

魏丽欣,张良玉,赵春雷,等.河北省苹果膨大期高温热害和气候适宜性分析[J].气象与环境科学,2019,42(4):10-15.

Wei Lixin, Zhang Liangyu, Zhao Chunlei, et al. Analysis on High Temperature Heat Damage and Climate Suitability of Apple in Swelling Period in Hebei Province[J]. Meteorological and Environmental Sciences, 2019, 42(4): 10-15.

doi:10.16765/j.cnki.1673-7148.2019.04.002

河北省苹果膨大期高温热害和气候适宜性分析

魏丽欣¹, 张良玉¹, 赵春雷², 张 会¹, 孙小诺¹, 刘宏举²

(1. 保定市气象局, 河北 保定 071000; 2. 河北省气象科学研究所, 石家庄 050021)

摘 要:选取河北省 45 个苹果种植主产县,利用 1988—2017 年 6—8 月 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 高温日数、 $\geq 0.1\text{ mm}$ 降水日数、20~27 $^{\circ}\text{C}$ 适宜气温日数(剔除高温和降水同时出现日数)进行数理统计,分析河北省苹果膨大期高温热害指数和气候适宜指数时间变化特征,并对各指数进行分级、评价。采用 GIS 反距离权重法差值分析,构建区划图,分析河北省苹果膨大期高温热害指数和气候适宜指数的空间分布特征。结果表明:苹果膨大期高温日数以每 10 年 0.9 天的日数上升;适宜气温日数、降水日数分别以每 10 年 2.7、1.1 天的日数下降。历年高温热害指数每 10 年上升 0.03,气候适宜指数每 10 年下降 3.6。高温热害重度风险区域主要分布在河北平原中南部的冀南地区,中度风险区分布在河北省境内太行山中、西部及河北平原的北部区域,轻度风险区主要分布在燕山区域的冀东地区。气候适宜区主要分布在燕山区域的冀东地区、西北及环渤海区域;较适宜区分布在河北省境内太行山中部及河北平原的北部区域,也包括沧州、邯郸市的苹果种植县;一般适宜区主要分布在河北平原中南部的冀南地区。

关键词: 河北省;苹果;膨大期;高温热害;气候适宜性

中图分类号: P49

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2019)04-0010-06

引 言

河北省是我国主要苹果种植基地之一,面积和产量均居全国前列。河北省实施绿色攻坚和产业综合开发,林果业取得了显著的生态、经济和社会效益,苹果产业已成为河北省生态建设和乡村振兴的主导产业^[1]。河北省属暖温带半湿润半干旱大陆性季风气候,降水集中,雨热同季,适宜多种农作物生长^[2]。气候条件优越,自然资源丰富,具有大范围生产优质水果的自然资源优势。但特殊的地理优势,也存在生态脆弱区,地形复杂,气象灾害发生概率大。气候变化背景下中国高温热浪事件呈现范围明显增大、频率增加的趋势^[3],气候变暖对农业生产产生了深远影响^[4]。程路等^[5]分析了 2018 年我国中东部地区夏季高温对农业生产的不利影响。宣守丽等^[6]研究了高温对长江中下游地区水稻结实

率的影响。苹果膨大期需要适宜的温度和足够的养分、水分供给^[7]。温度、降水是通过改变大气中热量、土壤中的水分分配,从而影响苹果生长发育、产量形成与品质变化^[8]。张磊等^[9]研究了 7 月气温、降水对高酸苹果的维生素 C 含量的影响,维生素 C 随气温升高而减少,随降水增加而增加。姚小英等^[10]研究发现陇东南“花牛”苹果单果重量增长量与 7 月平均气温相关关系显著。文献[11-13]指出 6—8 月平均气温是影响苹果种植气候适宜性的主导气候因子。苹果膨大期是果实形成关键期^[14-16],期间的高温热害已是影响苹果产量、品质和商品率的主要气象灾害之一^[17-18]。果实膨大期气温超过 35 $^{\circ}\text{C}$,严重影响光合营养的积累,抑制果实膨大。对套袋果实,高温可造成袋内高温干燥,影响含糖量,降低果品品质,并可造成星裂等^[19]。预防高温热害已成为果实膨大期防灾减灾关注的重点^[20]。

