

初春温度变化对砀山酥梨芽萌发及坐果的影响

伊兴凯¹, 徐义流²

(1. 安徽农业大学园艺学院, 合肥 230036; 2. 安徽省农业科学院, 合肥 230031)

摘要: 为探明冬季温度变化对砀山酥梨生长发育的影响, 以露地栽培砀山酥梨为对照, 设置棚室加温、棚室栽培的砀山酥梨为处理。结果表明, 初春温度变化, 对砀山酥梨芽存活、花序坐果率无显著影响; 对坐果率和果实的脱落率有显著影响。温度升高, 花芽和叶芽萌动期均提前 5 d 左右, 且花期相对较长; 对花芽和叶芽的萌发速率也产生不同程度的影响。

关键词: 砀山酥梨; 初春温度; 芽萌发; 坐果率

中图分类号: S661.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2012)05-0697-05

Effects of the temperature changes in early spring on the buds germination and fruit set of 'Dangshan suli'

YI Xing-kai¹, XU Yi-liu²

(1. School of Horticulture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036; 2. Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031)

Abstract: In order to investigate the effect of temperature changes in early spring on the development of Dangshan pears, the open cultivation was treated as controls (CK), and the calefactive greenhouse cultivation and greenhouse cultivation were performed as the treatments. The results showed that the temperature changes in early spring did not significantly affect survival of bud and rate of anthotaxy fruiting, but affected the rate of fruiting and sepal falling. The increasing temperature resulted in the germination stage of floral and leaf bud bringing forward for 5 days with relatively longer florescence. Moreover, this would also affect the germination speed of floral and leaf bud to some extent.

Key words: Dangshan suli; early spring temperature; gemma germination; fruit setting rate

气候变暖对陆地生态系统的影响已引起国内外植物生态学家的关注^[1]。对于农业生产而言, 由于强烈依赖于气候条件, 受气候变化的影响更加显著^[2-3]。前人研究表明, 气候变暖的趋势将进一步持续, 并继续对自然生态系统和社会经济系统产生重要影响^[4]。气候变暖将导致气温和土温升高, 从而通过多种方式直接或间接地影响了植物的生理过程, 影响植物生长及其生物量分配的格局^[5-7]。

砀山酥梨是我国目前栽培面积最大的梨品种, 在世界水果市场占据重要地位。砀山酥梨是典型的北方落叶果树, 冬季需要一定的低温量才能解除休眠, 正常开花结果。由于冬季温度上升, 已造成云南省砀山酥梨春天开花少而不整齐、产量大幅度下

降、品质劣变^[8]。对于冬季温度变化对落叶果树的影响, 学者认为, 温度等环境因子影响落叶果树需冷量相关基因的表达程度和进程, 影响树体内部的生理代谢和生物学特性; 环境因素也通过影响激素合成与运输, 以影响休眠进而改变低温需求量^[9-11]。国内外许多学者多集中在冬季需冷量不足等相关问题的研究。针对砀山酥梨在温度变化条件下的应答机制的研究, 至今未见报道。本研究以露地栽培砀山酥梨为对照, 棚室栽培砀山酥梨为处理, 观测黄河故道地区 1~3 月温度变化对砀山酥梨芽萌发及坐果的影响, 为探明砀山酥梨对冬季温度升高的应答机制奠定基础。

收稿日期: 2012-01-31

基金项目: 安徽省水果“115”创新团队(皖人才办[2011]2号)经费资助。

作者简介: 伊兴凯, 男, 硕士研究生。E-mail: yxk79y1@163.com

* 通讯作者: 徐义流, 男, 博士, 研究员。E-mail: yiliuxu@163.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在安徽省砀山县园艺场一分场砀山酥梨试验园进行,选择55年生、长势中庸的砀山酥梨植株为试材,试材间生长势、干周、层间距、冠高基本一致,株行距6 m×8 m。在供试砀山酥梨植株上设置连栋大棚。棚顶高5.0 m,肩高4.0 m,单栋宽8 m(一行一栋),长54 m,宽24 m,南北走向,棚膜为PEP利得膜,厚度15 mic;大棚设置自动卷帘,四周和顶棚可全部覆盖和打开。利用暖风机(沈阳市新暖风机厂生产,型号20)加温,由温度探头(北京九纯健厂生产,型号JUOSAN)、湿度探头(北京九纯健厂生产,型号J CJ100B1)和自动控制器(台湾台达厂生产,型号DVP-1433)形成温度调节系统。

