

设施栽培灵武长枣、冬枣休眠特性研究

李程琛¹, 李悦¹, 曹兵¹, 万仲武²

(1. 宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021; 2. 宁夏灵武市大泉林场, 宁夏灵武 751400)

摘 要:以宁夏设施栽培灵武长枣、冬枣为试材, 采用温度记录仪和水浸枝条萌芽法, 应用 3 种需冷量估算模型($\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型、 $0\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型和犹他模型), 对其需冷量进行估算, 并测定了相关生理指标。结果表明: 不同估算模型下相同枣品种需冷量值略有差异; 以 $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型估算, 设施栽培灵武长枣需冷量值为 446 h; 设施栽培冬枣为 470 h。适宜的萌芽温度 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$, 在休眠后期至萌芽初期, 枝条可溶性糖含量呈下降趋势, 蛋白质含量呈上升趋势。

关键词:灵武长枣; 冬枣; 设施栽培; 需冷量; 萌芽率

中图分类号:S 665.128 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)06-0039-04

灵武长枣(*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Lingwu Changzao)栽培历史悠久, 果实个大皮薄、质地酥脆, 富含多种矿物质和维生素, 是宁夏地方优良枣树品种。目前种植面积已达 1 万 hm^2 , 效益显著, 是宁夏红枣产业的重要组成部分^[1-3]。近年来, 为延长供应季节、提升枣果价值, 设施栽培灵武长枣发展迅速, 鲜果供应时间提早近 3 个月, 经济效益非常显著。冬枣(*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao)是红枣中品质最佳的晚熟鲜食品种, 果实圆形, 皮薄、汁多、肉质细嫩酥脆, 酸甜适口, 啖食无渣, 营养丰富, 品质极上, 是一种珍贵稀有的鲜食果品^[4]。

枣树为落叶果树, 在设施栽培条件下, 如需冷量不足, 则会出现萌芽低且不整齐、花期延迟、坐果率低等现象^[5-6]。需冷量是落叶果树打破自然休眠所需的低温时数, 它是植物在长期适应环境的过程中所形成的对休眠期低温量的需求, 只有满足了需冷量才能保证其顺利通过自然休眠^[7-9]。因此, 能否满足果树的需冷量是设施栽培落叶果树成功的关键因素。在宁夏地区随着设施栽培枣树的发展, 也出现对设施枣树的需冷量估计不准、扣棚升温时期不当而导致产量低或绝产的现象^[10]。该试验以宁夏地方优良特色枣品种设施栽培灵武长枣和山东沾化引进的优质枣品种冬枣为试材, 测定分析比较其休眠期的需冷量、最适宜发芽温度与枝条主要生理

特征变化, 以期为当地设施栽培枣树提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2014 年 10 月至翌年 3 月在宁夏灵武市大泉林场红枣设施种植基地(东经 $106^{\circ}14'72''$, 北纬 $38^{\circ}4'32''$)与宁夏大学农学院进行。供试材料为设施栽培(塑料日光温室, 跨度 8 m, 长度 70 m)7 年生灵武长枣(株高 2 m, 地径 0.6 m, 冠幅 $1.6\text{ m}\times 0.9\text{ m}$, 株行距 $0.8\text{ m}\times 2.0\text{ m}$)与冬枣(株高 2.3 m, 地径 0.5 m, 冠幅 $1.6\text{ m}\times 1.2\text{ m}$, 株行距 $1\text{ m}\times 2\text{ m}$)。

1.2 试验方法

1.2.1 温度记录 该试验设施栽培灵武长枣、冬枣种植温室于 2014 年 10 月 23 日扣棚降温, 设施栽培灵武长枣种植温室于 11 月 27 日开始升温, 设施栽培冬枣于 2015 年 1 月 1 日升温。在 2014 年 10 月下旬将江苏省精创股份有限公司生产的 RC-4 型温度记录仪安装于采样地, 每隔 30 min 记录 1 次空气温度, 连续记录温度的变化曲线, 并计算每日平均气温的平均值。