收稿日期:2018-12-24;修订日期:2019-06-06

基金项目:中国气象局 2018 年农业气象灾害风险预警业务化建设项目

作者简介:魏丽欣(1980—),女,河北保定人,工程师,学士,从事气象服务与应用气象研究. E-mail:8920927@qq.com

通讯作者:张良玉(1978—),男,河北献县人,工程师,学士,从事综合气象业务工作. E-mail:51031570@qq.com

前人已对气象灾害指数和适宜指数进行了许多相关研究。李美荣等^[21]研究了连阴雨灾害指数与苹果的生长风险分析;刘璐等^[22]以白水县为例研究了苹果膨大期高温热害精细化风险评估及区划,吉志红等^[23]研究了三门峡市苹果种植气候适宜性区划。但是研究河北省苹果生产与膨大期气候条件关系的较少。本文分析了苹果膨大期高温热害风险指数和气候适宜指数对河北省苹果生长的影响,并制作区划图,旨在为有针对性地开展苹果气象服务,防灾增产、合理规划种植区域提供参考依据^[24],对促进河北省苹果产业可持续发展具有十分重要的现实意义。

1 资料与方法

1.1 资料来源

河北省苹果种植区主要分布在燕山和冀中南的太行山和河北平原区域的45个主产区。包括燕山区域的围场、隆化、承德、宽城、青龙、兴隆、迁安、遵化、玉田、抚宁、昌黎、滦南、乐亭、三河、涿鹿、怀来、蔚县、滦县,太行山和河北平原区域的平山、井陉、临城、内丘、邢台、曲阳、顺平、唐县、易县、大城、定州、肃宁、泊头、南皮、安平、武邑、枣强、冀州、广宗、永年、临漳、新河、深州、永清、辛集、深泽、藁城。

气象资料选用1988—2017年6—8月河北省45个苹果主产区地面气象观测站气温($\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温日数、 $20\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 膨大期适宜温度日数^[25])、降水($\geq 0.1\text{ mm}$ 降水日数)要素数据。苹果种植面积、产量、灾情资料来自《河北省农村统计年鉴》和河北农业大学实地调查资料。

1.2 数据处理和研究方法

以往分析苹果膨大期的高温热害和气候适宜指数都是利用6—9月数据进行分析,确定评价指标。分析发现,1988—2017年,河北省9月未出现高温的主产区占31%,出现1~3天的占60%,未出现连续高温天气。其次是研究调查资料发现9月高温天气对果实膨大影响不是很大,用6—9月数据很难客观评价各指数对河北省苹果膨大期的影响。

在全球气候变暖的背景下,不同区域的气候变化并非一致^[26-27],河北省高温天气主要出现在6—8月。本研究剔除了9月数据,并剔除了 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 高温和 $\geq 0.1\text{ mm}$ 降水量同时出现的日数,修正原指数所采用要素时间为6—8月,使计算结果更精准,对实际生产更具有指导意义。

6至8月为河北省苹果膨大期,此时正是天气

复杂多变,雨水较多,温度较高的季节。本文计算并分析了高温热害指数(G_r)和果实膨大期适宜指数(P_a)。

利用高温日数和降水日数反映高温热害的影响程度。高温热害指数 G_r 定义为^[28]

$$G_r = N_{t_g \geq 35} / N_{R \geq 0.1} \quad (1)$$

式中, $N_{t_g \geq 35}$ 为6月1日—8月31日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的日数, $N_{R \geq 0.1}$ 为同一时期降水量 $\geq 0.1\text{ mm}$ 的日数。膨大期高温日数越多,降水日数($R \geq 0.1\text{ mm}$)越少,热害可能越重,越不利于果实膨大。

为更好地反映苹果膨大期气候适宜性,本文用高温日数、降水日数、平均气温($20\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$)日数反映膨大期气候适宜指数。

