

成都 2015 年高温干旱对水稻生长及产量的影响

陈乐¹, 费永成¹, 于成², 孙磊², 亢强³, 荣韧¹

(1. 成都农业试验站, 四川温江 611135; 2. 四川省成都市气象局, 四川成都 610071; 3. 四川省双流县气象局, 四川双流 610200)

摘要 利用降水距平百分率、土壤相对湿度、湿润指数分析农业干旱程度, 用高温日数分析 2015 年成都高温对干旱影响的强度, 以及在高温干旱双重胁迫下对水稻生长发育和产量的影响。结果表明, 2015 年 7 月中下旬成都各区县发生不同程度的农业干旱, 高温加剧干旱的影响强度, 在高温干旱双重胁迫下水稻抽穗困难、叶片提前枯黄, 后期产量测产中干旱区水稻有效穗率低、空秕率增加, 导致产量降低。

关键词 高温; 干旱; 水稻; 生长; 产量

中图分类号 S162.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)02-229-02

Effects of High Temperature and Drought Weather on Rice Growth and Output in Chengdu City in 2015

CHEN Le¹, FEI Yong-cheng¹, YU Cheng² et al (1. Chengdu Agricultural Experiment Station, Wenjiang, Sichuan 611135; 2. Meteorologic Bureau of Chengdu City, Chengdu, Sichuan 610071)

Abstract Based on precipitation anomaly percentage, relative soil humidity and humidity index, effects of high temperature and drought weather on rice growth and output in Chengdu City in 2015 were researched. Research results showed that there were different degrees of agricultural drought in different regions and counties of Chengdu in middle and late July, 2015. The influence of drought was intensified by high temperature. Under the double stresses of drought and high temperature, rice heading became difficult and leaves turned yellow ahead of time. In the output estimation of later period, the rice in drought areas suffered a low rate of effective panicles and an increase rate of empty rice, which led to the drop in output.

Key words High temperature; Drought; Crop; Growth; Output

成都属亚热带季风气候, 位于 $102^{\circ}54' \sim 104^{\circ}53' \text{ E}$ 、 $30^{\circ}05' \sim 31^{\circ}26' \text{ N}$, 是我国盛产粮油基地之一、四川省水稻主产区之一。全市常年农作物种植面积在 41 万 hm^2 左右, 其中水稻种植面积接近 31 万 hm^2 , 占全年种植面积的 70% 以上, 水稻的安全生长关系着全市的粮食安全。水稻是成都的主要粮食作物, 水稻生长与光、温、水气象条件密切相关, 在适宜的气象条件下作物长势较好, 能实现水稻产量的增产。随着全球变暖, 各种极端自然灾害频繁出现, 水稻不同生育期的农业自然灾害在一定程度影响到水稻的生长发育, 从而影响水稻的产量, 许多学者对水稻生育期出现高温、干旱进行了大量研究^[1-4], 如江学海等^[1-2]研究了不同生育阶段干旱胁迫对产量、产量性状及其构成因素的影响, 梁嘉荧等^[4]研究了高温干旱对水稻产量、品质及剑叶生理特性影响。以往的研究主要针对高温、干旱对水稻生理特性、产量及产量构成要素进行分析, 而针对水稻抽穗扬花期受异常气候影响的气象因子研究较少, 笔者利用气象指标、土壤墒情指标研究 2015 年成都高温干旱的影响程度和强度, 以及在高温干旱双重胁迫下对水稻生长发育和产量的影响, 以进一步认识水稻在抽穗扬花期高温干旱造成水稻产量减产, 增强防灾减灾意识。

1 资料与方法

1.1 资料来源 2015 年日平均气温、日最高气温资料来源于成都市温江、郫县、新都、龙泉驿、彭州、大邑、双流、崇州等 13 个区、县气象局; 降水、土壤相对湿度资料来源于彭州、邛