1.2.2 枝条萌芽率 2014 年 11 月 13 日开始(扣棚 20 d 后), 每隔 10 d 自生长健壮的树体上采集枝条, 立即带回实验室, 剪接成 15~25 cm 插枝(3~4 个芽), 基部插入盛有清水的广口瓶中, 放入人工智能气候培养箱做萌发试验(温度 25°C , 空气相对湿度 $50\%\sim 70\%$, 光照强度 $1\ 000\sim 1\ 200\text{ lx}$, 光/暗时数 12/12h)^[11]。每隔 3 d 换 1 次水, 同时剪去少许枝条基部(约 3 mm), 露出新茬, 连续培养观察 21 d, 统计枝条萌芽率, 萌芽率($\%$) = 露绿芽/总芽眼数 $\times 100$, 重复 3 次, 每重复 10 个枝条。插枝培养的芽萌发标志为花芽顶端鳞片开裂, 露绿; 萌芽率 $50\%\sim 60\%$, 则该次采样培养日期即为该枣品种生理休

第一作者简介:李程琛(1991-), 女, 硕士研究生, 研究方向为果树生理生态与栽培。E-mail:lichengchen_55@126.com.

责任作者:曹兵(1970-), 男, 博士, 教授, 现主要从事旱区森林培育及经济林栽培生理的教学与研究等工作。E-mail:bingcao2006@126.com.

基金项目:宁夏对外科技合作资助项目(2014-20-4)。

收稿日期:2015-12-14

眠解除日期;萌芽率 61%~70%,则该次采样培养和上次采样培养之间的日期即为该枣品种生理休眠解除日期;若萌芽率>70%,则上次采样培养日期即为生理休眠解除日期^[12-13]。

1.2.3 需冷量估算 对 2 个品种的需冷量进行估算^[14]。 $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型指自然休眠结束时经历 7.2°C 以下低温的小时数; $0\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型指自然休眠结束时经历 $0\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ 低温的小时数,不包含 0°C ;犹他模型指自然休眠结束时积累的冷温单位,犹他模型低温转换系数见表 1。

表 1 犹他模型气温与冷温转换

Table 1 Transformation of temperature and chilling unit for Utah model

温度 Temperature/ $^{\circ}\text{C}$	冷温单位 Chilling unit/CU
1.4	0.0
1.5~2.4	0.5
2.5~9.1	1.0
9.2~12.4	0.5
12.5~15.9	0.0
16.0~18.0	-0.5
>18.0	-1.0

1.3 项目测定

在扣棚 20、30、40、50、60 d 后采集发育良好的枝条,带回实验室,测定枝条水分含量(烘干称重法)、可溶性蛋白质含量(考马斯 G-250 结合法)、可溶性糖含量和淀粉含量(蒽酮比色法)。

1.4 数据分析

采用 Excel 2003 软件处理原始数据,采用 DPS 7.05 统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种生理休眠结束时间的确定

由表 2 可以看出,不同枣品种随着低温的累积枝条萌芽率呈逐渐上升的趋势。11 月 23 日(扣棚 30 d),取样的设施栽培灵武长枣枝条萌芽率在 60%以上,表明其在 11 月 13—23 日完成自然休眠。设施栽培冬枣的枝条萌芽率为 52.17%,表明需冷量已经满足,已顺利通过自然休眠。

表 2 设施栽培 2 个枣品种萌芽率

Table 2 Bud generation rate of two cultivars for protected cultivation %

品种 Cultivar	扣棚 20 d After covering 20 days	扣棚 30 d After covering 30 days	扣棚 40 d After covering 40 days
灵武长枣 Lingwu Changzao	14.75	65.55	68.53
冬枣 Dongzao	45.79	52.17	61.20

2.2 不同品种需冷量计算

根据 $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型、 $0\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型和犹他模型计算

方法,将相应的低温时数或冷温单位累加即为设施栽培灵武长枣、冬枣的低温需冷量,低温累积的起点为扣棚的日期,即从 10 月 23 日为统计的起点,根据图 1、2 计算其需冷量。由表 3 可知,不同估算模型下相同枣品种的需冷量略有差异,以 $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型、 $0\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型和犹他模型计算,设施栽培灵武长枣需冷量分别约为 446 h、410 h、297 CU,设施栽培冬枣为 470 h、413 h、326 CU。

