

近五十年气温变化对我国梨和桃生产的影响

冯立娟, 陶吉寒, 尹燕雷, 杨雪梅, 武 冲

(山东省果树研究所, 山东 泰安 271000)

摘 要:利用 1961—2012 年全国气温数据和梨、桃栽培面积与产量数据,通过相关回归等数理统计方法系统分析了不同季节和全年气温变化与 2 种果树栽培面积和产量之间的关系。结果表明:1961—2012 年中国四季和全年平均气温、最高气温和最低气温变化趋势中,除春季和秋季最低气温表现为线性递减外,其它季节气温整体均呈上升趋势;全年平均气温、最高气温、最低气温每年分别上升 0.020、0.038、0.002℃,平均气温、最高气温升高幅度均极显著;1961—2012 年中国梨和桃栽培面积、总产量和单产量整体上逐渐升高,呈现不同的变化趋势;相关性分析表明,梨和桃栽培面积、总产量和单产量均与春季、夏季、秋季、冬季和全年平均气温和最高气温呈显著正相关,与最低气温相关性不显著;气温升高对梨和桃生产起正面效应。

关键词:气温变化;梨;桃;栽培面积;产量

中图分类号:S 66 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)08-0019-05

近十几年来,以气候变暖为主要特征的气候变化及其对自然、经济和人类生活的影响已经成为各国政府、社会和科学界共同关注的全球性问题。气候变化及其影响是多尺度、全方位、多层次的,且正面和负面影响并存^[1-3]。许多研究表明,随着温度的升高,作物的干物质和产量均会下降。温度升高会影响稻穗的不育率,致使授粉率和谷粒数量降低,产量下降^[4]。陈群等^[5]分析近 20 年东北气候变暖对春玉米生长发育与产量的影响表明,气温上升使东北地区东北部春玉米产量增加明显,而西南部减产,可见春玉米对气候变暖是逐步适应。温度升高会改变作物生长速率和生育期长度,从而影响产量^[6]。Kucharik 等^[7]研究表明,在美国威斯康星州,未来夏季每额外增加 1℃,玉米和大豆产量可能分别减少 13%和 16%。在一定阈值内,大豆单产随着生长季平均气温的升高而增加,说明一定程度的增温对大豆产量有正效应,但增温导致大豆发育期提前,气候变暖对大豆生产的影响是利弊兼存^[8]。

中国自然条件优越,果树资源丰富,果树产业在中国农业产业发展中占有十分重要的战略地位,对促进农

村经济发展意义重大^[9]。适地适树是果树生产必须遵循的基本原则,只有在适宜的环境条件下生长,才能发挥果树树种的最大生长潜力、生态效益与经济效益^[10]。研究表明,气候升温对处于热带、亚热带的柑橘生产可能有一定的有利影响,但气温和雨量的不断升高使其产区土壤养分淋溶增加,导致缺素症的发生,从而影响其产量和品质^[11]。气候变化下柑橘冻害发生频率不减反增,早霜、晚霜及暖冬骤冷风险加大,可能是我国柑桔生产面临的重大风险^[12]。苹果生长与气候条件密切相关,陕西省苹果主产区月平均温度每上升 1℃,苹果户均年产量增加 7.56%~11.26%^[13]。气候变暖使苹果物候期提前,遭受花期霜冻的概率明显增加^[11,14]。低温霜冻对苹果开花坐果、果品质量产生严重影响,高温热害影响果品商品率的提高^[15-16]。魏钦平等^[17]通过对我国不同生态气候区“富士”、“乔纳金”、“新红星”果实品质的调查分析,提出了影响不同苹果品质因素的主要气象因子及最适气象因子的取值和优化方案,阐明了不同气候区苹果优质生产的有利条件和限制因子。气候变化对果树生产的影响可能较其它作物小,但作为多年生木本植物,极端性天气事件对果树生产的影响不可低估。因此,研究气候变化对果树生产的影响具有重要指导意义。