1.2 试验设计

1.2.1 处理设置 处理1(T1):棚外温度 $\geq -6^{\circ}\text{C}$ 时,棚内自动加温,使棚内温度保持高于露地温度 3°C ,棚内温度达到 7.2°C 时,加温自动停止。处理2(T2):棚室不加温(但与加温棚相连);对照(CK):露地栽培。单株小区,重复3次。白天不加温、棚内温度持续高于 7.2°C 时,人工适时打开、关闭棚室。

1.2.2 温、湿度记录 在棚室内选择居中位置的1株砀山酥梨,在树体中央悬置温度和湿度探头(距地1.5 m);在观测树附近分别设置20 cm地温探头。全天候自动测试温、湿度,每10 min记录1次。2011年1月20日至2011年3月20日,自动加温、记录棚内外温度;3月20日至4月20日,自动记录棚内、外温度。露地每天平均气温稳定通过 7.2°C 时,

将棚室全部打开。

1.2.3 芽萌发观测方法 在每棵试验树的不同方位随机标定30个花芽和30个叶芽作为固定观测对象,挂牌编号。调查花芽、叶芽萌发及芽存活。

3月20日至花芽、叶芽萌动前,观察花芽、叶芽的萌动进程;自处理中有花芽和叶芽初始萌动起,每4 d观测1次花芽和叶芽的萌芽级数。花芽、叶芽萌芽级数调查方法参照文献^[12]。花芽萌芽级数标准分为:1级(未萌动)、2级(萌动)、3级(芽顶尖露白)、4级(花蕾期)、5级(花开放);叶芽萌芽级数标准为:1级(未萌)、2级(萌动)、3级(顶尖露绿)、4级(叶伸出)、5级(叶开放)。萌芽级数的计算:达到的级别+(该级萌发芽体数/芽体总数)。存活芽标准:萌发芽和生长点未变褐芽;死亡芽标准:脱落芽和生长点变褐芽。芽萌发速率计算方法参照文献^[13],以单位时间(3 d)内萌发的花芽数占可萌发花芽总数的百分数表示。

1.2.4 数据分析 试验数据均以3次重复的平均值表示,采用Office Excel和SPSS软件对取样数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理条件下棚室内外温度与湿度变化

2011年1月20日至3月20日,T1的平均气温为 3.82°C ,T2的平均气温为 1.87°C ,CK的平均气温 0.38°C (表1),T1对提高试验区气温的作用符合试验要求。同时,由温度数据的变化趋势可见,受外界气温的影响,棚室内温度变化与露地对照的温度变化具有同步性。

表1 各处理条件下棚室内外温度和湿度的变化

Table 1 The changes of temperature and humidity inside and outside of shed in different conditions