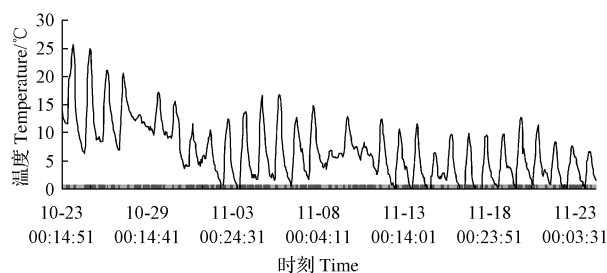


图 1 设施栽培灵武长枣空气温度变化

Fig. 1 Air temperature record of Lingwu Changzao for protected cultivation

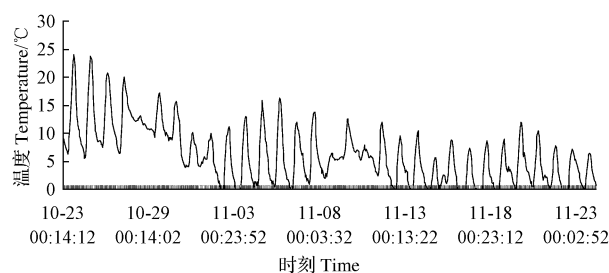


图 2 设施栽培冬枣空气温度变化

Fig. 2 Air temperature record of Dongzao for protected cultivation

表 3 设施栽培 2 个枣品种需冷量比较

Table 3 Comparison of the chilling requirement of two cultivars for protected cultivation

品种 Cultivar	$\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型 $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ model/h	$0\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型 $0\sim 7.2^{\circ}\text{C}$ model/h	犹他模型 Utah model/CU
灵武长枣 Lingwu Changzao	446	410	297
冬枣 Dongzao	470	413	326

2.3 不同品种发芽适宜温度

由表 4 可知,当温度在 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 时,枝条的萌芽率均达到 50%以上,因此,此温度范围为 2 个枣品种发芽的最适宜温度。

2.4 不同品种枝条含水量变化

由图 3 可以看出,随着扣棚气温的降低,低温量不断的累积,枣树枝条含水量呈下降趋势,在扣棚 30 d 后,即 11 月 23 日(休眠结束期)达到最低点;之后,含水量逐渐升高。设施栽培灵武长枣的枝条含水量比冬枣的较高,在扣棚 60 d 后灵武长枣达到最大值(47.11%),冬枣

枝条含水量最大值为 44.56%。因此,随着枝条生理休眠逐渐解除,枝条含水量呈逐渐上升趋势。

表 4 不同温度梯度下 2 个枣品种的枝条萌芽率比较

Table 4 Comparison of the bud germination rate of jujube branches within two cultivars under different temperature gradients

品种 Cultivar	温度处理 Temperature treatment /℃	扣棚 50 d After covering 50 days/%	扣棚 60 d After covering 60 days/%
灵武长枣 Lingwu Changzao	15	4.17	4.35
	20	51.72	58.18
	25	71.43	69.57
冬枣 Dongzao	15	0.00	8.00
	20	50.74	55.67
	25	57.62	57.71

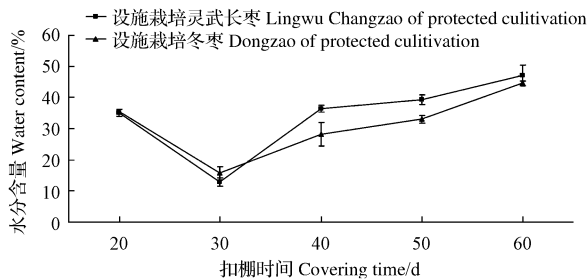


图 3 2 个枣品种枝条含水量变化

Fig. 3 Change of water content of jujube branches within two cultivars

2.5 不同品种枝条碳水化合物含量变化

图 4、5 分别为 2 个枣品种枝条在休眠期的可溶性糖和淀粉含量变化。从图 4 可以看出,枝条可溶性糖含量在休眠期间呈上升趋势,休眠结束之后呈下降的变化趋势。在扣棚 30 d 后,即 11 月 23 日(休眠结束期)之前 2 个枣品种呈现上升趋势,在生理休眠结束之后 2 个枣品种呈明显下降趋势,设施栽培灵武长枣在扣棚 60 d 后出现最低值(0.67%)。图 5 的淀粉含量基本趋势是先下降后上升,随着低温不断累积增加,淀粉逐渐向糖开始转化,表现出下降的趋势。在扣棚 30 d 后,休眠结束期 11 月 23 日,设施栽培灵武长枣淀粉含量达到最小值(1.08%)。枝条的生理休眠结束之后,可溶性糖含量呈逐渐下降趋势,淀粉含量呈逐渐上升的趋势,设施栽培冬枣淀粉含量在扣棚 60 d 后出现最大值(5.07%)。

