

盆栽灵武长枣设施促早栽培的需冷量研究

张磊^{1,2,3}, 万仲武⁴, 李娜^{1,2,3}, 杨洋^{1,2,3},
马国飞^{1,2,3}, 徐蕊^{1,2,3}, 胡宏远^{1,2,3}, 尚艳^{1,2,3}

(1. 中国气象局旱区特色农业气象灾害监测预警与风险管理重点实验室, 宁夏银川 750002;
2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏银川 750002; 3. 宁夏气象科学研究所, 宁夏银川 750002;
4. 宁夏灵武大泉林场, 宁夏灵武, 751400)

摘要:以盆栽灵武长枣为试验材料,利用保鲜冷库在 2℃ 条件下对盆栽灵武长枣进行冷藏,强制其休眠,将经过 20~65 d 共 10 个冷藏时间处理的盆栽灵武长枣移至日光温室升温催芽,通过分析不同冷藏时段下盆栽灵武长枣的萌芽率,确定其需冷量。研究结果显示,在 0~7.2℃ 范围内,随着冷藏时间增加,盆栽灵武长枣的萌芽率也在增加,萌芽率与冷藏时间呈对数关系,若设定最终萌芽率达到 70%~80% 时的低温累积量已满足打破休眠所需,则依据 ≤7.2℃ 模型和 0~7.2℃ 模型估算的盆栽灵武长枣需冷量为 1 214~1 403 h,平均为 1 309 h。根据研究结果,大泉林场设施园艺基地于 2020—2021 年度开展了 1 个温棚的试产,初步达到预期效果;经 2020 年 7—9 月的冷藏-升温处理,于 2021 年 2 月上旬盆栽灵武长枣陆续成熟。

关键词:灵武长枣;需冷量;设施栽培;萌芽率;盆栽
中图分类号:S665.1;S628 **文献标志码:**A

Chilling requirement of potted Lingwu Long Jujube for promoting early cultivation in greenhouse facility

ZHANG Lei^{1,2,3}, WAN Zhongwu⁴, LI Na^{1,2,3}, YANG Yang^{1,2,3},
MA GuoFei^{1,2,3}, XU Rui^{1,2,3}, HU Hongyuan^{1,2,3}, SHANG Yan^{1,2,3}

(1. Key Laboratory for Meteorological Disaster Monitoring and Early Warning and Risk Management of Characteristic Agriculture in Arid Regions, CMA, Yinchuan, Ningxia 750002, China;
2. Ningxia Key Lab of Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan, Ningxia 750002, China;
3. Ningxia Institute of Meteorological Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002, China;
4. Ningxia Lingwu Daquan Forest Farm, Lingwu, Ningxia 751400, China)

Abstract: This study used Lingwu Long Jujube as the experimental material to determine the chilling requirement of potted Lingwu Long Jujube and guide the early cultivation of Lingwu Long Jujube. Potted Lingwu Long Jujube was forced to dormant in cold storage, and then moved to greenhouse in batches for heating and germination. The chilling requirement of potted Lingwu Long Jujube was studied by analyzing the final germination rate under different cold storage times. The results showed that in the range of 0~7.2℃, with the increase of cold storage time, the final germination rate of potted Lingwu Long Jujube also increased. The germination rate had a logarithmic relationship with the cold storage time. If the germination rate was set at 70%~80%, the chilling requirement of potted Lingwu Long Jujube was 1 214~1 403 h, with an average of 1309 h, based on the ≤7.2℃ model and 0~7.2℃ model. Based on the research results, the protected horticultural base of Daquan Forest Farm carried out a trial production of a greenhouse from 2020 to 2021, which initially achieved the expected results; after the cold storage and heating treatment from July to September 2020, the potted Lingwu Long Jujube matured in early February 2021.

