入拔节期,而此后一旦遇有倒春寒天气就会造成严重冻害;小麦生育期缩短将总体上减少光合时间,进而降低产量;日照时数(或光照)的减少不利于小麦光合生产和物质运转分配,并使得湿害问题更加凸现出来;暖冬和寡照天气更加适宜各类病虫草害滋生蔓延,增加了防治成本,也不利于小麦优良品质的形成。

3.2 嘉兴地区小麦单产的增长得益于科技的进步

嘉兴地区小麦生长季温度已受到全球气候变暖的明显影响,多雨潮湿的逆境条件并没有因气候趋暖而得到改善,且日照时数总量显著下降,寡照天气逐年增多。随着气候变化,气候产量年际变化幅度变大,波动范围在 -1115.25 — 1127.38 kg/hm^2 ,总产量稳定性降低,这一结果也与小麦主产区河南省较为一致^[13]。改革开放40年来,嘉兴地区的小麦平均单产有了较大幅度的提高,主要得益于栽培技术的提高和品种的更新。

3.3 赤霉病是限制嘉兴地区小麦生产的重要因素

赤霉病发生程度越高,气候产量越低($r = -0.53$),可解释 28% 的气候产量变化,表明赤霉病是影响嘉兴地区小麦产量的重要因素。同时,小麦质量也受到赤霉病的明显影响,2016 年赤霉病大流行,小麦产量下降,流入市场的小麦也因为质量问题而影响了销售价格。近年小麦赤霉病大流行频率显著增高,增加了嘉兴地区未来小麦生产的不确定性。

3.4 近年小麦播种面积的恢复性增长受到多重因素的影响

种植结构调整既受气候等自然条件的制约,又受市场价格、政策等社会经济因素的左右。1956 年,嘉兴地区小麦播种面积达到 5.4 万 hm^2 ,但受到赤霉病等因素的影响,到 2004 年仅为 0.74 万 hm^2 。近年来,随着嘉兴地区土地流转政策和规模种粮补贴等因素影响,小麦种植面积呈现恢复性增长,到 2017 年已经达到 5.28 万 hm^2 ,接近历史峰值。

3.5 培育或引进耐迟播春性及抗赤霉病的小麦品种是适应气候条件的有效对策

嘉兴地区普遍推行(粳)稻麦轮作制度,水稻生育期长,导致小麦播种期推迟,种粮大户播种期一般在 11 月下旬至 12 月初,因此要培育或引进耐迟播、春性小麦品种。抗病品种的选育与推广是控制病害流行与危害的最经济有效的方法,但目前国内外抗赤霉病品种极少^[14]。本市近年种植的小麦品种以扬麦系列为主,品种丰产性好,但在病害大流行年份赤霉病发病也较重,如 2016 年在品种比较田调查发现,‘扬麦 20’‘扬麦 12’‘扬麦 19’‘扬麦 18’的自然病穗率分别为 61.3%、58.9%、72.8%、66.5%,与其他品种无明显差异^[15]。筛选抗赤霉病品种是适应当地气候条件、发展小麦生产的有效对策。

参 考 文 献

- [1] 李根蟠. 长江下游稻麦复种制的形成和发展:以唐宋时代为中心的讨论[J]. 历史研究,2002(5):3-28,190.
- [2] PARRY D W, JENKINSON P, MCLEOD L, et al. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals-a review [J]. Plant Pathol., 1995, 44: 207-238.
- [3] MCMULLEN M P, JONES R, GALLENBERG D, et al. Scab of wheat and barley: a reemerging disease of devastating impact [J]. Plant Dis., 1997, 81: 1340-1348.
- [4] 霍治国, 姚彩文, 姜瑞中, 等. 我国小麦赤霉病最大熵值谱预报模式研究[J]. 植物病理学报, 1996, 26(2): 117-122.
- [5] 姚彩文, 赵圣菊, 杨素钦. 厄尔尼诺现象与小麦赤霉病流行初探[J]. 中国植保导刊, 1988(1): 60-62.
- [6] 胡宗兵, 徐传忠, 王正东, 等. 2003 年小麦赤霉病特大流行原因浅析与防治措施[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(1): 49-53.
- [7] 嘉兴地区农科所植保组. 大、小麦赤霉病在嘉兴一带的发生流行规律及其预测的初步研究[J]. 浙江农业科学, 1975(1): 17-21.
- [8] 庞振潮. 嘉兴地区大麦赤霉病农业气象预报模式的探讨[J]. 中国农业气象, 1983, 4(3): 49-52.
- [9] 金之庆, 石春林, 葛道阔, 等. 长江下游平原小麦生长季气候变化特点及小麦发展方向[J]. 江苏农业学报, 2001, 17(4): 193-199.
- [10] 房世波. 分离趋势产量和气候产量的方法探讨[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(6): 13-18.
- [11] 成尚廉, 杨秀芹. 江汉平原小麦赤霉病大流行的农业气候初探[J]. 湖北气象, 1995(4): 39-40.
- [12] 杨敦科, 刘兴昌. 关中灌区小麦赤霉病发生程度与产量损失的关系[J]. 陕西农业科学, 1991(6): 30-31.
- [13] 全文伟, 查菲娜, 王其英, 等. 气候变化对河南省小麦产量影响分析[J]. 河南科学, 2009, 27(12): 1546-1549.
- [14] 陈永明, 林付根, 赵阳, 等. 论江苏东部麦区赤霉病流行成因与监控对策[J]. 农学学报, 2015, 5(5): 33-38.
- [15] 钟雪明, 王晔青, 朱金良. 嘉兴市小麦赤霉病发生特点及原因分析[J]. 中国植保导刊, 2017(4): 41-44.

(责任编辑:郭娇)