崃、双流、金堂气象局, 用彭州代表成都市北部地区, 用邛崃代表西部地区, 双流代表南部地区, 金堂代表东部地区。

1.2 分析方法 高温日是指日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 或日平均气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$, 高温日数是出现高温日的天数。运用高温日数、降水距平百分率 R 、湿润指数 A 、土壤相对湿度结合数理统计方法分析高温干旱影响程度, 结合大田调查分析高温干旱对水稻抽穗扬花期生长的影响。根据成都市农业气象试验站观测资料及多年农田观测调查, 成都市各区、县中熟品种杂交籼稻抽穗扬花期主要在 7 月中旬~下旬。

1.2.1 降水距平百分率 R 。降水距平百分率是指某时段的降水量与常年同期平均降水量相比偏多或偏少的量占常年平均值的百分率, 反映了某一时段降水与常年同期平均状态的偏离程度^[5]。其计算公式为降水距平百分率 $R = \frac{R_i - \bar{R}}{\bar{R}} \times$

100%, 式中, R_i 为某一时段降水量, $\bar{R}$ 为同期多年平均降水量。用降水距平百分率 R 来表示旱涝等级, $R \geq 50\%$, 为大涝; $25\% \leq R < 50\%$, 为偏涝; $-25\% < R < 25\%$, 为正常; $-50\% < R \leq -25\%$, 为偏旱; $R \leq -50\%$, 为大旱。

1.2.2 湿润指数 A 。张娟娟^[6]用湿润指数进行干旱评估, 湿润指数反映空气的湿润程度, 由于温度与蒸发有一定关系, 该指标考虑水分收支情况, 在一定程度上指示了作物对水分

胁迫的反应。其计算公式为湿润指数 $A = \frac{R_m}{T_m + (T_m + 10)^2}$, 式中, R_m 为月降水量, T_m 为月平均气温, 当 $A < 2$ 时为干旱月。

1.2.3 土壤相对湿度 W 。土壤相对湿度(W)反映土壤干湿程度, 即土壤的实际含水量。用土壤相对湿度可部分消除土壤特性造成的差异。根据土壤相对湿度的农业干旱等级划分^[5], 土壤质地为壤土, 当 $55\% \leq W < 60\%$ 时, 为轻度干旱;

基金项目 四川省成都市气象局重点课题“成都市农业气象指标集研究”。

作者简介 陈乐(1980-), 女, 重庆人, 工程师, 从事农业气象服务与研究。

收稿日期 2015-12-21

当 $45\% \leq W < 55\%$ 时,为中度干旱;当 $40\% \leq W < 45\%$ 时,为严重干旱;当 $W < 40\%$ 时,为特大干旱。

2 抽穗扬花期的气象要素分析

2.1 高温日数 统计 2015 年成都 13 个区县 7 月 16~30 日出现的高温日数(图 1)可知,成都市大部分地区日最高气温 $> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的日数为 6~9 d,平均高温日数超过 5 d,偏南地区个别甚至超过 12 d。

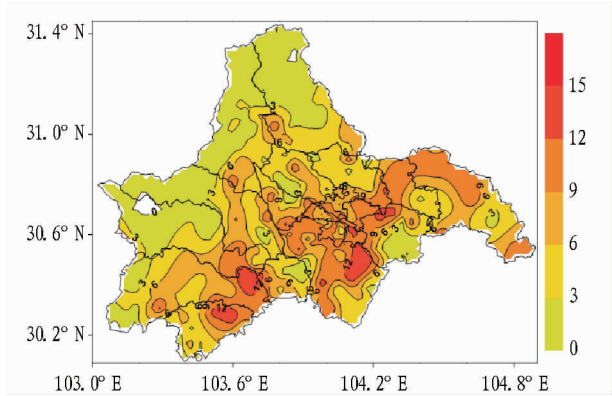


图 1 2015 年 7 月 16~30 日成都日最高气温 $> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的日数分布
Fig.1 Distribution of the days with the highest temperature greater than $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ in Chengdu City from July 16 to July 30, 2015