Keywords: Lingwu Long Jujube; chilling requirement; protected cultivation; germination rate; potted plant

宁夏的灵武长枣是具有鲜明地方特色的优良鲜果品种,其果实个大、果肉酥脆、酸甜可口,富含多种矿物质及维生素,被誉为“枣中之王”^[1]。2006年,灵武长枣被国家质量监督检验检疫总局批准为“地理标志保护产品”,2014年,宁夏灵武长枣种植系统被农业部列入第二批中国重要农业文化遗产名录^[2]。目前,灵武长枣种植面积超过 1 万 hm^2 ,年产值过亿元,已成为壮大区域经济、调整农业产业结构、增加农民收入的特色产业和支柱产业。

灵武长枣的露地成熟期在 9 月中下旬至 10 月中旬,鲜果不耐储藏,上市期相对集中,同时这一时期其他果品也在大量上市,鲜果市场竞争激烈,导致近年来价格一路下滑,严重影响了产业经济效益。设施促早栽培技术可以实现灵武长枣提前成熟上市,提高栽培效益,近年来在灵武长枣的核心种植区得以快速发展。掌握灵武长枣的需冷量指标是设施促早栽培成功的前提条件之一:在设施促早栽培中若需冷量不足,灵武长枣则无法正常通过休眠,会引起生长发育障碍,即使后期条件适宜,也不能适期萌发,或者萌发不整齐,影响长枣果实品质和产量。落叶果树的需冷量会因品种、区域、栽培方式、试验方法的不同而有所差异,某些情况下,这种差异会很大。目前,较为通用的需冷量估算模型主要有 7.2°C 和 $0\sim 7.2^\circ\text{C}$ 模型等^[3-5],已经有学者采用秋冬季分批剪取枣树枝条在室内进行萌发培养试验等方法开展了不同枣树品种需冷量测定工作^[6],尚未见到利用盆栽方法开展灵武长枣需冷量估算的报道。

本研究拟利用保鲜冷库和日光温室等设施,采用经典的 7.2°C 和 $0\sim 7.2^\circ\text{C}$ 需冷量估算模型对盆栽灵武长枣的需冷量进行研究,以期对灵武长枣的设施促早栽培提供科技支撑,提高灵武长枣产业的经济效益。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验地点位于宁夏灵武市大泉林场千亩设施园艺基地,该基地位于灵武市新华桥镇, $106^\circ 14' 43''\text{E}$, $38^\circ 4' 18''\text{N}$, 海拔高度 1 121 m, 年平均气温 9.2°C , 降水量 188.4 mm, 日照时数 3 002.1 h, 属中温带干旱区。基地建有灵武长枣日光温室 198 栋、塑料大棚 13 棚, 冷库 1 座, 可为盆栽长枣需冷量研究提供良好的试验条件。

1.2 试验材料

试验材料为灵武长枣嫁接苗,盆栽种植。基础

为酸枣,选择生长势好、根系发达的枣树,采用主干形,在休眠期进行定植。花盆采用圆口直径 60 cm、底径 45 cm、高 50 cm 的陶质花盆。营养土以腐殖质土加园土混合配制而成。移植时盆底放入少量沙子再加入一部分营养土,剪去过长的粗根,使枣树根系在花盆中伸展开,一边加营养土一边拍盆边,层层压实,浇透水。待过段时间盆土下沉后再加一些营养土,盆口留几厘米深不填土作为浇水的水口。共准备 80 株盆栽灵武长枣作为试验材料。

1.3 试验方法

1.3.1 冷库低温休眠处理 在 2019 年 7 月 5 日—8 月 19 日,每隔 5 d 分别将 8 盆灵武长枣移入保鲜冷库中进行低温处理,冷库温度设置为 2°C , 总共分期入库 10 个批次,共 80 盆灵武长枣。入库前摘去枣树叶片,花盆浇透水,逐个挂牌标示。用杭州路格科技有限公司生产的 L92-1 温湿度记录仪观测冷库内温湿度,自动记录频率设定为每次间隔 30 min。