2.6 不同品种枝条可溶性蛋白质的变化

从图 6 可以看出,自扣棚 20 d 后,即 11 月 13 日起,2 个枣品种枝条可溶性蛋白质含量随着低温不断累积,均呈下降趋势。在扣棚 30 d 后(休眠结束期),设施栽培灵武长枣和设施栽培冬枣枝条的可溶性蛋白质含量均达到低谷,分别为 5.12、7.70 mg/g,随后可溶性蛋白质含量呈逐渐上升。在扣棚 60 d 后 2 个不同的枣品种枝条可溶性蛋白质含量达到最大值,分别为 15.08、14.97 mg/g。

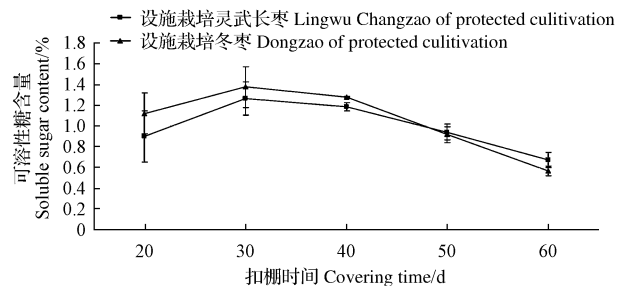


图 4 2 个枣品种枝条可溶性糖含量变化

Fig. 4 Change of soluble sugar content of jujube branches within two cultivars

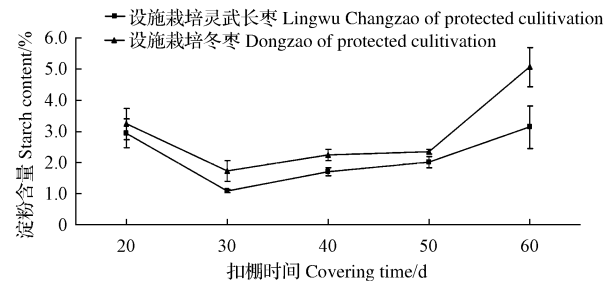


图 5 2 个枣品种枝条淀粉含量变化

Fig. 5 Change of starch content of jujube branches within two cultivars

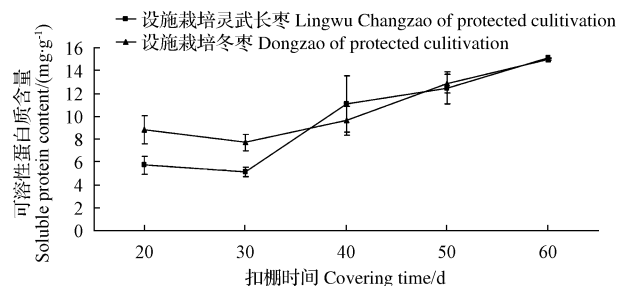


图 6 2 个枣品种枝条可溶性蛋白质含量变化

Fig. 6 Change of soluble protein content of jujube branches within two cultivars

3 结论与讨论

该试验结果表明,不同的枣品种需冷量不同,不同估算模型下的相同枣品种需冷量也不同。对于相同枣树设施栽培品种,3 种不同模型下的需冷量值高低次序基本一致,即设施栽培灵武长枣<冬枣,但与其它果树相比,需冷量较低,为 446~470 h。设施栽培冬枣的需冷量较灵武长枣大,休眠期较设施栽培灵武长枣更长,萌芽较晚,扣棚时间也较晚。由于设施栽培冬枣进入休眠期较晚,可进行延迟栽培^[15]。适宜的扣棚升温时间,对果树设施栽培至关重要,必须根据当地的气候条件和果树的需冷量来确定,一旦满足需冷量便可扣棚升温。

通过 3 种不同的需冷量估算模型分析认为, $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 模型估算的需冷量数值最大,通过 $\leq 7.2^{\circ}\text{C}$ 估算

模型设施栽培灵武长枣、冬枣需冷量数值分别为 446、470 h;0~7.2℃模型估算的设施栽培灵武长枣需冷量为 410 h,设施栽培冬枣为 413 h;犹他模型估算的灵武长枣需冷量为 297 CU、设施栽培冬枣需冷量为 326 CU,即 0~7.2℃模型和犹他模型估算出的需冷量值较为接近,该结果与高梅秀等^[16]研究结果一致。目前的需冷量估算模型,即休眠解除模型主要是物候学模型,而不是生态生理学模型,没有以休眠的生理进程为基础,所以确定休眠解除日期和估算需冷量的准确性可能受限于特定的环境条件^[17]。需冷量评价模型受气候和生态条件的影响较大,测定结果很可能受不同地域气候条件、年际间气候变化、测定方法、测定标准等因素的影响^[18]。因此,有待于进一步试验研究最适宜宁夏灵武地区设施栽培灵武和冬枣的需冷量估算模型。

