

夏雪,丘耘,李壮,等. 苹果关键物候期生态因子对果园典型地形的响应[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):175-181.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.050

苹果关键物候期生态因子对果园典型地形的响应

夏雪¹, 丘耘¹, 李壮², 郭秀明¹, 胡林¹, 樊景超¹, 周国民¹

(1. 中国农业科学院农业信息研究所, 北京 100081; 2. 中国农业科学院果树研究所, 辽宁兴城 125199)

摘要:通过在辽西果园内架设生态因子采集系统,持续跟踪记录果园空气温度、空气湿度、土壤温度、土壤水分、太阳辐射等数据,按照物候期划分,分析不同地形果园生态因子的变化特征和差异性。结果发现,辽西地区苹果园的空气温度、空气湿度、土壤温度、土壤水分的峰值出现在果实膨大期,太阳辐射峰值出现在开花期;空气温度、土壤温度、土壤水分、太阳辐射的最低值出现在落叶休眠期,空气湿度最低值出现在开花期;果实成熟期各果园生态因子显著性差异最大,萌芽期最小;苹果物候期差异最大的生态因子是土壤水分;高山坡地果园平均太阳辐射水平最高,平原平地果园平均土壤水分和平均空气湿度水平最高,山沟坡地果园平均空气温度水平最高;地形差异对果园中土壤温度的影响较小。

关键词:苹果;物候期;生态因子;地形;辽西

中图分类号: S162.5+5

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2016)09-0175-06

苹果的生长发育受果园生态环境的影响较大,温湿度、太阳光照等环境条件是影响苹果生长的重要因子,它们在很大程度上与果园地形和土质有关。辽宁省是我国苹果主产省,辽西是我国发展大苹果生产最早的传统产区之一,是渤海湾苹果优势区域的重要组成部分。辽西位于北温带大陆性季风气候带,地处沿海,降水量相对较少,属干旱或半干旱地区^[1]。苹果生长环境中的温度、湿度、太阳辐射直接影响着苹果树体生产以及果实的产量和品质。

一些学者对苹果树物候期生态因子的变化特征进行了相关探索,如樊晓春等分析了甘肃平凉苹果物候期对气候变化的响应^[2];殷淑燕等对洛川气候和物候期进行了分析,发现气温变化与苹果物候之间具有明显的相关性^[3];屈振江等根据陕西渭北塬区的气候特点,结合渭北苹果物候观测资料,分析了陕西渭北塬区苹果各生育期适宜的气象指标^[4]。王景红等对陕西富士系苹果花期晚霜冻指标进行了研究,结果表明升降温剧烈更易造成苹果花遭遇冻害影响^[5];李会科等研究了渭北旱地生草苹果园微域小气候变化特征,分析了苹果园生态环境效应及其作用机制^[6]。

对于辽西地区苹果的研究主要集中在气候区划、果树营养、土壤理化性状、病虫害发生与防控等方面。李倩等运用 GIS 技术研究了辽宁省红富士苹果适宜栽种的气候分区,按照红富士苹果对气象条件的要求确定了气候区划指标^[7]。范元广等对辽西地区红富士苹果园叶片矿物营养含量进行了测定和统计^[8]。王莹等根据辽宁省苹果树生育期观测数据,分析了辽西苹果花期冻害时空分布规律^[9]。闫文涛等对辽西苹果园不同地面管理模式对土壤理化性状和昆虫群落的影响进行了研究^[10]。

响进行了研究^[10]。

综上所述,虽然已有一些相关果园生态因子变化特征的研究,但对于不同果园地形对物候期内生态因子的影响研究却未见报道。本试验于 2011—2012 年对辽西典型地形苹果园生态因子进行了持续监测,目的在于了解该地区不同地形苹果园在各物候期内生态因子的变化特征,以期对病虫害发生发展的预测预报、灾害性气候预警以及果园精准化栽培管理提供科学依据。

1 材料与方法

试验在辽宁省葫芦岛市内进行,观测果园分别位于兴城市砬子山的中国农业科学院果树所试验基地、三道沟乡以及沙后所镇。果园地形分为高山坡地、山沟坡地、高山平地、平原平地,土壤质地分为黏土、沙壤土、沙土。苹果品种主要包括华红、寒富、富士、金冠等(表 1)。

监测的生态因子包括空气温度、空气湿度、土壤温度、土壤水分、太阳辐射等。生态因子获取方式:在每个果园架设 1 台由中国农业科学院信息所开发的果园环境监测系统^[11],系统每日定时自动采集果园内气象参数和土壤参数,采集时段为每日 03:00、09:00、11:00、14:00、17:00、22:00。监测系统架设方位选择在园区中央位置,与果树并排,空气温湿度传感器和太阳辐射传感器安置在靠近果树最外部冠层附近,高度在 180 cm 左右。苹果树的根系主要集中在 0~60 cm 深度。因此,本试验的土壤温度传感器和土壤水分传感器的测量深度定位在 40 cm,以获取主要活跃根系土层的土壤参数。对果园生态因子从 2011 年 7 月至 2012 年 7 月进行连续采集,数据通过自动监测系统的无线通信模块传输到远端服务器的数据库内保存。

试验数据按照苹果生长周期划分为 7 个物候期:萌芽期(4 月上旬至 4 月下旬)、开花期(5 月上旬至 5 月中旬)、新梢生长期(5 月下旬至 6 月中旬)、花芽分化期(6 月下旬至 7 月中旬)、果实膨大期(7 月下旬至 9 月上旬)、果实成熟期(9 月中旬至 10 月下旬)、落叶休眠期(11 月上旬至 3 月下旬)^[12]。