2.2 干旱

2.2.1 降水距平百分率。3 月上旬~6 月下旬成都市总降水较常年偏少,除 4、6 月个别地区降水偏多外,其余月份均偏少,造成土壤底墒不足;7 月总降水严重不足,成都市彭州、邛崃、金堂等地降水距平百分率为 $-50\% \sim -80\%$,按旱涝等级程度,属大旱(图 2);成都市双流降水距平百分率为 $-25\% \sim -50\%$,属偏旱。分析成都市 7 月各旬降水发现,降水距平百分率最小的旬出现在 7 月下旬,彭州、邛崃、金堂降水距平百分率均小于 -50% ,在成都北部、西部、东部出现严重的大旱。

2.2.2 湿润指数。根据公式计算成都 7 月湿润指数,结果发现,双流为 0.11,温江 0.07,郫县 0.06,成都各区县 7 月湿润指数均小于 2(表 1),表明 7 月为干旱月。

2.2.3 土壤相对湿度。由图 3 可知,彭州、邛崃、双流、金堂

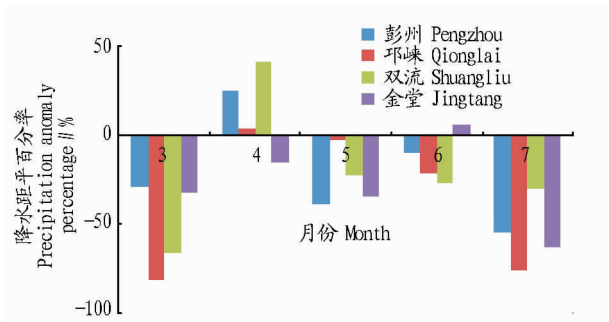


图 2 2015 年 3~7 月成都各区县降水距平百分率
Fig.2 Precipitation anomaly percentages of different areas and counties of Chengdu City from March to July 2015

0~30 cm 平均土壤相对湿度 7 月中旬开始出现轻度干旱,而在 7 月下旬中期彭州、邛崃、双流、金堂出现特大干旱;8 月 6 日止特大干旱得以解除;干旱主要集中在 7 月中旬、下旬。

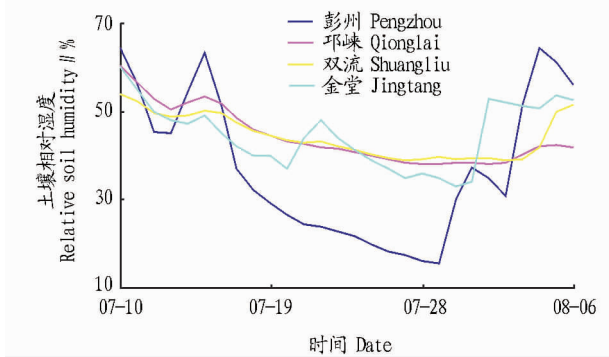


图 3 成都市 2015 年 7 月 10 日~8 月 6 日逐日土壤相对湿度
Fig.3 Daily relative soil humidity in Chengdu City from July 10 to August 6, 2015

2.2.4 伏旱。按四川省地方标准气候术语^[7],伏旱标准为 7~8 月连续 20 d 降水总量 $< 35\text{ mm}$,伏旱持续日数 $< 30\text{ d}$,为一般伏旱;伏旱持续日数 30~40 d,为严重伏旱;伏旱持续日数 $\geq 40\text{ d}$,为特大伏旱。统计成都市金堂、新都、邛崃等各区、县 7、8 月降水(表 1)发现,2015 年成都市均出现不同程度伏旱,整个旱期降水量为 17.6~34.8 mm;新都伏旱持续时间最长,达 34 d,为严重伏旱,其余区市县为 20~26 d,为一般性伏旱,伏旱出现时段主要集中在 7 月中下旬。