果实膨大期适宜指数 P_a 定义为^[28]

$$P_a = (N_{t_s} + N_{R \geq 0.1}) / N_{t_g \geq 35} \quad (2)$$

式中, N_{t_s} 为膨大期适宜膨大气温的日数, t_s 为 $20\sim 27\text{ }^{\circ}\text{C}$,在膨大期日平均气温序列中挑选, N_{t_s} 、 $N_{R \geq 0.1}$ 越多, $N_{t_g \geq 35}$ 越少,越适宜果实膨大。

G_r 表征了河北省苹果主产区高温热害差异及对苹果生长的影响程度。 P_a 反映了河北省苹果膨大期气候适宜性。

根据计算得到的 G_r 、 P_a 结果进行分级、评价。采用GIS反距离权重法差值分析,构建区划图,对比分析河北省苹果膨大期高温热害和气候适宜性的空间分布特征。

2 结果与分析

2.1 膨大期高温热害和气候适宜性影响因子年际变化

温度、降水是影响苹果生长发育的直接气候因素。统计结果(图1)表明,近30年来河北省苹果主产区膨大期高温($\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$)日数总体呈上升趋势。20世纪80年代末至90年代呈明显的上升趋势,21世纪至今高温日数有所波动,但整体呈上升趋势。1997年是超强厄尔尼诺年^[29],出现历年高温日数极值。据统计,在冀中南的邢台、邯郸、衡水、沧州和石家庄市的主产区高温日数达30~48天,中部达6~28天,东、北部为5天以下,辛集出现48天高温。南部主产区最长连续高温日数均达6~10天,高温热害严重。通过查阅《河北省农村统计年鉴》,1997年是旱灾最严重的一年,罕见的高温干旱天气,造成了苹果果形指数较常年偏小,出现了不同程度的灼伤,使产量和品质明显下降。2000、1999年高温日

数次之。在全球变暖的气候背景下,高温日数以每 10 年 0.9 天的日数上升。

20~27℃平均气温日数、≥0.1mm降水日数呈下降趋势,分别以每10年2.7、1.1天的日数下降。1997年下降显著,严重影响了苹果膨大期的生长。20世纪80年代末至21世纪初有波动,在21世纪近10年波动较稳定。

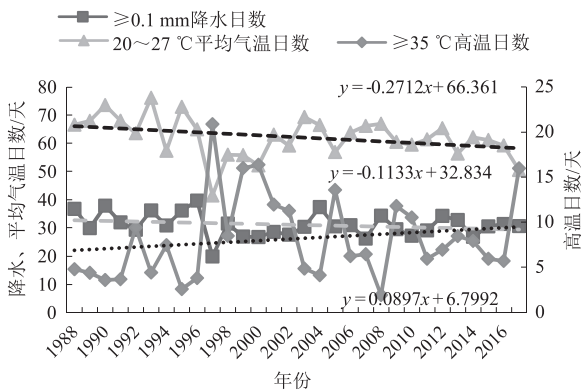


图1 河北省苹果主产区1988—2017年膨大期≥0.1mm降水、20~27℃气温日数、≥35℃高温日数趋势变化

2.2 膨大期高温热害时空变化

2.2.1 高温热害指数时间变化

根据公式(1)计算得出河北省苹果主产区膨大期历年高温热害指数(G_r)。统计计算结果(图2)显示,高温热害指数每10年上升0.03,1997年在近30年高温热害指数中出现最大值。2000年以来,变化不明显。但在近10年,高温热害指数呈明显的上升趋势,2017年高温热害风险最大,整体上,河北省苹果膨大期高温热害风险呈上升趋势。高温热害已成