收稿日期:2015-12-29

基金项目:国家高技术研究发展计划(编号:2013AA102405)。

作者简介:夏雪(1983—),男,湖北武汉人,博士,研究方向为果园生产信息数字化获取与分析。E-mail:xiayu@caas.cn。

通信作者:丘耘,研究员,主要从事农业信息技术方面的研究。E-mail:qiuyun@caas.cn。

表 1 试验区苹果园基本参数

果园	地址	地形	土壤性质	主栽品种	树龄(年)	种植面积(hm ²)
果园 1	兴城砬子山	高山坡地	沙壤土	华红,寒富	5	4.333
果园 2	三道沟乡	山沟坡地	沙土	华红,寒富,富士	7	6.667
果园 3	兴城砬子山	高山平地	沙壤土	华红,寒富,富士,金冠	6	3.333
果园 4	沙后所镇	平原平地	黏土	华红,寒富	9	7.333

使用 Excel 和 SPSS 软件进行数据分析,以研究不同地形苹果园生态因子在各物候期的变化特征和差异性。

2 结果与分析

2.1 空气温度因子物候期变化特征

各果园从萌芽期至开花期,空气温度上升比较明显,其中果园 2 的空气温度高于其他果园。到新梢生长期,各果园的空气温度基本处在同一水平,并且在花芽分化期和果实膨大期 2 个阶段,温度上升变得缓慢。在果实膨大期向果实成熟期过渡的阶段,温度迅速降低,且降温一直持续到落叶休眠期。在落叶休眠期,各果园空气温度达到最低水平(图 1)。

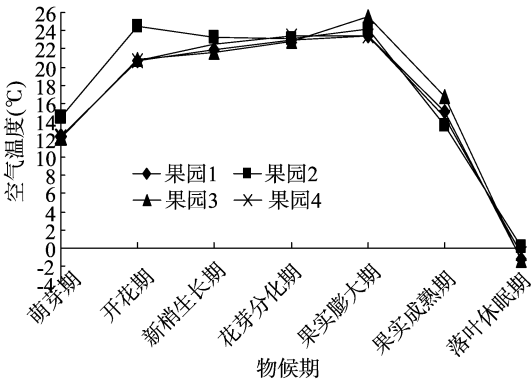


图 1 苹果园物候期空气温度变化特征

苹果园不同物候期内空气温度变化特征如图 2 所示,在萌芽期,各果园空气温度呈螺旋上升趋势,平均温度在 12 ~ 15 ℃。最高温出现在 4 月 27 日的果园 2,为 20.52 ℃;最低温出现在 4 月 2 日的果园 4,为 2.41 ℃。各果园的温度标准差排序:果园 2(4.33) > 果园 3(3.66) > 果园 4(3.64) > 果园 1(3.59)。在此物候期,果园 2 的平均温度最高,振幅最大,果园 3 的平均温度和振幅最低,说明山沟坡地果园在萌芽期温度上升最快,且波动幅度也最大。

在开花期,各果园空气温度呈震荡下降趋势,平均温度在 20 ~ 25 ℃,最高温出现在 5 月 4 日的果园 2,为 27.98 ℃;最低温出现在 5 月 12 日的果园 1,为 13.28 ℃。各果园的温度标准差排序:果园 1(3.32) > 果园 4(2.98) > 果园 3(2.68) > 果园 2(2.32),结果表明果园 1 的空气温度变化最大。在此物候期,果园 2 的温度均值、极值最高,果园 1、果园 3、果园 4 在 5 月 12—13 日出现了大幅降温,振幅达到 6 ℃,并在 14—15 日逐渐回升。果园 2 虽然也出现了降温,但降幅较小,原因可能是山沟地果园四周的山体阻碍了西北冷空气的大量进入。

在新梢生长期,各果园空气温度均呈缓慢下降趋势,平均温度在 21 ~ 24 ℃之间,最高温出现在 5 月 26 日的果园 2,为 29.11 ℃;最低温出现在 6 月 3 日的果园 1,为 15.88 ℃。从温度均值、极值来看,果园 2、果园 4 高于果园 1、果园 3,说明

高山果园的空气温度在新梢生长期低于平原果园和山沟果园。

在花芽分化期,果园 1、果园 2 的空气温度呈水平走势,而果园 3、果园 4 的空气温度呈上升趋势。各果园平均温度均为 23 ℃,温度极值均出现在果园 3,最高温 29.07 ℃出现在 7 月 18 日;最低温 16.06 ℃出现在 6 月 30 日。在该物候期,果园 3、果园 4 的温度标准差分别为 3.78、3.65,远大于果园 3(1.46)、果园 2(1.51),表明花芽分化期平地果园的温度波动大于坡地果园,这可能是由于平地果园地形开阔,容易受外界环境干扰。

在果实膨大期,各果园空气温度均呈缓慢下降趋势,平均温度在 23 ~ 26 ℃,最高温出现在 7 月 23 日的果园 1,为 28.58 ℃;最低温出现在 9 月 5 日的果园 4,为 19.41 ℃。各果园温度标准差排序:果园 4(1.78) > 果园 2(1.41) > 果园 1(1.33) > 果园 3(1.17),表明果实膨大期各果园空气温度波动较小。各果园在果实膨大期的温度均值、极值差异较小,说明果实膨大期地形因素对空气温度的影响不明显。