我国梨和桃栽培面积和总产量位居世界前列,在全国各地均有分布。气候变化对植物树种分布^[18]、种群生产力^[19-20]、物候期变化^[21]、农业生态系统^[6]、气象灾害与病虫害^[1]和种植结构^[22]等影响方面的研究也已被国内外科研人员进行了有益的探索,但气候变暖对我国梨和桃栽培面积、总产量和单产量等生产方面的影响尚鲜见

第一作者简介:冯立娟(1982-),女,博士研究生,助理研究员,现主要从事果树遗传资源与育种等研究工作。E-mail:fenglj1230@126.com.

责任作者:尹燕雷(1976-),男,硕士,副研究员,现主要从事果树遗传资源与育种等研究工作。E-mail:yylei66@sina.com.

基金项目:科技基础性工作专项子课题资助项目(2012 FY110100-4)。

收稿日期:2015-01-22

报道。该研究基于过去近 50 年气象资料,分析了全国气温变化及其对我国梨和桃栽培面积、总产量和单产量的影响,从而为充分合理利用气候资源实现果树高产高效栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验数据

利用中国气象局数据库获得中国 194 个气象监测站 1961—2012 年的逐日温度数据,计算出每年逐月最高气温、最低气温和平均气温,最后计算出春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)、冬季(12—2 月)和全年(1—12 月)最高气温、最低气温和平均气温。

利用世界粮农联合组织(FAO)数据库获得 1961—2012 年中国梨和桃栽培面积、总产量和单产量的数据。

1.2 数据分析

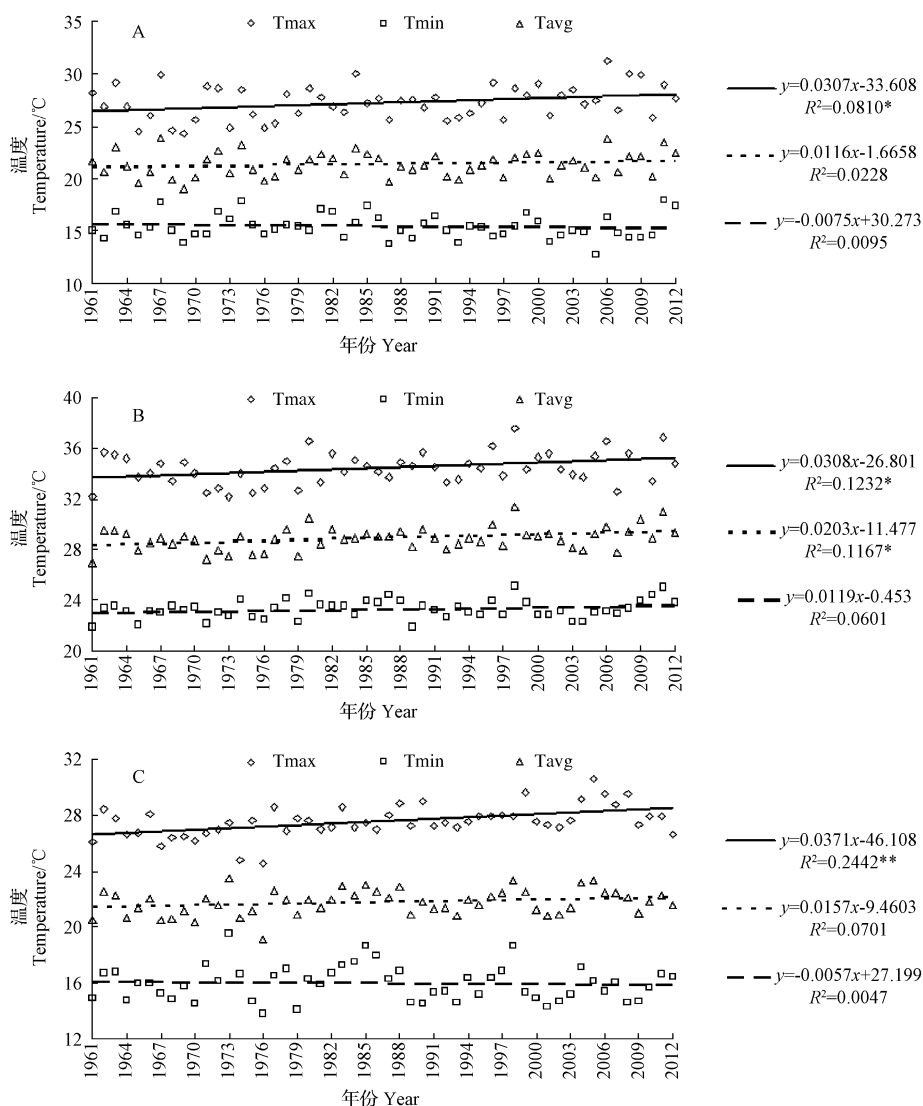
利用 Origin 8.0、SPSS 19.0、Excel 软件等作图分析 1961—2012 年中国气温变化规律及其对中国梨和桃生产指标的影响。