为苹果生产中必须关注的问题。

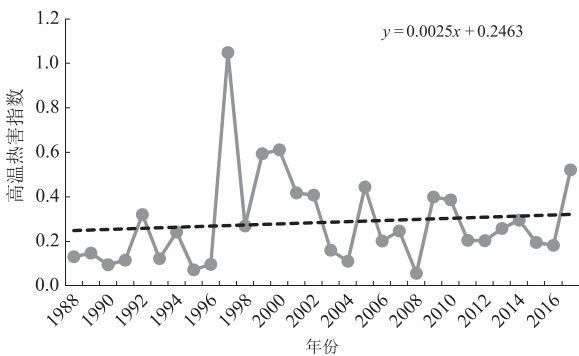


图2 河北省苹果主产区1988—2017年膨大期高温热害指数变化趋势

2.2.2 高温热害指数空间变化

根据调查资料记载,1997、2000年河北省均发生了严重的高温干旱天气,冀中南部的苹果种植主产区出现了≥35℃的持续高温天气,40%~60%的种植县出现了果形指数较常年偏小,灼伤严重,果面颜色呈褐色,套袋苹果也出现了不同程度的灼伤。受地形影响,部分果园西、南坡受害较重,灌溉条件差的果园,甚至出现了落果、缩果,土壤偏沙土地的果园受害严重。2016年,高温日数较少,降水较多,部分果园也出现了轻度灼伤。高温热害现象对苹果的生产造成了严重影响。根据多年来高温热害对苹果造成的危害程度和危害症状,结合典型年份对比分析,将高温热害指数(G_r)分为3级。依次是 $G_r \leq 0.15$ 为轻度, $0.15 < G_r \leq 0.45$ 为中度, $G_r > 0.45$ 为重度。河北省不同高温热害等级对苹果生长的影响如表1。

表1 河北省不同高温热害等级对苹果生长的影响

等级	轻度	中度	重度
危害程度和症状	树体的呼吸消耗加剧,影响光合营养的积累,果实膨大减慢,着色不良。	加速植株蒸腾,破坏树体水分和养分代谢,果实出现轻度灼伤。	果实小,且灼伤严重,出现褐色伤痕,畸形果,套袋苹果出现灼伤,劣质袋灼伤率较高,产量、品质明显下降。
典型年份	1996年、2004年	2012年、2016年	1997年、2000年

采用GIS技术,对高温热害指数进行风险区划,得到河北省苹果主产区膨大期高温热害风险区划图(图3)。由图3可以看出,高温热害轻度风险区主要分布在燕山区域的冀东地区,包括承德、秦皇岛、唐山、张家口等市的苹果种植县。从地形上看,这片区域地势较高,夏季高温热害天气较少,是扩大苹果种植规模的首选地。中度风险区分布在河北省境内太行山中、西部及河北平原的北部区域,包括保定、

石家庄、沧州、衡水、廊坊等市的苹果种植县。重度风险区主要分布在河北平原中南部的冀南地区,包括石家庄、衡水、邢台、邯郸等市的苹果种植县(主产区历年最高气温为43.9℃,出现在永年区),高温日数较多,为重度风险区,与区划结果一致。

2.3 膨大期气候适宜性时空变化

2.3.1 气候适宜指数时间变化

根据公式(2)计算得出河北省苹果主产区膨大

期历年气候适宜指数(P_a)。分析结果(图4)表明,气候适宜指数每10年下降3.6。20世纪80年代末至90年代中期,适宜指数呈上升趋势。20世纪90年代后期至今,大部分年份适宜指数明显减小。近30年气象条件最适宜的年份是2008年,其次是1995年;气象条件最不适宜的年份是1997年,其次是2000年。随着气候变暖,整体河北省苹果膨大期气象条件的适宜性在下降。