在果实成熟期,各果园空气温度均呈螺旋下降趋势,平均温度在 14 ~ 17 ℃,最高温出现在 9 月 11 日的果园 3,为 24.16 ℃;最低温出现在 10 月 25 日的果园 4,为 6.88 ℃。各果园的温度标准差排序:果园 3(3.93) > 果园 4(3.70) > 果园 1(3.43) > 果园 2(3.05),表明果实成熟期各果园空气温度波动明显增大。在该物候期,果园 3 的温度均值、极值最高,而果园 2 的温度均值、极值最低,这可能是因为果园 2 的山沟地形会阻碍阳光对果树的照射,从而影响果园空气温度上升,而果园 3 位于高山半山腰,且山间高大植被较少,容易获得大量阳光,因而可以在白天获取更多的能量,但同时夜间热量散发也相对更多。

落叶休眠期是苹果生长周期中持续时间最长的物候期,各果园空气温度均呈现“U”形变化趋势。空气温度从 11 月开始逐渐下降,到 1 月中下旬达到最低水平,随后开始逐渐升温。各果园在落叶休眠期的平均温度在 -1 ~ 1 ℃,最高温出现在 11 月 1 日的果园 2,为 16.41 ℃;最低温出现在 1 月 12 日的果园 3,为 -12.78 ℃。各果园的温度标准差排序:果园 3(6.36) > 果园 1(6.31) > 果园 2(6.28) > 果园 4(5.96),结果表明落叶休眠期是果园空气温度波动最大的物候期。果园 2 的温度均值、极值最大,说明山沟地果园能在一定程度上减小外界冷空气的影响,从而减缓果园空气温度下降的幅度。

2.2 空气湿度因子物候期变化特征

苹果园不同物候期对空气湿度的要求也不尽相同。一般开花期、花芽分化期和果实成熟期要求空气湿度较低,而新梢生长期和果实膨大期对空气湿度的要求较高。苹果生长期内的平均湿度以 70% 以下为宜,适合的空气湿度使果实色艳、可溶性固形物含量高;而平均湿度高于 90% 时,会使光合作用受到阻碍,授粉受精和花芽分化不良^[13],使果实锈斑多,且

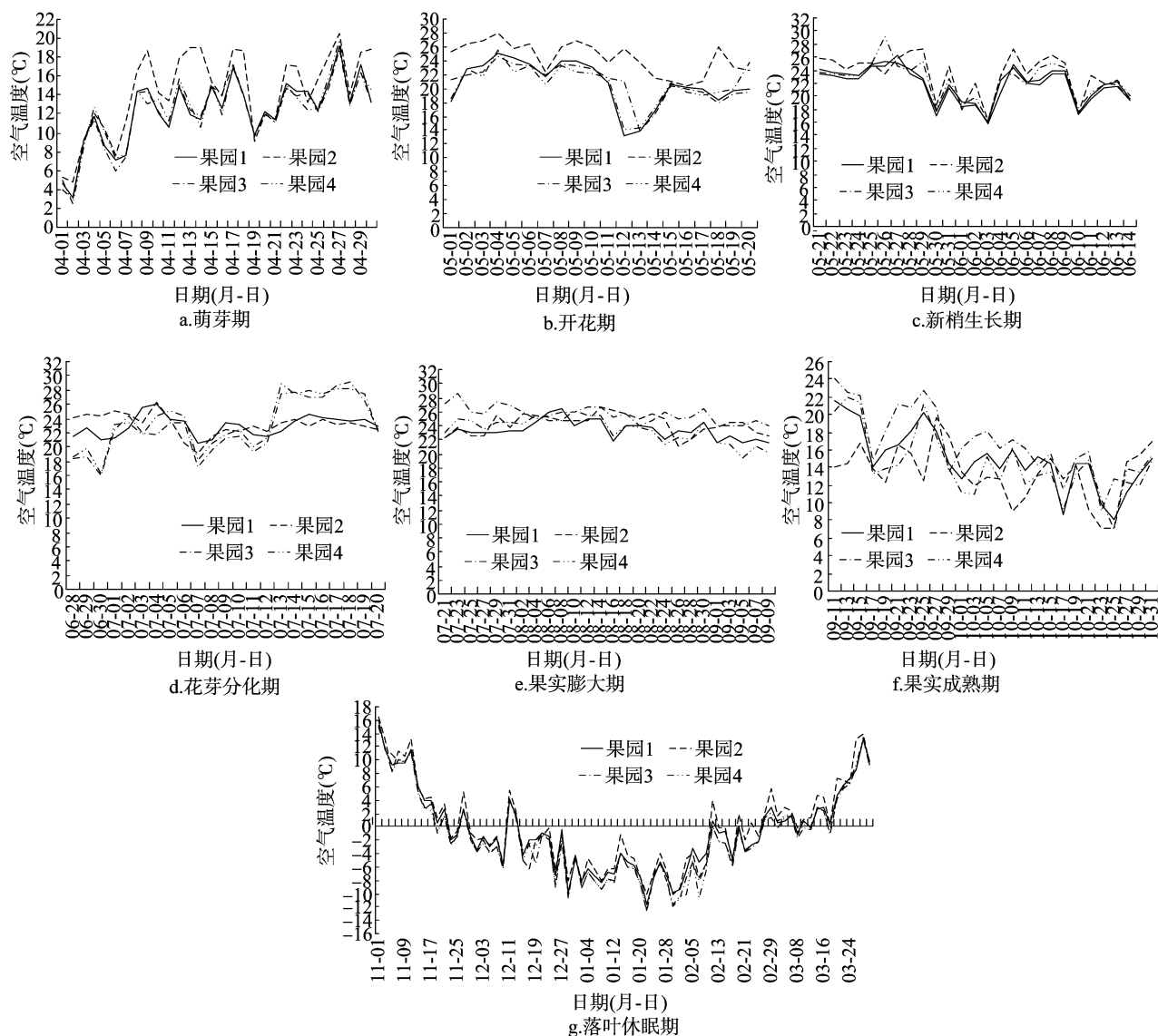


图2 苹果园不同物候期内空气温度变化特征

病害发生也较重^[14]。若空气湿度低于40%时,则容易造成苹果日烧^[15]。

果园空气湿度在萌芽期至开花期之间有一个剧烈下降的过程,并在新梢生长期和花芽分化期迅速上升,在花芽分化期过渡到果实膨大期时,各果园空气湿度开始呈现下降趋势,并在此后的果实成熟期和落叶休眠期呈现出持续下降趋势。总的来看,空气湿度峰值主要集中在萌芽期、新梢生长期、花芽分化期和果实膨大期,而极低值集中在开花期和落叶休眠期(图3)。