1.3.2 日光温室升温催芽 在 9 月 8 日,即第 10 批盆栽灵武长枣在冷库中存放满 20 d 时,将 10 个批次的 80 盆灵武长枣全部从冷库中移至日光温室中进行升温催芽,这样即获得了 20、25、30、35、40、45、50、55、60、65 d 共 10 个低温处理时间段的盆栽灵武长枣(分别表示为 D20、D25、D30、D35、D40、D45、D50、D55、D60、D65)。在前期温室升温时要求遮阴、通风透气好,温室内温度不能过高。在温室内设置温湿度记录仪 2 台,观测室内空气温度、湿度和花盆内土温。

1.3.3 萌芽观测 从 9 月 14 日起每隔 3 d 调查一次灵武长枣的萌芽情况,以芽片开裂露绿为标准,调查进入开裂露绿及之后发育阶段的所有芽数,与总芽数相比得到每盆长枣的萌芽率,每批次 8 盆进行平均,得到每批次的萌芽率。升温满 30 d 时结束观测,共获得 10 个低温处理各 9 次的萌芽率资料。

1.3.4 温度测定和需冷量计算 冷库内温度记录仪采样间隔为 30 min,日光温室内的温度记录仪采样间隔为 10 min,计算成逐小时数据备用。盆栽灵武长枣的需冷量采用 $0\sim 7.2^\circ\text{C}$ 模型进行计算。

2 结果与分析

2.1 冷库温度

保鲜冷库的温度设置为 2°C , 逐小时气温监测结果显示(图 1),在 7 月 6 日至 9 月 7 日期间,冷库内的气温最低 0.8°C , 最高 3.9°C , 并且绝大多数情况

下保持在 1.0~2.5℃,符合需冷量估算模型 0~7.2℃ 模型的计算需求。

2.2 日光温室温度

在 9 月 9 日至 10 月 10 日盆栽灵武长枣升温催芽期间,正常情况下日光温室在早晨 8 : 30 左右揭

苫,10 : 30 左右拉开风口通风降温,下午 17 : 30 左右放苫,根据天气及温室内温度情况适当调整。气温监测结果显示(图 2),白天日光温室内的气温多在 20℃~35℃,个别时段超过 35℃,夜间气温多在 10℃~20℃,能够满足盆栽灵武长枣萌芽需要。

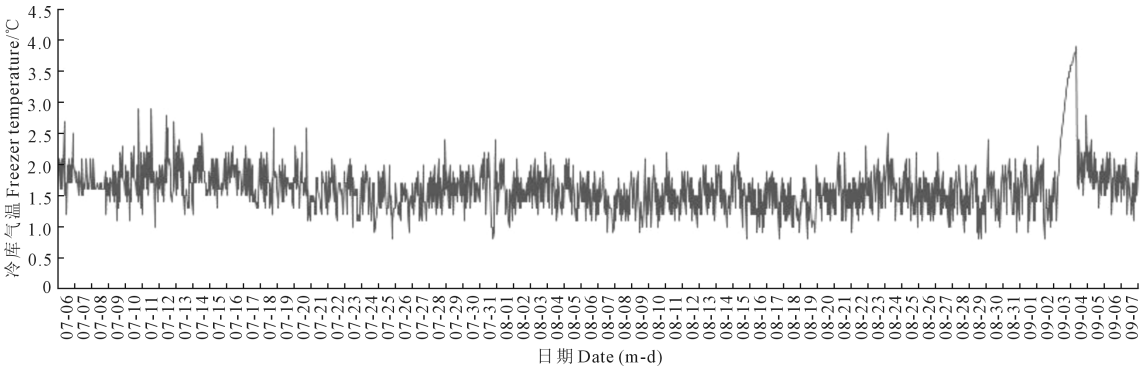


图 1 保鲜冷库 7 月 6 日—9 月 8 日逐小时气温
Fig.1 Hourly temperature of cold storage from July 5 to September 8