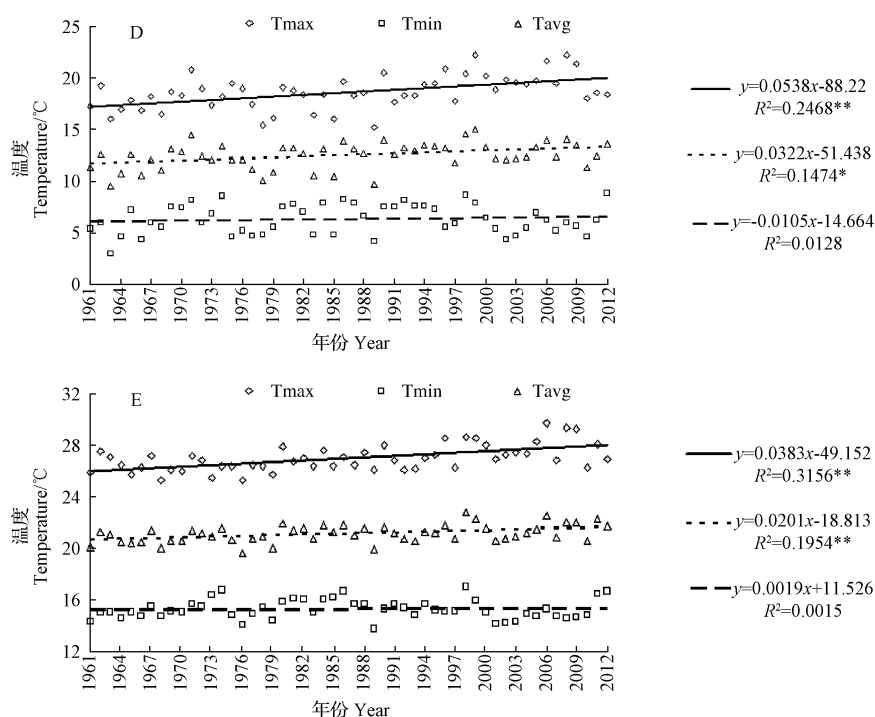
2 结果与分析

2.1 1961—2012 年中国大气温度变化趋势

1961—2012 年中国春季(A)、夏季(B)、秋季(C)、冬季(D)和全年(E)最高气温、最低气温和平均气温变化趋势如图 1 所示。中国春季和秋季平均气温(Tavg)、最高气温(Tmax)均为线性递增趋势,每年分别上升 0.012、0.031℃和 0.016、0.037℃,Tmax 升高幅度分别为显著和极显著。春季和秋季最低气温(Tmin)均为线性递减趋势,每年分别降低 0.008℃和 0.006℃,降低幅度不显著,2012 年春季和秋季最低气温均高于 1961 年。