分析结果表明,在萌芽期,各果园平均空气湿度处于上升趋势,其中果园4的平均空气湿度最高,为54.71%;果园2最低,为42.02%;这可能是由于果园2在萌芽期的空气温度较高,使空气中水分蒸腾加快,从而导致空气湿度相对偏低,而果园4属于平原平地果园,静风天气较多,水分蒸腾率较低,从而使空气湿度偏高。在开花期,各果园空气湿度呈迅速下降趋势,达到苹果生长周期的最低水平。其中,果园2的平均空气湿度值仅为25.36%,远低于苹果适宜的空气湿度范围,表明山沟果园在开花期容易形成高温低湿的气候环境,这

种环境增加了虫害发生的概率。在新梢生长期,各果园空气湿度大幅上升,其中果园1、果园3、果园4的平均空气湿度均在60%水平,果园2的平均空气湿度偏低,为52.99%。在该物候期,空气湿度比较适宜,既能满足新梢生长期果树对湿度的要求,也不会因为过高的空气湿度带来其他负面影响。在花芽分化期,各果园空气湿度持续上升,达到苹果生长周期的较高水平。其中,果园1的平均空气湿度最高,为86.59%;果园3最低,为78.33%。果园1、果园3的空气湿度在花芽分化期达到苹果生长周期的最高水平。在果实膨大期,各果园空气湿度仍处于较高水平,其中果园4的平均空气湿度最高,为87.26%;果园3最低,为69.24%。在该物候期,果园3的空气湿度偏低,这可能是由于高山平地果园海拔高,日照时间更长,使得空气中水分蒸腾更快。果园2、果园4的空气湿度在果实膨大期达到苹果生长周期的最高水平。各果园在花芽分化期和果实膨大期的平均空气湿度均高于苹果适宜的空气湿度指标。因此,应注意在这2个物候期内增加果园的通风和透光,防止高湿高温下病害的暴发。在果实成熟期,各果园空气湿度有所下降,并恢复到苹果适宜的湿度指标范围,其

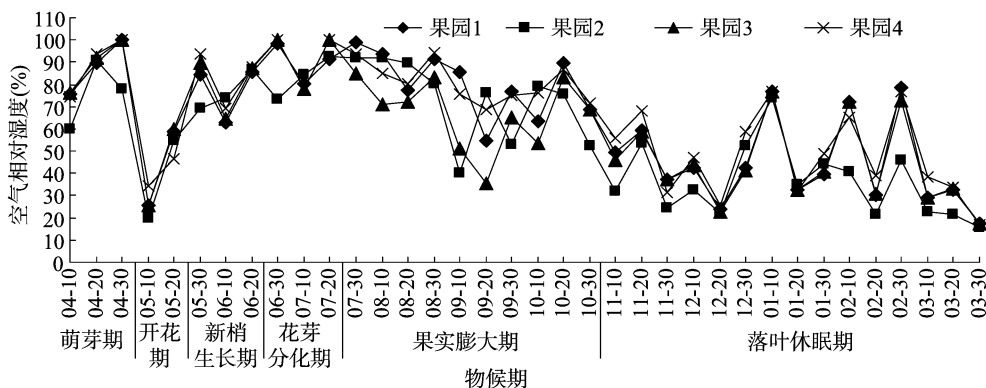


图3 苹果园物候期空气湿度变化特征

中果园4的平均空气湿度最高,为70.04%;果园3最低,为56.98%。在落叶休眠期,各果园空气湿度比较接近,其中果园1、果园3、果园4的平均空气湿度均在40%水平,而果园2的平均空气湿度最低,为37.71%,这可能是由于落叶休眠期山沟果园空气温度较高,使空气中的水分蒸发较快,从而使果园的空气湿度偏低。各果园在落叶休眠期的平均空气湿度均处于较低水平,这有利于果树顺利度过寒冷季节。

2.3 土壤温度因子物候期变化特征

各果园从萌芽期至新梢生长期的温度非常接近,且呈明显上升趋势。在过渡到花芽分化期和果实膨大期时,各果园土壤温度存在一定差别,但仍保持缓慢上升趋势,其中果园3的土壤温度增幅高于其他果园。在果实成熟期,土壤温度出现了迅速下降趋势,并且降温一直持续。在落叶休眠期,各果园的土壤温度达到苹果生长周期的最低水平(图4)。

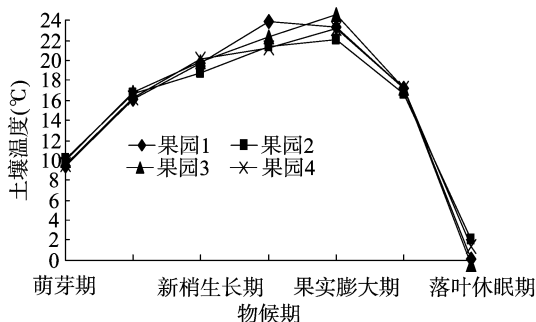


图4 苹果园物候期土壤温度变化特征

苹果园不同物候期内土壤温度变化特征如图5所示,在萌芽期,各果园土壤温度的差异较小且呈现螺旋上升趋势,平均温度在9~11℃,最高温出现在4月30日的果园2,为13.8℃;最低温出现在4月3日的果园1,为4.91℃。各果园温度标准差排序:果园2(2.34) > 果园4(2.30) > 果园1(2.27) > 果园3(2.15),表明萌芽期土壤温度波动幅度较大。