表 1 2015 年成都各区、县湿润指数及伏旱统计

Table 1 Statistics of humidity index and summer drought in Chengdu City in 2015

区、县 Areas, counties	7 月湿润指数 Humidity index in July	伏旱开始日期 Starting date of summer drought	伏旱结束日期 End date of summer drought	早期降水量 Precipitation of drought period/mm	伏旱持续日数 Sustained days/d
金堂 Jintang	0.13	07-10	08-03	29.7	25
新都 Xindu	0.03	07-04	08-06	34.3	34
邛崃 Qionglai	0.04	07-04	07-26	34.8	23
龙泉驿 Longquanyi	0.04	07-01	07-26	33.2	26
大邑 Dayi	0.07	07-06	07-26	32.6	21
都江堰 Dujiangyan	0.06	07-04	07-29	17.6	26
崇州 Chongzhou	0.05	07-04	07-28	34.6	25
蒲江 Pujiang	0.08	07-15	08-06	21.9	23
新津 Xintin	0.05	07-15	08-06	34.6	23
彭州 Pengzhou	0.07	07-18	08-06	30.4	20

3.3.2 创新农业投资融资平台。明确土地承包经营权,制定农村住房、宅基地、大棚、养殖圈舍、大型农机具等农业生产设施设备,粮棉油、蔬菜作物和畜禽水产等生物资产的确权、登记、评估、抵押、转让等制度和办法,促进农村资源向资本转变。创新信贷、保险方式,以市为单位,鼓励各类企业出资参股组建农业担保公司,做好担保平台,开展农村产权抵押贷款业务。深化龙头企业、专业合作组织、农户与银行间的合作,鼓励小额贷款公司的发展,促进面向“三农”开展担保、贷款等金融服务,引导信贷资金投入现代农业。创新金融服务,把新型农业经营主体纳入银行业金融机构客户信用评级范围,对信用等级较高的在同等条件下实行贷款优先等激励措施,对符合条件的进行综合授信。积极推动厂房、渔船抵押和生产订单、农业保单质押等业务,拓宽抵质押物范围;支持新型农业经营主体利用期货、期权等衍生工具进行风险管理。强化农业保险服务,探索建立针对设施大棚、活体动物等的新型农业保险,创新农业保险品种,不断扩大保险覆盖面,提高赔付额度,充分发挥保险的风险保障作用^[5]。

3.3.3 创新农业科技服务平台。建立与大专院校、科研院所跨部门、跨行业的广泛而紧密的合作与协作机制,强化自

主创新,开展农业资源高效利用、生态环境修复等关键技术开发与试验示范。积极推进农机农艺融合,开展工程、生物、信息、环境等技术集成应用。不断探索有机肥和化肥合理配比,大力发展高效缓(控)释肥等新型肥料示范应用,提高有机肥施用比例和肥料利用效率。开展精准施药和科学用药试验示范。大力推进农村沼气工程转型升级,开展规模化生物天然气生产试点;引导和鼓励农民利用畜禽粪便积造农家肥。积极推广畜禽规模化养殖、沼气生产、农家肥积造一体化发展模式。积极推进原料生产、加工物流、市场营销等一、二、三产业融合发展的技术集成与创新,促进农业转型升级,推进现代农业发展。

参考文献

[1] 李卫彬. 浅谈现代农业发展的思路与对策[J]. 农民致富之友, 2014 (16): 30 - 36.

[2] 杨权命. 发展现代农业的基本思路和措施[J]. 现代农业, 2013 (5): 75 - 76.

[3] 焦发源. 浅谈现代农业发展的问题及对策[J]. 中国科技博览, 2013 (31): 422.

[4] 孙继成, 王文霞, 马再财, 等. 潜江市现代农业发展现状与对策建议[J]. 安徽农学通报, 2011 (17): 14.