对采样枝条生理指标的测定结果表明,随着扣棚气温的降低,进入休眠的果树生理变化也做了相应的调整。随着生理休眠逐渐解除,枣枝条内含水量呈逐渐上升趋势。随着低温不断累积增加,淀粉逐渐向糖开始转化,表现出下降的趋势。适宜的发芽温度 20~25℃,在休眠后期至萌芽初期,枝条可溶性糖含量呈下降趋势,蛋白质含量呈上升趋势。

参考文献

- [1] 曹兵,候晶冬. 对灵武长枣栽培技术创新与长枣产业发展的思考[J]. 农业科学研究,2011,32(1):46-49.
- [2] 蒋全熊,陶利刚,马占儒. 我国枣产业发展形势及灵武长枣良种培育之思考[J]. 农业科学研究,2009,30(4):55-57.
- [3] 万仲武,芮长春,张治业. 灵武长枣物候期与气温和低温的关系研究

[J]. 北方园艺,2013(15):47-50.

- [4] 周正群. 枣生产配套技术手册[M]. 北京:中国农业出版社,2012:324-325.
- [5] 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(2):283-289.
- [6] 孙利鑫,弋伟国,张东,等. 日光温室果树需冷量研究及环境管理预警装置研发[J]. 西南农业学报,2015,28(2):839-840.
- [7] 陈茂铨,叶伟其,刘卓香,等. 12 个桃品种的花芽需冷量和开花需热量[J]. 林业科学,2012,48(1):86-88.
- [8] 李宪利,高东升. 果树设施栽培的原理与技术研究[J]. 山东农业大学学报,1996(2):227-232.
- [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,夏宁. 休眠桃枝条中碳水化合物的含量变化和外界生长调节剂对破除休眠的效应[J]. 植物生理学通讯,1999,35(1):10-12.
- [11] 高志红,张君毅,乔玉山,等. 桃和李品种需冷量研究[J]. 中国果树,2004(3):17-20.
- [12] 李先明,秦仲麒,涂俊凡,等. 不同梨品种需冷量研究[J]. 河南农业科学,2011,40(7):126-129.
- [13] 王海波,王孝娣,王宝亮,等. 设施葡萄常用品种的需冷量、需热量及 2 者关系研究[J]. 果树学报,2011,28(1):37-41.
- [14] 姜卫兵,韩浩章,戴美松,等. 苏南地区主要落叶果树的需冷量[J]. 果树学报,2005,22(1):75-77.
- [15] 贺润平,杜俊杰,赵飞,等. 枣若干品种需冷量测定[J]. 果树学报,2004,21(2):182-184.
- [16] 高梅秀,姚宗国,鲍明辉,等. 枣设施栽培品种的需冷量研究[J]. 中国果树,2013(6):15-17.
- [17] 司海娣,张亚红. 银川地区日光温室桃树促早栽培适宜扣棚及升温时期探讨[J]. 东北农业大学学报,2011,42(10):81-84.
- [18] 朱运钦,乔改梅,王子崇,等. 15 个葡萄品种需冷量的研究[J]. 中国果树,2008(6):16-19.

Study on Dormant Characteristic of *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Lingwu Changzao and *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao for Protected Cultivation

LI Chengchen¹, LI Yue¹, CAO Bing¹, WAN Zhongwu²

(1. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Daquan Forest Farm, Lingwu, Ningxia 751400)

Abstract: Taking *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Lingwu Changzao and *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao for protected cultivation in Ningxia as experiment materials, using the method of branch soaking sprouting and air temperature observation, we evaluated the chilling requirement of two jujube varieties based on three different chilling requirement models ($\leq 7.2^\circ\text{C}$ model, $0-7.2^\circ\text{C}$ model and Utah model), and measured some physiological indices of jujube branches during their dormancy period. The results showed that, there was a slight difference in chilling requirement for the same variety under different estimate models. The chilling requirement of *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Lingwu Changzao and *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao for protected cultivation were 446 hours and 470 hours ($\leq 7.2^\circ\text{C}$ model) respectively. Suitable bud sprouting germination temperature distribution ranges was $20-25^\circ\text{C}$. At the late period of dormancy to germination, the content of soluble sugar and protein in the branches increased.

Keywords: *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Lingwu Changzao; *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao; protected cultivation; chilling requirement; bud germination rate