在开花期,各果园土壤温度保持水平走势,平均温度均在16℃,最高温出现在5月9日的果园3,为18.73℃;最低温出现在5月1日的果园1,为12.7℃。各果园温度标准差排序:果园1(1.27) > 果园4(1.09) > 果园2(0.97) > 果园3(0.96),表明开花期土壤温度波动较小。

在新梢生长期,各果园土壤温度仍呈水平走势,平均温度在18~21℃,最高温出现在6月9日的果园3,为22.03℃;最低温出现在5月21日的果园2,为17.72℃。各果园温度标准

差排序:果园3(1.15) > 果园1(0.96) > 果园4(0.92) > 果园2(0.87),表明新梢生长期土壤温度波动较小。

在花芽分化期,各果园土壤温度呈缓慢上升趋势,平均温度在21~24℃,其中温度极值均出现在果园3,最高温28.05℃出现在7月18日;最低温17.83℃出现在6月30日。在此物候期,各果园土壤温度波动趋势有明显差别,果园3的土壤温度在此物候期前半段比较平稳,但从7月11日开始迅速上升,并在物候期后半段保持较高温度。各果园温度标准差排序:果园3(3.32) > 果园1(1.70) > 果园4(1.36) > 果园2(0.43),表明果园3在花芽分化期的波动最大,这可能由于果园3海拔较高且属于平地地形,在日照时间长时容易获得大量太阳能,温度上升迅速,而在日照时间不足时,果园3的沙壤土保热性差使得热量流失较快,温度迅速下降。

在果实膨大期,各果园土壤温度呈缓慢下降趋势,平均温度在22~25℃,最高温出现在8月14日的果园3,为26.89℃;最低温出现在9月5日的果园2,为20.61℃。在此物候期内,各果园温度标准差排序:果园3(1.13) > 果园4(0.99) > 果园2(0.79) > 果园1(0.65),表明果实膨大期土壤温度波动较小。

在果实成熟期,各果园的土壤温度呈快速下降趋势,平均温度均为17℃,温度极值均出现在果园3,最高温23.28℃出现在9月11日;最低温11.63℃出现在10月27日。在此物候期,各果园温度标准差排序:果园3(3.25) > 果园1(3.20) > 果园4(2.67) > 果园2(2.09),表明果实成熟期高山果园土壤温度波动较大,这可能是因为在光照强时高山果园容易获得较高土壤温度,而在光照较弱时,由于高山风力较大,容易带走较多热量,使得土壤温度迅速下降。

在落叶休眠期,各果园土壤温度呈反向抛物线趋势,即在物候期前半段呈下降趋势,并在物候期后半段呈上升趋势。落叶休眠期各果园平均土壤温度在-0.4~2.1℃,最高温均为13℃;果园1、果园3的低温最低,分别达到了-6.12、-6.91℃,说明落叶休眠期高山果园土壤温度受冷空气的影响比较明显。在此物候期,各果园温度标准差排序:果园3(4.94) > 果园1(4.81) > 果园4(4.68) > 果园2(4.54),结果表明落叶休眠期是苹果生长周期中土壤温度波动最大的物候期。