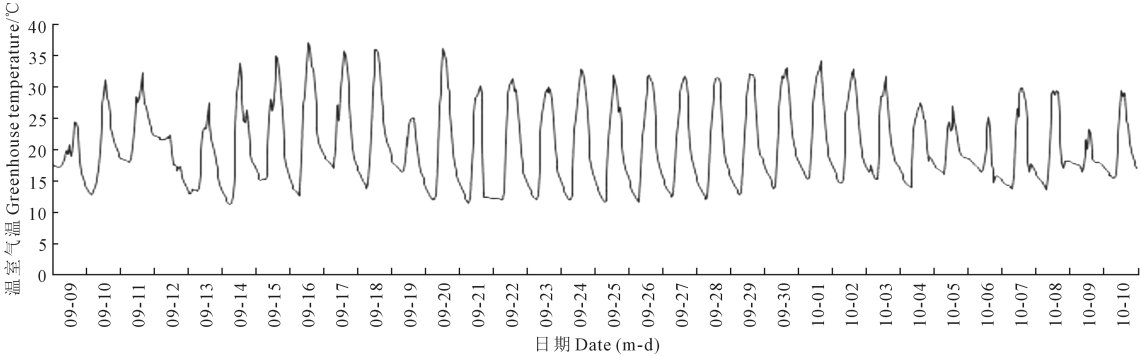


图 2 日光温室 9 月 8 日—10 月 9 日逐小时气温
Fig.2 Hourly temperature of solar greenhouse from September 8 to October 9

2.3 盆栽灵武长枣萌芽率

日光温室升温第 6 天也即 9 月 14 日开始每隔 3 d 调查一次萌芽率,共调查 9 次,至 10 月 8 日结束(如图 3)。总体上,盆栽灵武长枣萌芽率随冷藏时间的增加而提高,冷藏 40~65 d 的 6 个处理萌芽率明显高于冷藏 25~35 d 的 4 个处理。特别是冷藏 45 d 以上的 5 个处理,最终的萌芽率均在 70% 以上,冷藏 65 d 的处理最高,为 82.6%;冷藏 20~35 d 的 4 个处理,萌芽率不足 40%,最低仅为 10.9%。在萌芽速率上,各处理均表现为前期迅速、后期缓慢的趋势,在升温第 12 天也即 9 月 20 日时各处理的萌芽率已接近最高值,此后增加极为缓慢,特别是 9 月 26 日之后,萌芽率基本不再增加。

2.4 盆栽灵武长枣需冷量

为了获得盆栽灵武长枣的需冷量指标,利用各处理的最终萌芽率资料,建立了萌芽率(y)和冷藏日数(x)之间的数学关系模型。如图 4 所示,盆栽

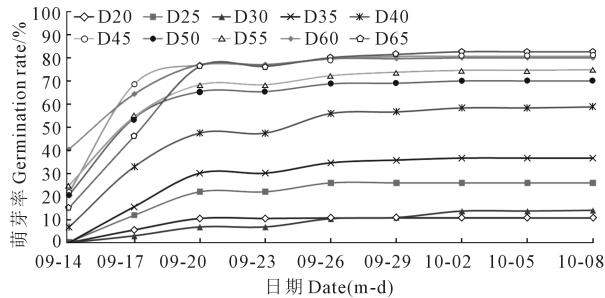


图 3 10 个低温处理盆栽灵武长枣萌芽率动态变化
Fig.3 Dynamic change of germination rate of potted Lingwu Long Jujube under 10 low temperature treatments

灵武长枣的最终萌芽率随着冷藏时间的增加而提高,经过比较分析,以 R^2 的大小为判别标准建立的最优拟合方程为对数方程,其公式为:

$$y = 69.3\ln(x) - 201.95 \tag{1}$$

其中, y 为萌芽率, x 为冷藏时间, $R^2 = 0.878, F = 57.415, \text{sig} \leq 0.001$ 。

一般认为,对于落叶果树,如果萌芽率能够达到 70%~80%,则表明其生理休眠正常解除,也即前期的低温累积量能够满足其打破休眠所需,此时的低温累积量即为需冷量。根据公式(1),当萌芽率(y)设为 70%和 80%时,则求得的冷藏日数(x)分别为 50.6 d 和 58.5 d,由于冷藏期逐小时温度均在 0~7.2℃之间,因此采用 $\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型和 0~7.2℃模型计算获得的盆栽灵武长枣需冷量均为 1 214~1 403 h,若取平均值则需冷量为 1 309 h。