处理	1月20~31日 20-31, January			2月1~10日 1-10, February			2月11~20日 11-20, February		
	A/ $^{\circ}\text{C}$	B/%	C/ $^{\circ}\text{C}$	A/ $^{\circ}\text{C}$	B/%	C/ $^{\circ}\text{C}$	A/ $^{\circ}\text{C}$	B/%	C/ $^{\circ}\text{C}$
T1	-6.7 ^a	63.7 ^a	-2.9 ^a	0.2 ^a	55.1 ^a	3.7 ^c	5.1 ^b	58.9 ^a	6.0 ^b
T2	-8.7 ^b	64.3 ^a	-6.5 ^b	-2.1 ^b	55.9 ^a	0.7 ^b	2.1 ^a	59.3 ^a	4.1 ^a
CK	-9.5 ^b	67.4 ^a	-7.8 ^b	-2.7 ^c	57.8 ^a	-1.1 ^a	1.7 ^a	61.6 ^a	3.6 ^a
处理	2月21~28日 21-28, February			3月1~10日 1-10, March			3月11~20日 11-20, March		
	A/ $^{\circ}\text{C}$	B/%	C/ $^{\circ}\text{C}$	A/ $^{\circ}\text{C}$	B/%	C/ $^{\circ}\text{C}$	A/ $^{\circ}\text{C}$	B/%	C/ $^{\circ}\text{C}$
T1	3.8 ^b	69.1 ^a	7.9 ^c	8.4 ^b	62.4 ^a	10.2 ^b	12.1 ^b	57.5 ^a	13.0 ^c
T2	3.2 ^b	70.0 ^a	2.3 ^b	6.1 ^a	64.2 ^a	8.9 ^b	10.6 ^b	59.9 ^a	10.3 ^b
CK	-1.3 ^a	74.5 ^a	-0.1 ^a	5.3 ^a	65.8 ^a	3.4 ^a	8.8 ^a	60.1 ^a	8.3 ^a

注:表中不同字母表示经F检验有显著差异($P<0.05$)。下同。A.平均温度 Average temperature; B.平均湿度 Average humidity; C.平均地温(20 cm) Average ground temperature (20 cm)。

Note: Different letters in the table by the F-test were significantly different ($P<0.05$). The same below.

T1 平均湿度为 61.12%，T2 平均湿度为 62.27%，CK 平均湿度为 64.53%（表 1）。棚室内外的平均湿度在 58%~68% 之间，处理间的平均湿度差异，未达显著水平。

T1、T2、CK 地表以下 20 cm 深处的平均地温分别为 6.32℃、3.3℃ 和 1.05℃（表 1）。T1、T2 分

别比 CK 的平均地温高出 5.27℃ 和 2.25℃。除 3 月 1~10 日外，其他各测试时间内，T1、T2、与 CK 间平均地温差异均达显著水平。同时，由地温数据的变化趋势可见，20 cm 深处的地温明显受棚室内外气温的影响，与气温变化趋势基本一致，但地温变化比气温变化迟缓。

表 2 初春温度变化对砀山酥梨萌芽级数、存活率、坐果率的影响

Table 2 Effects of temperature change in early spring on embryonic stages, survival rates and the rate of fruit

处理	花芽萌芽级数 Series bud germination				叶芽萌芽级数 Buds sprout series			
	03-27	03-31	04-04	04-08	03-27	03-31	04-04	04-08
T1	1.03 ^c	2.91 ^c	4.27 ^b	4.93 ^c	0.75 ^c	1.02 ^b	2.70 ^b	3.07 ^b
T2	0.21 ^b	1.73 ^b	3.00 ^a	4.09 ^b	0.21 ^a	0.07 ^a	1.97 ^a	2.37 ^a
CK	0.03 ^a	0.97 ^a	2.81 ^a	3.80 ^a	0.01 ^a	0.03 ^a	1.40 ^a	2.02 ^a

处理	芽存活率/% Bud survival		花序坐果率/% Inflorescence fruit set	花朵坐果率/% Flowers fruit set	脱萼率/% Calyx removal rate
	花芽 Flowers buds	叶芽 Buds			
T1	98.8 ^a	92.2 ^a	100 ^a	34.91 ^a	11.43 ^a
T2	100 ^a	95.5 ^a	100 ^a	40.60 ^a	23.36 ^b
CK	100 ^a	96.7 ^a	100 ^a	51.51 ^b	40.67 ^c

2.2 初春温度变化对砀山酥梨萌芽级数及存活率的影响

共 4 次观测芽体萌发级数见表 2。结果表明，花芽萌发级数，T1 与 CK 间有显著差异，并均达显著性水平；T2 与 CK 间仅 4 月 4 日差异未达显著性水平。叶芽萌发级数，T1 与 CK 间有显著差异，并均达显著性水平；T2 与 CK 间仅 3 月 27 日差异达显著性水平。另外，从萌芽级数显示，T1 花芽萌动初始期为 3 月 27 日，而 CK 花芽萌动初始期约为 3 月 31 日；T1 叶芽萌动期初始期约为 3 月 31 日，CK 叶芽萌动初始期约为 4 月 3 日。由此可见，温度变化使砀山酥梨花芽和叶芽萌动期提前。