[5] 赵勇. 浅谈现代农业发展中的关键措施与对策[J]. 河南农业, 2009 (6): 25 - 28.

(上接第 230 页)

3 高温伏旱对水稻生长及产量影响分析

3.1 生长发育影响分析 水稻抽穗扬花期对高温最为敏感,最适宜生长的温度是 25 ~ 30 ℃,水稻抽穗扬花期若遭遇 35 ℃ 以上高温将导致结实率下降,产量降低。王成瑗等^[8]研究指出水稻出穗后受干旱胁迫叶片萎蔫、卷曲,下部叶片变黄、衰老加快,叶面积指数下降,叶绿素含量减少,最终影响产量。成都 7 月中下旬发生持续高温天气,日最高气温 > 35 ℃ 的平均天数超过 5 d,高温加剧土壤水分蒸发,出现少有的农业干旱,在高温与干旱双重胁迫下,灌溉条件差的水稻

田块失墒严重,田块出现龟裂现象,水稻抽穗困难,植株叶片提前枯黄,功能衰竭,在受损田块中 7 月下旬抽穗扬花的水稻受影响最为严重。

3.2 产量结构分析 产量结构分析是构成产量的各因素相互组合进行分析测定,产量的高低主要取决于有效穗数、每穗总粒数、结实率、千粒重,各因素相互配合。在成都市水稻成熟前,对高温干旱影响的稻田和灌溉区稻田取一定数量样品进行产量结构对比分析,结果(表 2)发现,干旱区稻田穗粒数、有效穗数、结实粒均减少,空秕率增加。

表 2 产量结构因素对比分析
Table 2 Comparative analysis of output structure factors

调查区域 Survey area	穗粒数 Kernels per spike//粒	有效穗数 Number of productive spike//万穗/hm ²	穗结实粒数 Grain number per spike//粒	空壳率 Percentage of empty grain//%	秕谷率 Percentage of blighted grain//%
干旱区 Arid area	146.7	184.5	130.6	6	8
灌溉区 Irrigation area	202.9	258.0	180.3	3	5
差值 Differences	-56.2	-73.5	-49.7	3	3

4 结论

2015 年成都水稻抽穗扬花前期降水持续偏少,在抽穗扬花期出现持续高温,日最高气温 > 35 ℃ 的平均天数超过 5 d,高温加剧土壤干旱程度,出现较为严重的农业干旱。高温干旱双重胁迫下,成都水稻抽穗困难、叶片枯黄、功能衰竭,水稻生长发育受阻,后期测产数据表明干旱区水稻穗粒数、有效穗数、穗结实粒数均减少,空壳率及秕谷率增加,干旱区产量明显减产。

参考文献

[1] 江学海,李刚华,王绍华,等. 不同生育阶段干旱胁迫对杂交稻产量的

影响[J]. 南京农业大学学报, 2015, 38 (2): 173 - 181.

[2] 王成瑗,王伯伦,张文香,等. 干旱胁迫时期对水稻产量及产量性状的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24 (2): 160 - 166.

[3] 李萍萍,程高峰,张佳华. 高温对水稻抽穗扬花期生理特性的影响[J]. 江苏大学学报, 2010 (2): 125 - 130.

[4] 梁嘉炎,蔡一霞. 高温干旱对水稻产量、品质及剑叶生理特性影响研究综述[J]. 中国农学通报, 2013, 29 (27): 1 - 6.

[5] 王建林. 现代农业气象服务[M]. 北京: 气象出版社, 2010: 159, 162.

[6] 张娟娟. 2006 年重庆市特大干旱及其对农业的影响研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008: 17 - 18.

[7] 四川省质量技术监督局. 四川省地方标准气候术语: DB51/T582 - 2006 [S]. 四川省质量技术监督局, 2006.

[8] 王成瑗,王伯伦,张文香. 土壤水分胁迫对水稻产量和品质的影响[J]. 作物学报, 2006 (1): 131 - 137.