夏季、冬季和全年最高气温、最低气温和平均气温均为线性递增趋势。夏季 Tavg、Tmax、Tmin 每年分别上升 0.020、0.031、0.012℃,Tavg 和 Tmax 升高幅度显著。冬季 Tavg、Tmax、Tmin 每年分别上升 0.032、0.054、0.011℃,Tmax 升高幅度极显著,Tavg 升高幅度显著。全年 Tavg、Tmax、Tmin 每年分别上升 0.020、0.038、0.002℃,Tavg 和 Tmax 升高幅度均极显著。





注: * 和 ** 分别表示显著 ($P < 0.05$) 和极显著 ($P < 0.01$)。以下同。

Note: * and ** show significant at $P < 0.05$ and very significant at $P < 0.01$ levels, respectively. The same below.

图 1 1961—2012 年中国春季(A)、夏季(B)、秋季(C)、冬季(D)和全年(E)最高气温、平均气温和最低气温的年际变化

Fig. 1 Temporal changes of maximum temperature (Tmax), average temperature (Tavg) and minimum temperature (Tmin) in Spring (A), Summer (B), Autumn(C), Winter (D) and full year (E) in China from 1961 to 2012

2.2 1961—2012 年我国梨和桃栽培面积变化趋势

如图 2 所示,1961—2012 年中国梨和桃栽培面积呈现不同的变化趋势。梨栽培面积呈先升高后降低的变化趋势,1997 年栽培面积最高,后逐渐降低,1998 年后变化趋势较稳定,2012 年栽培面积为 113.670 万 hm^2 ,约是 1961 年的 9.462 倍。桃栽培面积整体呈先升高后降低再升高的变化趋势,分别于 1989 年和 2012 年出现峰值,2012 年栽培面积为 77.210 万 hm^2 ,约是 1961 年的 12.809 倍。

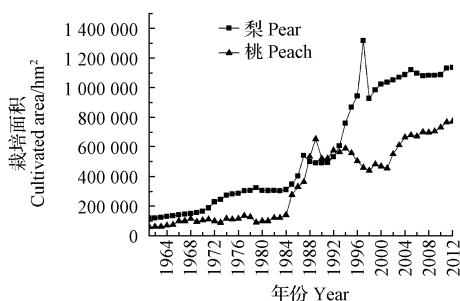


图 2 1961—2012 年梨和桃栽培面积的年际变化

Fig. 2 Annual changes in cultivation areas of pear and peach citrus in China from 1961 to 2012

2.3 1961—2012 年我国梨和桃总产量变化趋势

1961—2012 年梨和桃总产量整体均呈不断升高的变化趋势,由图 3 可以看出,2012 年总产量梨 > 桃。

1961—1991 年梨和桃总产量变化较缓慢,1991 年后逐渐升高,经历几次小幅度地起伏后,2012 年梨总产量高达 1 626.600 万 t,桃为 1 202.760 万 t,分别为 1961 年总产量的 33.749 和 27.818 倍。

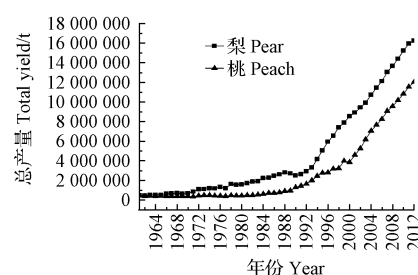


图 3 1961—2012 年梨和桃总产量的年际变化

Fig. 3 Annual changes in total yield of pear and peach in China from 1961 to 2012

2.4 1961—2012 年我国梨和桃单产量变化趋势

如图 4 所示,1961—2012 年我国梨和桃的单产量整体逐渐升高,但变化趋势不同。1961 年桃单产量较梨高,为 7 172.6 kg/hm^2 ,后逐渐降低,经多次不规则变化后,1994 年后逐渐升高,2012 年高达 15 577.8 kg/hm^2 ,约是 1961 年的 2.172 倍。1961 年梨单产量为 4 012.1 kg/hm^2 ,经多次升降不规则变化后,1998 年后梨单产量逐渐升高,2012 年达 14 309.8 kg/hm^2 ,约是 1961 年的 3.567 倍。