2.4 土壤水分因子物候期变化特征

各果园土壤水分从萌芽期至花芽分化期均呈持续上升趋势,其中果园1上升幅度最大,并在花芽分化期达到苹果生长周期的峰值。在过渡到果实膨大期时,果园1、果园4的土壤

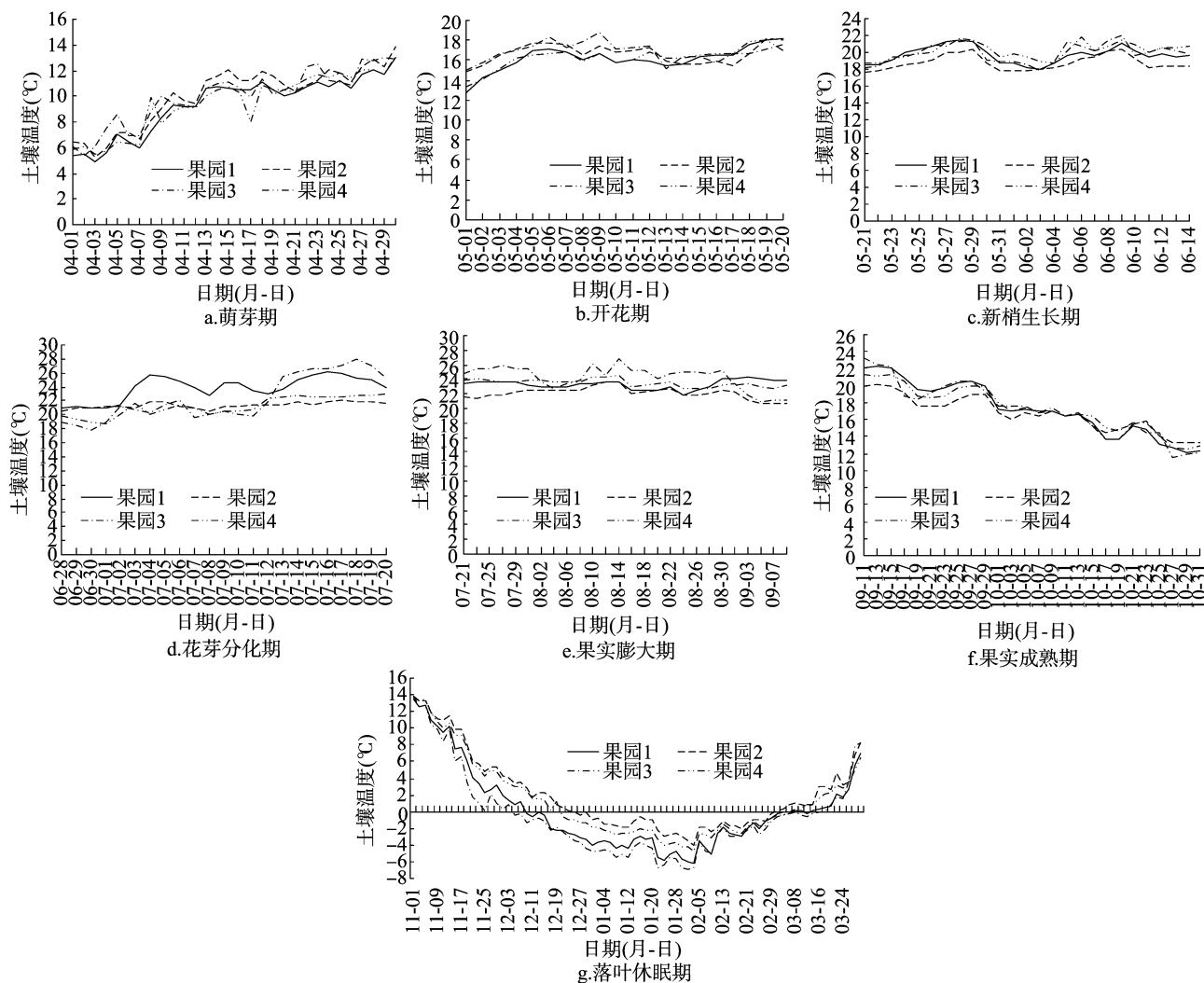


图5 苹果园不同物候期内土壤温度变化特征

水分在达到苹果生长周期的峰值后逐渐下降,而果园2、果园3则依然呈缓慢上升趋势。在果实成熟期,各果园土壤水分呈明显下降趋势,并且一直持续。在落叶休眠期,各果园土壤水分均达到苹果生长周期的最低水平。总的来看,果园2在

各物候期的平均土壤水分最低,果园3在前4个物候期的土壤水分一直在低水平内保持平稳走势,但从花芽分化期过渡到果实膨大期时,出现了迅速上升的过程,在生长期后3个阶段,果园3的土壤水分在各果园中处于较高水平(图6)。

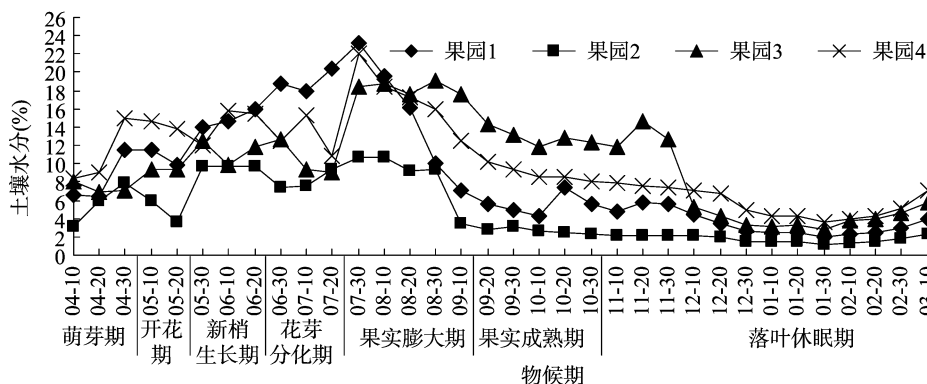


图6 苹果园物候期土壤水分变化特征

分析结果表明,在萌芽期,各果园土壤水分呈缓慢上升趋势,其中果园4的平均土壤水分最高,为9.92%;果园2最低,为4.75%。在此物候期,果园2、果园4的土壤水分与其他果园均存在明显差异。在开花期,各果园土壤水分差异较

大,其中果园1、果园2、果园4呈缓慢下降趋势,果园3呈缓慢上升趋势。在此物候期,果园4的平均土壤水分最高,为14.39%;果园2最低,为5.43%。各果园间的土壤水分在开花期均存在明显差异。在新梢生长期,各果园土壤水分呈阶

梯式上升趋势,其中果园4的平均土壤水分最高,为14.24%;果园2最低,为6.91%。各果园间的土壤水分在新梢生长期均存在明显差异。在花芽分化期,各果园土壤水分呈缓慢下降趋势,其中果园1的平均土壤水分最高,为17.51%;果园2最低,为6.93%。各果园间的土壤水分在花芽分化期均存在明显差异。在果实膨大期,各果园土壤水分在达到苹果生长周期峰值后逐渐下降,其中果园3平均土壤水分最高,为18.44%;果园2最低,为8.87%。在此物候期,果园2的土壤水分与其他果园存在明显差异,果园1、果园3的土壤水分存在明显差异。在果实成熟期,各果园土壤水分呈现缓慢下降趋势,其中果园3的平均土壤水分最高,为13.37%;果园2最低,为2.77%。各果园间的土壤水分在果实成熟期均存在明显差异。在落叶休眠期,各果园土壤水分逐渐降到苹果生长周期的最低水平,其中果园3的平均土壤水分最高,为6.74%;果园2最低,为1.87%。在此物候期,果园1、果园2的土壤水分均与其他果园存在明显差异。