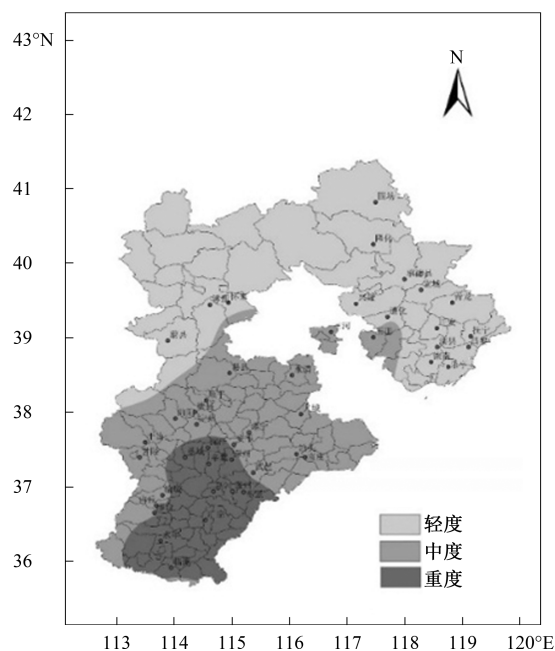


图3 河北省苹果主产区膨大期高温热害指数分布

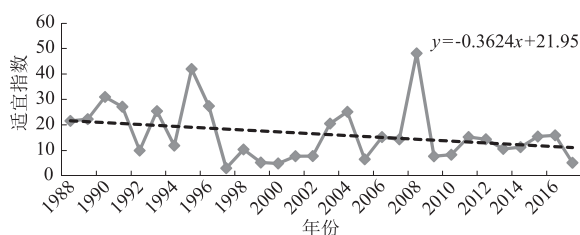


图4 河北省苹果主产区1988—2017年膨大期气候适宜指数变化趋势

2.3.2 气候适宜指数空间变化

6—8月正值河北省夏季,是全年气温最高时段,也是树冠和果实生长最快时期,适宜膨大期平均气温为20~27℃。膨大期正是苹果树需水量最大,对水分最敏感的时期。据统计,膨大期到采收期的需水量占生育期总需水量的86.9%^[30]。做好水分管理,可以为苹果果实膨大、丰产提质创造良好的水分环境条件^[31]。

根据对河北省苹果种植面积和产量调查,将气

候适宜指数 P_a 分为3级: $P_a \leq 6.5$ 为一般适宜, $6.5 < P_a \leq 20.0$ 为较适宜, $P_a > 20.0$ 为适宜。河北省的苹果种植面积向北、向西扩展,环京津区的种植面积日益增长。河北省不同适宜等级区苹果种植面积和产量如表2所示。

表2 河北省不同气候适宜等级区苹果种植面积和产量

适宜等级	适宜区	较适宜区	一般适宜区
种植面积/hm ²	95926	59221	28506
占比百分率/%	52.2	32.2	15.6
单产/(kg/hm ²)	22181	19554	16122

采用GIS技术,对气候适宜指数进行区划,得到河北省苹果主产区膨大期气候适宜指数区划(见图5)。适宜区主要分布在燕山区域的冀东地区、西北部分主产区,苹果树是喜低温干燥的温带果树,山区地形适宜通风、光照及排水,燕山区域气温日较差大,高温日数少,秦皇岛、唐山环渤海部分主产区区域属温凉半湿区,均为生产优质苹果的主要区域。承德县为种植优生区,种植面积居全省第一,位于适宜区域,与区划结果一致;较适宜区分布在河北境内的太行山中部及河北平原的北部区域,也包括沧州、邯郸市的苹果种植县;一般适宜区主要分布在河北平原中南部的冀南地区。

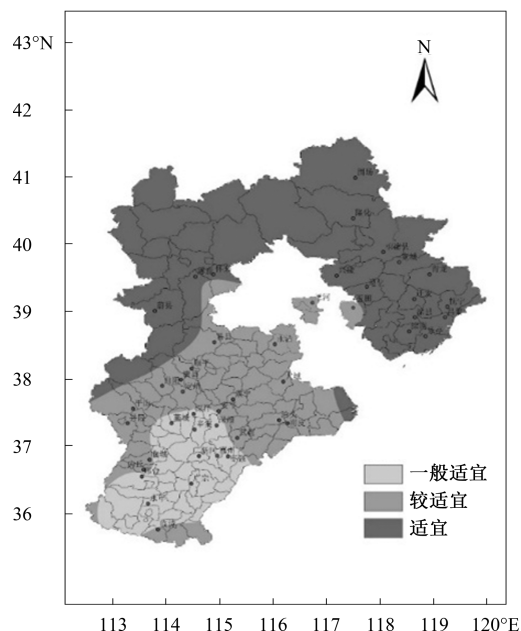


图5 河北省苹果主产区膨大期气候适宜指数分布

3 结论

(1)苹果膨大期气象条件对苹果产量、品质和商品率的影响非常显著。本研究表明,河北省苹果

膨大期(6—8月) $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温日数以每 10 年 0.9 天的日数上升。 $\geq 0.1\text{ mm}$ 的降水日数、20~27 $^{\circ}\text{C}$ 适宜温度日数分别以每 10 年 1.1 天、2.7 天的日数下降。高温热害指数每 10 年上升 0.03, 气候适宜指数每 10 年下降 3.6。