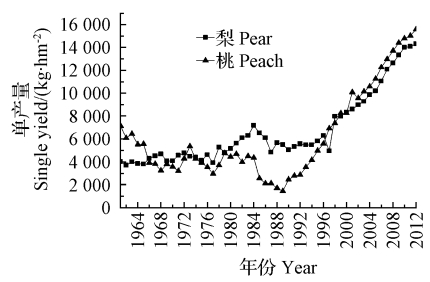


图 4 1961—2012 年梨和桃单产量的年际变化
Fig. 4 Annual changes in yields of pear and peach in China from 1961 to 2012

表 1 梨和桃生产与大气温度相关性分析

Table 1 Correlation analysis on the production of pear, peach and atmosphere temperature in China

时期 Period	树种 Cultivars		梨 Pear			桃 Peach		
	指标 Index	栽培面积 Cultivated area	总产量 Total yield	单产量 Unit yields		栽培面积 Cultivated area	总产量 Total yield	单产量 Unit yields
春季 Spring	最高气温 Tmax	0.273	0.336 *	0.318 **		0.239	0.314 *	0.338 *
	最低气温 Tmin	-0.155	-0.063	0.015		-0.156	-0.045	-0.026
	平均气温 Tavg	0.114	0.204	0.275 *		0.090	0.198	0.224
夏季 Summer	最高气温 Tmax	0.334 *	0.356 **	0.360 **		0.318 *	0.324 *	0.300 *
	最低气温 Tmin	0.164	0.233	0.283 *		0.149	0.215	0.147
	平均气温 Tavg	0.298 *	0.334 *	0.355 **		0.279 *	0.302 *	0.257
秋季 Autumn	最高气温 Tmax	0.501 **	0.437 **	0.384 **		0.489 **	0.403 **	0.341 *
	最低气温 Tmin	-0.094	-0.098	-0.042		-0.149	-0.115	-0.111
	平均气温 Tavg	0.252	0.208	0.214		0.206	0.175	0.139
冬季 Winter	最高气温 Tmax	0.527 **	0.490 **	0.431 **		0.438 **	0.449 **	0.415 **
	最低气温 Tmin	0.029	-0.024	-0.017		0.084	-0.039	-0.136
	平均气温 Tavg	0.357 **	0.303 *	0.269		0.330 *	0.268	0.193
全年 Full year	最高气温 Tmax	0.566 **	0.566 **	0.548 **		0.508 **	0.522 **	0.494 **
	最低气温 Tmin	-0.055	-0.029	0.040		-0.058	-0.039	-0.092
	平均气温 Tavg	0.395 **	0.409 **	0.433 **		0.350 *	0.371 **	0.321 *

3 讨论与结论

全球气候变暖已成为一个世界性的问题,根据联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change,IPCC)第 4 次评估报告指出最近 100 年(1906—2005 年)全球平均气温上升了 0.56~0.92℃。21 世纪气候变化趋势预测表明,21 世纪中国气候将继续明显变暖^[23-24]。该研究表明,1961—2012 年中国气候存在明显暖干化趋势,春季和秋季平均气温和最高气温,夏季、冬季和全年平均气温、最高气温和最低气温均为线性递增的变化趋势。春季和秋季最低气温虽然表现为线性递减,但 2012 年春季和秋季最低气温均高于 1961 年。

研究表明,20 世纪 90 年代以来气候变化使果树发育期普遍提前 5~8 d;同时因气候变化使得寒潮、霜冻、干旱等气象灾害发生频繁,对果树产量与品质的影响更为剧烈^[25-26],气候变化对果树生产的影响不可低估。该研究中,2012 年中国梨和桃栽培面积、总产量和单产量整体较 1961 年均有较大程度地提高,变化趋势不同。相关性分析表明,梨和桃栽培面积、总产量和单产量均与