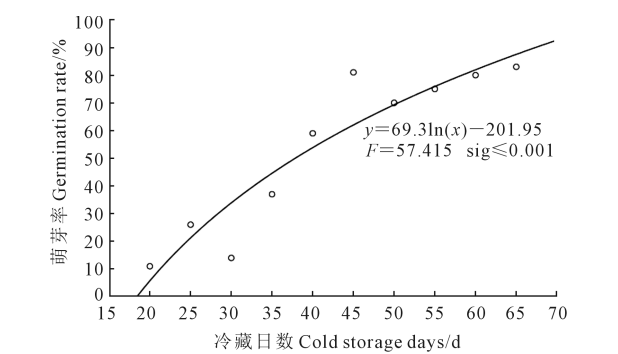


图 4 盆栽灵武长枣萌芽率和冷藏日数的关系
Fig.4 Relationship between germination rate and cold storage days of potted Lingwu Long Jujube

3 讨 论

需冷量是温带果树在长期适应环境过程中形成的休眠期对低温量的需求,只有满足了需冷量,才能保证其自然休眠顺利解除,进而在适宜的条件下正常萌芽展叶。如果需冷量不足,则落叶果树无法完成正常自然休眠全过程,会引起生长发育障碍,即使条件适宜,也不能适期萌发,或萌发不整齐,影响正常生长,对于需冷量的估算,目前多采用 $\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型、0~7.2℃模型和犹它模型等^[3-5]。落叶果树的设施促早栽培中,需冷量是多少、采取什么方法来满足其需冷量是非常重要的一个技术环节,是促早栽培成败的关键,这在葡萄、桃、杏、石榴等果树的设施栽培中已有较多研究^[7-13]。本研究采用冷库冷藏、温室升温催芽的方式,根据 $\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型和 0~7.2℃模型估算的盆栽灵武长枣需冷量在 1 309 h,该结果与其他机构对灵武长枣的研究结果有较大差异。李程琛等^[6]采用休眠后分批采集枝条在人工气候箱升温催芽的方法,获得的灵武长枣需冷量为 446 h($\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型)和 410 h(0~7.2℃模型),这一数值远低于本研究获得的需冷量值。国内学者对其他枣品种的需冷量也进行过研究,高梅秀等^[14]在天津采取类似的方法,获得的 6 个枣品种的需冷量在 764~1 010 h($\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型)和 372~602

h(0~7.2℃模型);贺润平等^[15]在山西获得的 24 个枣品种的需冷量在 775~1 737 h($\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型)和 395~580 h(0~7.2℃模型),其中有 6 个品种的需冷量($\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型)高于本研究结果,其他均低于本研究结果。枣树的需冷量会因品种的不同而有所不同;同一品种在不同地区、不同栽培措施下会有所差异;采用不同的试验方法也有可能获得不同的需冷量结果,例如采用离体枝条试验和盆栽整株试验所得的需冷量数值明显不同;同时对萌芽率的预期也会给需冷量估算带来影响。因此,在开展落叶果树的设施促早栽培中,要根据特定的品种、区域、栽培方式以及对萌芽率甚至产量的预期等来确定其需冷量,并采取相对标准规范的管理措施来满足其对低温的需求。本研究所采用的利用保鲜冷库来满足盆栽灵武长枣的需冷量、然后在日光温室内升温催芽的方法,从理论上讲可实现灵武长枣全年不间断生产,进而达到填补上市空白期、提高栽培经济效益的目的。根据本研究结果,大泉林场设施园艺基地于 2020—2021 年度开展了 1 个温棚的试产,并达到预期效果:2020 年 7 月上旬将盆栽灵武长枣摘叶后放到保鲜冷库中,9 月上、中旬分批次移至日光温室内升温催芽,2021 年 2 月上旬盆栽灵武长枣陆续成熟。