(2) 高温热害重度区域为河北平原中南部的冀南地区, 包括石家庄、衡水、邢台、邯郸等市的苹果种植县; 中度风险区分布在河北省境内太行山中、西部及河北平原的北部区域; 轻度风险区主要分布在燕山区域的冀东地区。

(3) 河北省苹果气候适宜区主要分布在燕山区域的冀东地区、西北及环渤海区域; 较适宜区分布在河北省境内的太行山中部及河北平原的北部区域, 也包括沧州、邯郸市的苹果种植县; 一般适宜区主要分布在河北平原中南部的冀南地区。

(4) 本文根据河北省气候条件, 将原指数气象要素时间段 6—9 月修正为 6—8 月, 更符合客观实际。但本文尚未考虑最低气温、日较差等要素对苹果的影响, 还需进一步分析影响苹果膨大期生长的气象因素, 使其更具生产指导价值。

参考文献

- [1] 齐国辉, 郭素萍, 李保国, 等. 河北省太行山区综合开发治理研究及效果[J]. 林业与生态科学, 2018, 33(3): 237-242.
- [2] 史印山, 王玉珍, 池俊成, 等. 河北平原气候变化对冬小麦产量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(6): 1444-1447.
- [3] 周广胜. 气候变化对中国农业生产影响研究展望[J]. 气象与环境科学, 2015, 38(1): 80-94.
- [4] 檀艳静. 1981-2016 年河南省冬小麦产量对气象因素变化的响应[J]. 气象与环境科学, 2018, 41(4): 108-116.
- [5] 程路, 张艳红, 何亮, 等. 2018 年夏季气象条件对农业生产的影响[J]. 中国农业气象, 2018, 39(11): 762-764.
- [6] 宣守丽, 石春林, 刘杨. 自然环境高温对长江中下游地区中稻结实率的影响及模拟[J]. 气象与环境科学, 2017, 40(1): 73-77.
- [7] 马杰, 李晓静, 强玉柱, 等. 苹果不同生育期综合气象资源对产量的影响研究—以天水市秦州区为例[J]. 中国农学通报, 2014, 30(28): 199-203.
- [8] 白秀广, 陈晓楠, 郑少锋. 气候变化对苹果主产区单产及单产增长的贡献研究[J]. 中国农业大学学报, 2015, 20(4): 82-91.
- [9] 张磊, 张晓煜, 段晓凤. 气象条件对高酸苹果若干品质因子的影响[J]. 气象与环境科学, 2018, 41(3): 51-56.
- [10] 姚小英, 马杰, 李瞳, 等. 陇东南“花牛”苹果果实生长动态及其与热量条件的关系[J]. 中国农业气象, 2017, 38(12): 780-786.
- [11] 屈振江, 周广胜. 中国富士苹果种植气候适宜区的年代际变化[J]. 生态学报, 2016, 36(23): 7551-7560.
- [12] 张山清, 普综朝, 李新建, 等. 气候变化对新疆苹果种植气候适宜性的影响[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(8): 255-264.
- [13] 屈振江, 周广胜. 中国富士苹果种植的气候适宜性研究[J]. 气象学报, 2016, 74(3): 479-490.
- [14] 刘璐, 王景红, 张树誉, 等. 陕西红富士苹果气候品质指标及认证技术[J]. 中国农业气象, 2018, 39(9): 611-617.
- [15] 彭玲, 刘晓霞, 何流, 等. 不同黄腐酸用量对‘红将军’苹果产量、品质和 15N-尿素去向的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(5): 1412-1420.
- [16] 马文, 赵奕兵, 刘新生, 等. 陕西省咸阳县红富士苹果种植区气象条件分析[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(7): 86-89.
- [17] 李艳丽, 刘映宁, 李美荣, 等. 陕西果树高温热害气象特征分析[J]. 陕西农业科学, 2007(3): 65-70.
- [18] 吉志红. 气候变化对三门峡苹果生长的影响分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(10): 237-242.
- [19] 丁锡强, 杜俊一, 高峰, 等. 气象条件对苹果品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(29): 14118-14120.
- [20] 李星敏, 柏秦凤, 朱琳. 气候变化对陕西苹果生长适宜性影响[J]. 应用气象学报, 2011, 22(2): 241-248.
- [21] 李美荣, 李星敏, 李艳莉, 等. 基于连阴雨灾害指数的陕西省苹果生长风险分析[J]. 干旱气象, 2011, 29(1): 106-109.
- [22] 刘璐, 柏秦凤, 梁铁. 陕西省苹果膨大期高温热害精细化风险评估及区划研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(3): 215-219.
- [23] 吉志红, 陈敏, 张心令, 等. 基于 GIS 的三门峡市苹果种植气候适宜性区划[J]. 气象与环境科学, 2015, 38(1): 61-66.
- [24] 申顺吏, 杨俊梅, 巩在武, 等. 基于灰色关联的陕西苹果产量气候影响因子分析及苹果产量预测[J]. 南方农业学报, 2016, 47(7): 1146-1154.
- [25] 李俊芬, 姜本琴. 苹果套袋栽培中的气象条件与管理措施[J]. 气象与环境科学, 2008, 31(增刊): 178-180.
- [26] IPCC. Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change[M]. UK: Cambridge University Press, 2007: 1-50.
- [27] 第二次气候变化国家评估报告编写委员会. 第二次气候变化国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社, 2011: 213-229.
- [28] 王景红. 果树气象服务基础[M]. 北京: 气象出版社, 2010.
- [29] 国家气候中心, 中国气象科学研究院. GB/T 33666-2017 厄尔尼诺/拉尼娜时间判别方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [30] 闫琪. 红富士苹果树需水规律与产量的相关性[J]. 甘肃农业科技, 2009(4): 19-21.
- [31] 柴芊, 刘映宁. 2009 年陕西苹果生育期气候影响评价[J]. 陕西农业科学, 2010(4): 77-79.