2.5 我国梨和桃生产与大气温度的相关性分析

我国梨和桃栽培面积、总产量和单产量与大气温度的相关性分析如表 1 所示。梨和桃栽培面积、总产量和单产量均与夏季 Tmax 和 Tavg 显著正相关,与秋季和冬季 Tmax 极显著正相关,与全年 Tmax 和 Tavg 极显著正相关。梨和桃总产量和单产量均与春季 Tmax 显著正相关。梨总产量与冬季 Tavg 显著正相关,梨和桃栽培面积分别与冬季 Tavg 呈极显著正相关和显著正相关。这说明,我国梨和桃栽培面积、总产量和单产量与不同季节和全年 Tmax 和 Tavg 相关性显著,与 Tmin 相关性不显著,但是大部分表现为正相关。

不同季节和全年最高气温和平均气温相关性显著,与最低气温相关性不显著,但是大部分表现为正相关,这说明温度升高整体上对梨和桃的生产起正面效应,这与在水稻^[8]和小麦^[27]等作物上的研究结果不一致,这可能与果树是多年生木本植物,对气候的适应性较水稻、小麦等草本植物强的缘故。气候变化带来的极端性天气对果树产量和品质的影响较为严重,应进一步深入研究,从而提出预防措施,缓解气候变暖对果树生产的影响和危害。

该研究只分析了 1961—2012 年不同季节和全年平均气温、最高气温和最低气温对梨和桃栽培面积、总产量和单产量的影响,但我国梨和桃均有适宜的主产区,梨主要栽植在山东、河北和安徽等地,桃主要栽植在山东、河南、陕西和河北等地。通过多年调研发现,气候变暖对果树栽培面积影响较小,对产量影响较明显,气候变暖如何影响梨和桃区域性栽培的产量和品质还需进一步深入研究。