花芽存活率，T1、T2 与 CK 间，差异均未达显著性水平。叶芽存活率，T1、T2 与 CK 间，差异均未达显著性水平。

2.3 初春温度变化对砀山酥梨芽萌发速率的影响

温度变化对砀山酥梨花芽萌发产生了不同程度的影响。自 3 月 26 日至 4 月 12 日，T1、T2 和 CK 的花芽萌发速率动态曲线基本一致，均只有一个峰。由曲线的斜率可见，T1 约 4 月 4 日达到峰值，T2 约 4 月 8 日达到峰值，CK 约 4 月 9 日达到峰值，峰值的高低依次为 CK>T1>T2；3 月 26 日至 4 月 6 日，花芽萌发的速率 T1>T2>CK；4 月 4 日至 4 月 9 日，T1 花芽萌发速率迅速下降，而 T2 和 CK 花芽萌发速率继续上升，但 T2 上升速率小于 CK；4 月 7 日至 4 月 12 日，T2 花芽萌发速率小于 CK，

但与 T1 相当（图 1）。

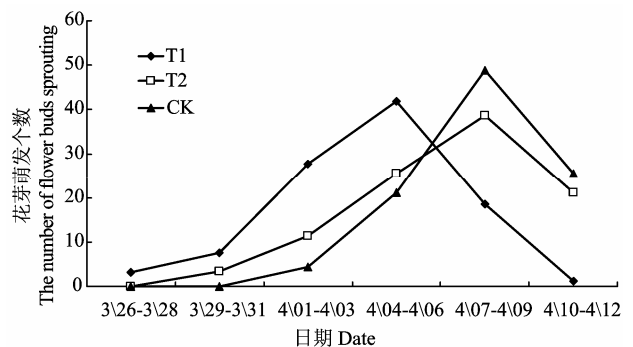


图 1 不同温度条件下砀山酥梨花芽萌发速率的变化

Figure 1 Effects of the temperature change on the germination of flower buds in Dangshan suli

温度变化对砀山酥梨叶芽萌发产生了不同程度的影响。自 3 月 26 日至 4 月 12 日，T1、T2 和 CK 的叶芽萌发速率的动态曲线基本一致。T1、T2 和 CK 间叶芽萌发个数与萌发时间的延长均呈显著相关性，即随芽体萌发时间的延长叶芽萌发的个数增加。T1、T2 与 CK，叶芽萌发的个数与芽体萌发时间延长的线性关系斜率分别为 4.969 2（图 2a）、3.394 1（图 2b）、2.649 5（图 2c），叶芽萌发速率呈现 T1>T2>CK 趋势。

2.4 初春温度变化对砀山酥梨坐果率和脱萼率的影响

结果表明，T1、T2 花序坐果率与 CK 间没有差

异, 均达 100%; T1、T2 的花朵坐果率与 CK 相比显著降低, 说明坐果期温度升高降低了花朵坐果率 (表 2)。果实脱萼率, T1、T2 脱萼率都小于 CK, 且差异均达显著性水平, 说明幼果期温度升高影响了萼片的脱除 (表 2)。