4 结 论

研究表明,保鲜冷库可以提供较为稳定的低温环境,在保鲜冷库内对盆栽灵武长枣进行冷藏,可以使其提前进入休眠并逐步完成休眠过程。在一定范围内,随着冷藏时间的延长,盆栽灵武长枣的最终萌芽率也随之增加。根据 $\leq 7.2^\circ\text{C}$ 模型和 0~7.2℃模型估算,盆栽灵武长枣在保鲜冷库较为稳定的低温环境条件下打破休眠的需冷量为 1 309 h。在开展灵武长枣的设施促早栽培中,要根据特定的栽培方式、温度环境条件以及对萌芽率的预期等来确定其需冷量,并采取相对规范的管理措施来满足其对低温的需求。

参 考 文 献:

[1] 曹兵,侯晶东.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.
CAO B, HOU J D. Innovation of cultivating techniques and industry development of *Zizyphus jujube* Mill.cv.Lingwu Changzao[J]. Journal of Agricultural Sciences, 2011, 32(1): 46-49.
[2] 梁勇,闵庆文.宁夏重要农业文化遗产的保护与利用研究[J].自然与文化遗产研究,2019,4(11):96-100.
LIANG Y, MIN Q W. Study on the conservation and utilization of the important agricultural heritage systems in Ningxia[J]. Study on Natural and Cultural Heritage, 2019, 4(11): 96-100.

- (上接第 26 页)

- [27] 王思宇, 荣晓椒, 樊高琼, 等. 播期对四川小麦分蘖发生、消亡及成穗特性的影响[J]. 麦类作物学报, 2017, 37(5): 656-665.
WANG S Y, RONG X J, FAN G Q, et al. Effect of sowing dates on tiller occurring, withering away and earbearing[J]. Journal of Triticeae Crops, 2017, 37(5): 656-665.
- [28] 郭天财, 盛坤, 冯伟, 等. 种植密度对两种穗型小麦品种分蘖期茎蘖生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2009, 29(2): 350-355.
GUO T C, SHENG K, FENG W, et al. Effects of plant density on physiological characteristics of different stems during tillering stage in two spike-types winter wheat cultivars[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2009, 29(2): 350-355.
- [29] 赵红梅, 高志强, 任爱霞, 等. 基于旱地小麦“三提前”蓄水保墒技术播种方式的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2012, 32(5): 395-402.
ZHAO H M, GAO Z Q, REN A X, et al. Study on sowing methods for dryland wheat based on the “three advance” soil moisture preservation technology[J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition), 2012, 32(5): 395-402.
- [30] 谭培珍, 崔贤, 董宏, 等. 沟播小麦抗逆性与生长优势[J]. 耕作与栽培, 2004, (2): 42-55.
TAN P Z, CUI X, DONG H, et al. Adversity resistance and growth advantage of furrow sowing wheat[J]. Tillage and Cultivation, 2004, (2): 42-55.
- [31] 薛远赛, 刘义国, 张玉梅, 等. 沟播对耐盐小麦品种青麦 6 号干物质积累及籽粒灌浆的影响[J]. 麦类作物学报, 2016, 36(12): 1651-1656.
XUE Y S, LIU Y G, ZHANG Y M, et al. Effects of furrow sowing on dry matter accumulation and grain filling in salt tolerant cultivar Qingmai 6[J]. Journal of Triticeae Crops, 2016, 36(12): 1651-1656.
- [32] 毛安然, 赵护兵, 杨慧敏, 等. 不同覆盖时期和覆盖方式对旱地冬小麦经济和环境效应的影响[J]. 中国农业科学, 2021, 54(3): 608-618.
MAO A R, ZHAO H B, YANG H M, et al. Effects of different mulching periods and mulching practices on economic return and environment[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2021, 54(3): 608-618.
- [33] QI Y L, OSSOWICKI A, YANG X M, et al. Effects of plastic mulch film residues on wheat rhizosphere and soil properties[J]. Journal of Hazardous Materials, 2020, 387: 121711.
- [34] MBUTHIA L W, ACOSTA-MARTÍNEZ V, DEBRUYN J, et al. Long term tillage, cover crop, and fertilization effects on microbial community structure, activity: implications for soil quality[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2015, 89: 24-34.