参考文献

[1] 李祎君,王春乙,赵蓓,等. 气候变化对中国农业气象灾害与病虫害

- 的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(Suppl.): 263-271.
- [2] 杨晓强, 张立群, 李帅, 等. 1980—2008 年黑龙江省气候变暖及其对大豆种植的影响[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(2): 96-100.
- [3] 王萍, 李廷全, 闫平, 等. 黑龙江省近 35 年气候变化对梗稻发育期及产量的影响[J]. 中国农业气象, 2008, 29(3): 268-271.
- [4] Peng S, Huang J, Sheehy J E, et al. Rice yields decline with higher night temperature from global warming[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2004, 101(27): 9971-9975.
- [5] 陈群, 耿婷, 侯雯嘉, 等. 近 20 年东北气候变暖对春玉米生长发育及产量的影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47(10): 1904-1916.
- [6] 肖国举, 张强, 王静. 全球气候变化对农业生态系统的影响研究进展[J]. 应用生态学报, 2007, 18(8): 1877-1885.
- [7] Kucharik C J, Serbin S P. Impacts of recent climate change on Wisconsin corn and soybean yield trends[J]. Environmental Research Letters, 2008(3): 10.
- [8] 姜丽霞, 李帅, 李秀芬, 等. 黑龙江省近三十年气候变化对大豆发育和产量的影响[J]. 大豆科学, 2011, 30(6): 921-926.
- [9] 束怀瑞. 中国果树产业可持续发展战略研究[J]. 落叶果树, 2012, 44(1): 1-4.
- [10] 孙喜林, 王丹, 齐颜君, 等. 适地适树的实现途径与方案确定[J]. 现代农业科技, 2013(3): 193.
- [11] 潘根兴, 高民, 胡国华, 等. 气候变化对中国农业生产的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(9): 1698-1706.
- [12] 王景红, 柏秦凤, 梁轶, 等. 2010 年冬季陕南柑橘受冻气象条件分析及防御对策[J]. 中国农学通报, 2012, 28(25): 260-264.
- [13] 刘天军, 蔡起华, 朱玉春. 气候变化对苹果主产区产量的影响—来自陕西省 6 个苹果生产基地县 210 户果农的数据[J]. 中国农村经济, 2012(5): 32-40.
- [14] 殷淑燕, 张钰敏, 李美荣, 等. 气候变化对洛川苹果物候期的影响[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2011, 39(6): 86-90, 95.
- [15] 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.
- [16] 马延庆, 刘新生, 马文, 等. 气候变化对咸阳苹果生产的影响及对策研究[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(2): 259-265.
- [17] 魏钦平, 张继祥, 毛志泉, 等. 苹果优质生产的最适气象因子和气候区划[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 713-716.
- [18] 晏寒冰, 彭丽潭, 唐旭清. 基于气候变化的东北地区森林树种分布预测建模与影响分析[J]. 林业科学, 2014, 50(5): 132-139.
- [19] Hayhoe K, Wake C, Huntington T, et al. Past and future changes in climate and hydrological indicators in the US Northeast[J]. Climate Dynamics, 2007, 28: 381-407.
- [20] 丘阳, 高露双, 张雪, 等. 气候变化对阔叶红松林不同演替阶段红松种群生产力的影响[J]. 应用生态学报, 2014, 25(7): 1870-1878.
- [21] 陆佩玲, 于强, 贺庆棠. 植物物候对气候变化的响应[J]. 生态学报, 2006, 26(3): 923-929.
- [22] 刘志娟, 杨晓光, 王文峰, 等. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响Ⅳ. 未来气候变暖对东北三省春玉米种植北界的可能影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(11): 2280-2291.
- [23] 丁一汇, 任国玉, 石广玉, 等. 气候变化国家评估报告(D: 中国气候变化的历史和未来趋势)[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 3-8.
- [24] 秦大河, 丁一汇, 苏纪兰, 等. 中国气候与环境演变评估(D: 中国气候与环境变化及未来趋势)[J]. 气候变化研究进展, 2005(1): 4-9.
- [25] 姚小英, 朱拥军, 把多辉, 等. 天水市 45 年气候变化特征及对林果生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 240-245.
- [26] 马杰. 天水地区气候变化及对林果生长的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2011.
- [27] 居辉, 熊伟, 许吟隆, 等. 气候变化对我国小麦产量的影响[J]. 作物学报, 2005, 31(10): 1340-1343.

The Impacts of Air Temperature Change on the Production of Pear and Peach in China During the Recent Fifty Years

FENG Li-juan, TAO Ji-han, YIN Yan-lei, YANG Xue-mei, WU Chong
(Shandong Institute of Pomology, Tai'an, Shandong 271000)

Abstract: Using the data of air temperature and cultivated area, production of pear, peach from 1961 to 2012, the change of air temperature in different seasons and full year related to cultivated area and yield of two fruits were analyzed by correlation and regression analysis and other statistical methods. The results showed that the average temperature, maximum temperature and minimum temperature were rising significantly as a whole in summer, winter and full year from 1961 to 2012. The average temperature and maximum temperature in spring and autumn increased linearly, the minimum temperature in spring and autumn decreased linearly. The average temperature, maximum temperature and minimum temperature of full year increased annually 0.020, 0.038, 0.002°C, respectively. There were extremely significantly different in the increasing amplitude of average temperature, maximum temperature in full year. The cultivated area, total production and yields of pear and peach increased gradually as a whole from 1961 to 2012, which presented different change trends. Correlation analysis indicated that the cultivated area, total production and yields of pear and peach were significantly and positively correlated with the average temperature and maximum temperature in spring, summer, autumn, winter and full year. The cultivated area, total production and yields of pear and peach were not remarkable relevance with minimum temperature in spring, summer, autumn, winter and full year. The rising of air temperature had positive effect on the production of pear and peach.

Keywords: air temperature change; pear; peach; cultivated area; production