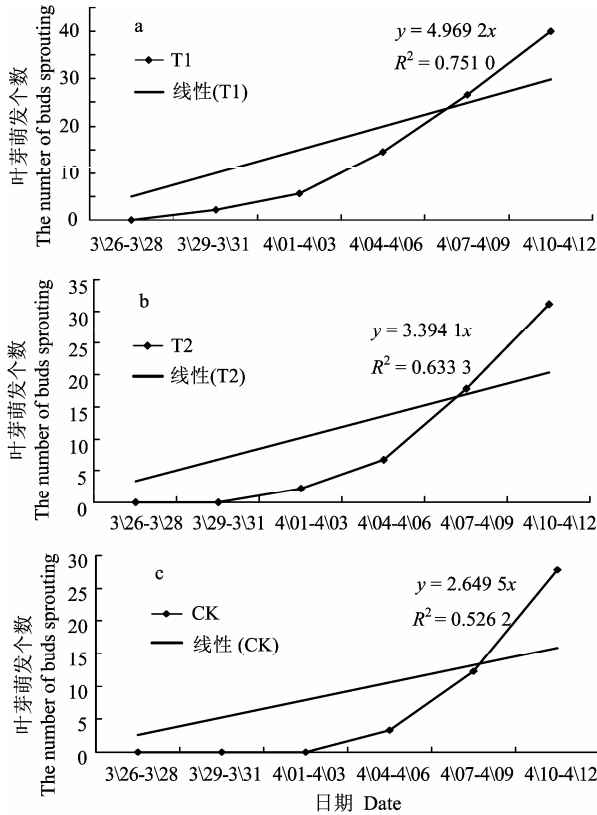


图 2 不同温度条件下砀山酥梨叶芽萌发速率的变化
Figure 2 Effects of the temperature change on the speed changes of bud germination of Dangshan suli

3 讨论

全球温度增高将影响大气环流的运行规律, 各地的降水量和蒸发量的时空分布也会改变, 这将给物种资源、自然生态系统和农业生产带来巨大冲击。前人研究表明, 自 1950 年以来, 我国的霜冻日数和寒潮事件明显减少, 春季树木开花日期提前了 4~5 d。如果人类继续按照目前速度排放温室气体, 2060 年左右全球平均气温将增加 1.4℃~5.8℃^[14]。

本研究采取的温湿度控制措施, 在测试期内, 棚室温度较露地平均升高了 3.44℃, 处理与对照间平均湿度差异未达显著性水平, 试验基本满足了温度的差异唯一性原则, 所以试验结果主要为温度变化的作用。试验表明, 初春温度变化花芽和叶芽萌发均提前 5 d 左右。欧阳汝欣^[15]认为, 在冬季气候较温暖的地区, 高温抵消低温累积, 对打破休眠起

到促进作用, 本研究结果与该结论基本一致。其次, 花芽萌发后期平均速率减慢, 花期相对较长, 这与冬季低温量不足, 不能解除砀山酥梨花芽休眠, 春天开花不整齐^[16], 气温变化直接或间接地影响果树的花期生理过程^[7]的研究结果基本吻合。此外, 初春温度变化, 叶芽萌发过程曲线没有出现峰值, 与花芽萌发速率的变化过程不一致, 可能是叶芽与花芽萌发的特性存在差异, 也可能是因为叶芽、花芽采取了同样的调查方法所致。

本研究结果表明, 砀山酥梨坐果期间温度升高, 棚内的 2 个处理的花朵坐果率较露地的降低了 16.6%, 说明温度升高对花朵坐果率产生了影响。坐果期温度升高, 果实脱萼率较露地的降低了 29.2%, 这可能是由于温度升高, 加快了果实发育进程, 萼片离层没有及时形成的原因。李兵伟等^[17]认为, 萼片宿存的砀山酥梨果实一般表皮粗糙, 石细胞多, 果核大, 风味淡, 果实品质显著下降。所以, 冬季温度升高可能引起砀山酥梨适宜种植区域的变化。本试验结果是 1~3 月的温度变化形成的, 还不能说明整个休眠期温度变化对砀山酥梨生长及发育的影响。此外, 温度变化是通过哪些内在机制影响生长发育的等, 都还有待于进一步研究。

4 结论

初春温度变化, 对砀山酥梨花序坐果率、花芽和叶芽的存活未产生影响, 但是对花芽坐果率和果实的脱萼率有不同程度的影响; 花芽和叶芽萌动期提前, 且萌发速率产生了不同程度的影响。

参考文献:

- [1] Usami T, Lee J, Oikawa T. Interactive effects of increased temperature and CO₂ on the growth of *Quercus myrsinaefolia* saplings[J]. *Plant, Cell and Environment*, 2001, 24: 1007-1019.
- [2] 陈邦柱, 秦大河. 气候变化与生态环境研讨会文集[C]. 北京: 气象出版社, 2004: 13-20; 72-77.
- [3] 王馥棠, 赵宗慈, 王石立, 等. 气候变化对农业生态的影响[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 96-112.
- [4] 林而达, 吴绍洪, 戴晓苏, 等. 气候变化影响的最新认知[J]. *气候变化研究进展*, 2007, 3(3): 125-131.
- [5] Aerts R, Cornelissen J H C, Dorrepaal E. Plant performance in a warmer world: general responses of plants from cold, northern biomes and the importance of winter and spring events[J]. *Plant Ecology*, 2006, 182: 65-77.
- [6] Cai T B, Dang Q L. Effects of soil temperature on parameters for a coupled photosynthesis-stomatal conductance model[J]. *Tree Physiology*, 2002, 22: 819-829.
- [7] Saxe H, Cannel M G R, Johnsen O, et al. Tree and forest functioning in an enriched CO₂ atmosphere[J]. *New Phy-*

- tologist, 1998, 139: 369-400.
- [8] 张兴旺. 砀山酥梨在云南不同生态环境下的表现[J]. 中国南方果树, 1996, 25(2): 51-52.
- [9] 姜卫兵, 韩浩章, 汪良驹, 等. 落叶果树需冷量及其机理研究进展[J]. 果树学报, 2003, 20(5): 364-368.
- [10] 高东升, 束怀瑞, 李宪利. 几种适宜设施栽培果树需冷量的研究[J]. 园艺学报, 2001, 28(4): 283-289.
- [11] Saure M C. Dormancy release in deciduous fruit trees[J]. Hort Rev1, 1985, 7: 239-300.
- [12] 王力荣, 朱更瑞, 左覃元. 中国桃品种需冷量的研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(2): 194-196.
- [13] 武绍波, 赵昶灵, 李文祥, 等. 短截和灌水对砀山酥梨花芽萌发的效应初探[J]. 落叶果树, 2000(6): 12-14.
- [14] 秦大河, 陈振林, 罗勇, 等. 气候变化科学的最新认知[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(2): 63-73.
- [15] 欧阳汝欣, 徐继忠, 王同建, 等. 温度对果树芽休眠的影响研究进展[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(5): 101-103.
- [16] 赵昶灵, 武绍波, 李文祥, 等. 人工低温对滇中砀山酥梨休眠芽和枝的效应[J]. 西北植物学报, 2000, 20(4): 596-603.
- [17] 李兵伟, 朱立武, 叶振风. 授粉品种对砀山酥梨坐果及果实萼片宿存的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(2): 164-167.

本刊顾问 陈宗懋院士

陈宗懋 (1933 -), 茶学专家。出生于上海市, 原籍浙江省海盐县人。1954年毕业于沈阳农学院植保系。曾任中国农业科学院茶叶研究所所长、中国茶叶学会理事长。现任中国农业科学院茶叶研究所研究员、博导、中国茶叶学会名誉理事长和国际茶叶协会副主席。

20世纪60年代陈宗懋院士开创茶叶农残研究, 提出各类农药在茶树上降解规律和预测模型、18项国标和5项部标。首次探明空气漂移是茶叶农残徘徊不降的原因, 研究居国际前沿水平。其实验室被欧盟确认为中国茶出口唯一认可检验机构。近年对降低我国茶叶农残有突出贡献, 3年全国超标率由80%降至20%。90年代开拓昆虫化学生态学新领域, 从茶树-害虫-天敌化学通讯机制着手, 明确害虫和天敌定位的化学生态机制, 具创新性。论文在《J Chem Ecol》, 《J Agricul Food Chem》等重要刊物上发表。培养多名博士生和管理人才, 对我国茶业起到推动作用。

2003年当选为中国工程院院士。