各果园土壤水分在7—9月最高,而苹果树在花芽分化期

和果实膨大期是需水量较大的时期,因此,辽西地区在此时期较高的土壤水分能够很好满足苹果花芽分化和果实膨大对大量水分的需求。果园4在各物候期的土壤水分均呈现较高水平,这可能因为果园4属于黏土质,其保水性优于其他果园土壤,在灌水或降雨后能够较长时间的保持较高土壤含水量。果园1、果园3在各物候期的土壤水分基本相同,说明高山果园中坡地或平地地形差异对土壤水分的影响较小。果园2在各物候期的土壤水分最低,说明坡地砂土地形果园在土壤水分保持能力方面相对较弱。

2.5 太阳辐射因子物候期变化特征

太阳辐射是苹果进行光合作用的主要能源,是影响苹果生长、发育的重要因素。太阳辐射过高会造成苹果果实灼伤,过低则会影响苹果正常的光合作用,使果园内的水分不能有效蒸腾,进而引起许多病害的发生。果园1在各个物候期的平均太阳辐射均高于其他果园,果园3的太阳辐射波动幅度最大,而果园2、果园4的太阳辐射呈现比较平稳的走势,其中果园2的太阳辐射量一直保持较低水平(图7)。

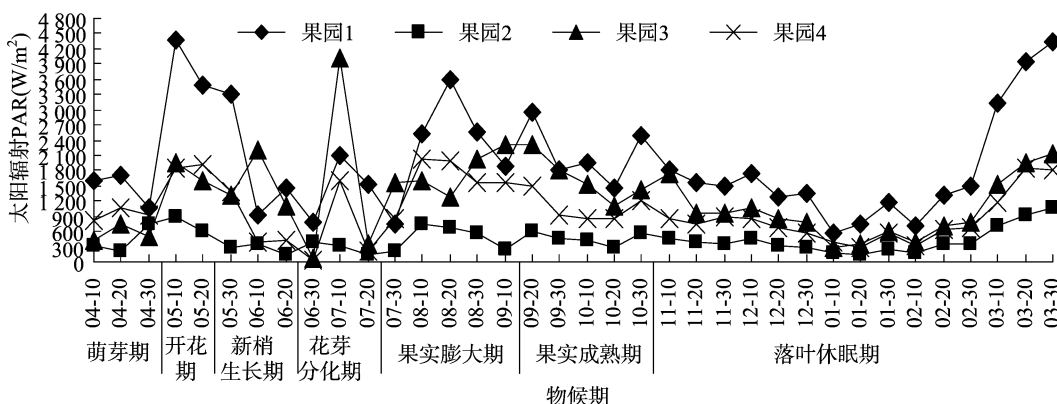


图7 苹果园物候期太阳辐射变化特征

分析结果表明,在萌芽期,果园1的太阳辐射最强,平均太阳辐射为3479.49 W/m²;果园2最弱,平均太阳辐射为772.28 W/m²。在开花期,各果园太阳辐射呈抛物线趋势,其中果园1的太阳辐射升幅最大,平均太阳辐射为4242.51 W/m²,达到苹果生长周期的最高水平。在新梢生长期、花芽分化期,果园3的太阳辐射迅速上升,平均太阳辐射分别达到3155.86、1717.99 W/m²。在果实膨大期,果园1、果园3的太阳辐射最高,分别为2224.79、1929.05 W/m²,表明果实膨大期高山果园相对于山沟果园和平原果园可以获得更多太阳能。在果实成熟期,果园1的平均太阳辐射最大,为1946.71 W/m²;果园2最低,为419.20 W/m²,各果园太阳辐射较前1个物候期有所下降,表明该地区从果实成熟期开始,其日照时间开始慢慢减少。在落叶休眠期,各果园太阳辐射达到苹果生长周期的最低水平,其中果园1的平均太阳辐射最高,为1771.56 W/m²;果园2最低,为410.46 W/m²。

果园1在各物候期的太阳辐射均高于其他果园,而果园2的太阳辐射在各果园中一直处于最低水平,说明高山坡地果园由于高海拔和较好的坡度等原因,可以获得更多日照时间。因此,在太阳辐射获取方面有明显优势,而山沟果园地势较低,且白天阳光容易被山体遮挡,造成日照时间减少,从而影响了太阳辐射的获取。

3 结论与讨论

通过收集辽西地区典型地形苹果园的生态因子数据,按照不同物候期对果园生态因子数据进行分析,结果表明,在苹果生长周期内,各果园生态因子明显差异最大的物候期是果实成熟期,最小的是萌芽期;苹果物候期明显差异最大的生态因子是土壤水分。高山地果园的平均太阳辐射水平最高,在苹果着色方面占有优势;平原平地果园平均土壤水分和平均空气湿度水平最高,有利于果实膨大,但高湿环境容易增加病虫害的发生,因此应注意果园的通风透光,加强花果管理措施;山沟坡地果园平均空气温度水平最高,有利于可溶性固形含量物和总酸量的提高;各地形果园在土壤温度方面的差异不明显。

果园2与其他果园在空气温度因子方面差异性最明显,特别在萌芽期、开花期、果实膨大期最为明显。各果园的空气湿度因子仅在个别物候期的个别果园间表现出明显差异。土壤温度是各果园在苹果物候期中差异最小的生态因子,这说明在苹果生长周期内,地形和土壤性质的不同对土壤温度的影响较小。各果园的土壤水分因子在开花期、新梢生长期、花芽分化期、果实成熟期均呈现明显差异。土壤水分是苹果物候期明显差异最大的生态因子,说明地形和土壤性质的不同对土壤水分的影响较大。在太阳辐射方面,果园2在各物候