Analysis on High Temperature Heat Damage and Climate Suitability of Apple in Swelling Period in Hebei Province

Wei Lixin¹, Zhang Liangyu¹, Zhao Chunlei², Zhang Hui¹, Sun Xiaonuo¹, Liu Hongju²

(1. Baoding Meteorological Office, Baoding 071000, China;

2. Hebei Institute of Meteorological Sciences, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Using the $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ high temperature days, $\geq 0.1\text{ mm}$ precipitation days and $20\text{--}27\text{ }^{\circ}\text{C}$ suitable temperature days (excluding days high temperature and precipitation appear simultaneously) from June to August during 1988–2017 in 45 major apple producing counties in Hebei province, mathematical statistic were conducted. Temporal variation characteristics of high temperature heat damage index and climatic suitability index during apple swelling period in Hebei province were analyzed. The indexes were graded and evaluated. Using GIS inverse distance weight method, a zoning map was constructed, while the spatial distribution characteristic of high temperature heat damage index and climate suitability index during apple swelling period in Hebei province was analyzed. The results showed that the number of high temperature days during apple expansion increased by 0.9 days every 10 years. The suitable temperature days and precipitation days decreased by 2.7 days and 1.1 days per 10 years, respectively. Over the years, the high temperature heat damage index increased by 0.03 per 10 years, climate suitability index decreased by 3.6 per 10 years. The serious risk areas of high temperature heat damage are mainly distributed in the south-central Hebei Plain. The moderate risk areas are distributed in the middle, west of Taihang Mountains and the north of Hebei Plain. The mild risk areas are mainly distributed in the east of Hebei province in Yanshan district. The climate suitable areas are mainly distributed in the eastern Hebei, northwest and Bohai Rim regions of Yanshan region. The more suitable areas are located in the middle of Taihang Mountain and the north of Hebei Plain in Hebei province, also including Cangzhou and Handan apple planting counties. The general suitable areas are mainly distributed in the south-central Hebei Plain.

Key words: Hebei province; apple; expansion period; high temperature heat damage; climate suitability