王兰明,刘艳芬,高彦魁.影响牡丹石榴外植体褐变的因素分析[J].江苏农业科学,2016,44(9):181-183.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.051

影响牡丹石榴外植体褐变的因素分析

王兰明,刘艳芬,高彦魁
(河北工程大学,河北邯郸 056021)

摘要:褐变是影响牡丹石榴离体培养成功的关键因素之一。为减轻牡丹石榴初代培养中的褐变问题,研究基本培养基类型、附加物、光照条件、继代周期、取材时间 5 种因素对外植体褐变的影响。结果表明:适宜的基本培养基为 1/2MS;黑暗处理对褐变的影响不明显;聚乙烯吡咯烷酮对褐变有明显的抑制作用,最佳处理浓度为 2.0 mg/L;4 月下旬取带芽的半木质化茎段为外植体,其褐变程度最轻;取材时间和转接次数对褐变的影响明显。

关键词:牡丹石榴;聚乙烯吡咯烷酮;外植体;褐变;因素

中图分类号:S665.404⁺.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)09-0181-03

石榴(*Punica granatum*)为石榴科石榴属植物,是我国重要的果树和观赏花木之一。牡丹石榴是近年来选育的新优品种,其花朵硕大似牡丹,花期长达 5 个月,果大味美,且花果同期同树,是花果俱佳的珍贵石榴品种^[1-2],颇具推广价值。

石榴常规的扦插、分株等繁殖方法,繁殖速度慢,难以满足日益增多的种苗需求。目前,已有学者致力于通过组织培养进行石榴快速繁殖的研究^[3-5]。但是由于石榴体内酚类物质含量高,组织培养过程中外植体褐变严重^[6-7],常造成外植体死亡,成为石榴离体培养过程中的关键制约因素。目前,关

于牡丹石榴离体再生技术虽然鲜有报道^[8],但没有关于其褐变这一关键问题进行报道和系统研究。本试验以牡丹石榴带芽茎段为外植体,研究基本培养基、附加物、光照条件、转接次数、取材时间 5 种因素对外植体褐变的影响,以探讨减轻牡丹石榴离体培养中褐变现象的因素条件,为其离体再生体系的建立和规模化繁殖提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料取自河北工程大学实验基地引进的 3 年生牡丹石榴树苗。

1.2 试验方法

试验于 2014 年 4 月下旬进行,以牡丹石榴半木质化茎段为外植体,经过常规消毒后,剪切成单芽茎段,接种于各处理

收稿日期:2015-07-31

基金项目:河北省科技支撑计划(编号:14236810D-8)。

作者简介:王兰明(1964—),女,河北深州人,教授,主要从事观赏植物方面的教学与科研工作。E-mail:wanglanming198@126.com。

期均与其他果园呈明显差异;果园 1 在萌芽期、开花期、花芽分化期、果实成熟期、落叶休眠期与其他果园呈明显差异,这说明在不同物候期内高山坡地和山沟坡地地形的差异会明显影响果园太阳辐射的获取。

由于果园监测数据的限制,本研究仅对现有的果园环境监测数据进行分析,因此可能存在一些不全面的地方,但对第一手监测数据进行深入分析,得到的结论合理,对理解典型地形苹果园生态因子在不同物候期的变化特征是有益的,对指导苹果生产和果园精细化管理具有一定现实意义。

参考文献:

- [1]杨振锋,丛佩华,李 壮,等.辽西地区富士苹果质量调查分析[J].中国果树,2011(5):64-66.
- [2]樊晓春,王位泰,杨晓华,等.六盘山东西两侧苹果物候期对气候变化的响应[J].生态学杂志,2010,29(1):50-54.
- [3]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.
- [4]屈振江,郑小华,栗 珂.陕西渭北塬区苹果气候生态适应性研究[J].陕西农业科学,2008,54(2):28-31.
- [5]王景红,高峰,刘 璐,等.陕西省富士系苹果花晚霜冻指标研究[J].干旱地区农业研究,2015,33(4):268-272,285.

- [6]李会科,梅立新,高 华.黄土高原旱地苹果园生草对果园小气候的影响[J].草地学报,2009,17(5):615-620.
- [7]李 倩,王 莹,林 毅,等.基于 GIS 辽宁省“红富士”苹果农业气候区划[J].中国农学通报,2013,29(28):173-178.
- [8]范元广,李 壮,李 敏,等.辽西红富士苹果叶片矿质营养分析及诊断研究[J].中国果树,2014(3):20-25.
- [9]王 莹,李琳琳,张晓月,等.辽宁省苹果花期冻害时空分布规律及其风险区划[J].江苏农业科学,2015,43(6):376-379.
- [10]闫文涛,仇贵生,张怀江,等.辽西苹果园三种地面管理模式对土壤理化性状和昆虫群落的影响[J].果树学报,2014,31(5):801-808.
- [11]夏 雪.基于 3G 网络的苹果园环境监测系统设计[D].北京:中国农业科学院,2014.
- [12]李 洁.晋西黄土果农复合系统苹果树耗水特征及影响因素研究[D].北京:北京林业大学,2008.
- [13]朱 敏,夏福华,杜池坡,等.基于自动气象观测站的日光温室小气候特征分析[J].安徽农业科学,2008,36(31):13783-13786,13848.
- [14]张光论.生态因子对果实品质的影响[J].果树科学,1994,11(2):120-124.
- [15]苏宏斌,张 莉,滕保琴.防雹网的搭建对苹果园内各生态因子的影响[J].经济林研究,2011,29(3):84-87,96.