

徐慧敏, 郭磊, 马瑞娟, 等. 低温冷藏对桃砧木 Nemaguard 种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 江苏农业学报, 2022, 38(1): 200-206.  
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2022.01.024

## 低温冷藏对桃砧木 Nemaguard 种子萌发及幼苗生长的影响

徐慧敏<sup>1,2</sup>, 郭磊<sup>2</sup>, 马瑞娟<sup>2</sup>, 沈志军<sup>2</sup>, 许建兰<sup>2</sup>, 杨军<sup>3</sup>, 俞明亮<sup>2</sup>

(1. 南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095; 2. 江苏省农业科学院果树研究所/江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室, 江苏 南京 210014; 3. 江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 江苏 南京 210014)

**摘要:** 以桃砧木品种 Nemaguard 为试验材料, 采收七成熟至十成熟 4 个成熟度的果实后取种, 研究 4 ℃ 冷藏处理对不同成熟度桃砧木种子在常温 (25 ℃) 下萌发及对幼苗生长的影响。结果表明, 随冷藏时间延长, 不同成熟度果实种子的发芽率、发芽势、发芽指数均提高, 种子的萌发速度和整齐度显著提高, 当冷藏时间为 60 d 时, 不同成熟度果实种子的发芽率达最大值, 为 73.33% 至 100.00%; 在相同冷藏时间下, 九成熟果实种子的各发芽指标总体高于其他成熟度, 低温冷藏 30 d 发芽率即可达 100.00%; 低温冷藏对播种后幼苗的营养生长有较大影响, 不同成熟度果实种子萌发后的幼苗总体表现为株高与茎粗随冷藏时间延长而缓慢增加, 在低温 60 d 时达到最大值, 其中九成熟果实种子萌发后的幼苗株高总体高于七成熟与十成熟; 种子低温冷藏时间同时影响幼苗叶片发育, 当种子冷藏时间少于 30 d 时, 不同成熟度果实种子播种后幼苗莲座叶现象明显, 冷藏时间达 50 d 后, 幼苗莲座叶现象消失。

**关键词:** 桃砧木; 种子; 低温冷藏; 成熟度; 发芽率

中图分类号: S723.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-4440(2022)01-0200-07

## Effects of cold storage on seed germination and seedling growth of peach rootstock cultivar Nemaguard

XU Hui-min<sup>1,2</sup>, GUO Lei<sup>2</sup>, MA Rui-juan<sup>2</sup>, SHEN Zhi-jun<sup>2</sup>, XU Jian-lan<sup>2</sup>, YANG Jun<sup>3</sup>, YU Ming-liang<sup>2</sup>

(1. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Institute of Pomology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory for Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing 210014, China; 3. Institute of Agricultural Resources and Environment, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

**Abstract:** The seeds of peach rootstock cultivar Nemaguard with four different fruit maturities (70% maturity to 100% maturity) were used to study the effects of cold storage treatment at 4 ℃ on the germination and seedling growth of seeds with different maturities at room temperature (25 ℃). The results showed that, the germination rate, germination potential and germination index of seeds of different fruit maturities were all increased with the extension of cold storage time, and the germination speed and uniformity of seeds were also increased significantly. The germination rates of all seeds of different fruit maturities reached the maximum value and ranged from 73.33% to 100.00% when the cold storage time was

60 d. The germination indicators of the seeds of 90% fruit maturity were generally higher than the seeds of other fruit maturities under the same cold storage time, and the germination rate could reach 100.00% after 30 d of low temperature treatment. Cold storage showed great impact on the vegetative growth of seedlings after sowing, and the plant height and stem diameter of seedlings germinated from seeds of different fruit maturities generally increased

收稿日期: 2021-05-13

基金项目: 江苏现代农业产业技术体系建设专项 [JATS (2019) 401、JATS (2020) 379]

作者简介: 徐慧敏 (1997-), 女, 安徽合肥人, 硕士研究生, 主要研究方向为桃砧木种子的休眠与萌发。 (E-mail) 1599457906@qq.com。郭磊为共同第一作者。

通讯作者: 俞明亮, (Tel) 13601588855; (E-mail) mly1008@aliyun.com

slowly with the extension of cold storage time, which reached the maximum after low temperature treatment for 60 d. The plant height of seedlings germinated from seeds of 90% fruit maturity was generally higher than those of 70% and 100% fruit maturities. Development of seedling leaves was affected by cold storage time of seeds. Rosette leaf phenomenon of seedlings was obvious when the cold storage time of seeds was less than 30 d. When the cold storage time of seeds reached 50 d, the rosette leaf phenomenon of all seedlings disappeared.

**Key words:** peach rootstock; seed; cold storage; maturity; germination rate

桃是蔷薇科李属植物,花可观赏,果实可食,具有较高的营养价值和经济效益。桃在生产中一般采用实生砧木嫁接繁殖,砧木苗的质量对嫁接成活率及嫁接苗的质量有重要影响。受种壳阻碍、种皮中抑制物质的抑制作用以及种胚需完成生理后熟等因素影响,桃种子存在休眠现象<sup>[1-2]</sup>。生产中一般将种子作层积处理,通过层积处理提高相关酶活性和水解作用,促进种子内部抑制休眠的物质分解,从而破除休眠<sup>[3-4]</sup>。目前中国专业从事桃砧木种子生产的企业和单位很少,育苗过程中砧木种子的采收和利用相对粗放。由于砧木种子采收时期不合适或层积时间、层积温度控制不合理等原因造成的砧木种子不发芽、发芽率低或隔年发芽的现象时有发生,严重影响了正常育苗工作。优质砧木是培育优质苗木的基础,因此,提高砧木种子发芽率和整齐度、培育营养生长良好的砧木幼苗进行后期的苗木(嫁接)繁育是桃产业中急需解决的现实问题<sup>[5]</sup>。已有的关于桃种子破除休眠的报道多数集中在对桃种子采收时期或低温冷藏时间的单个因素的研究<sup>[6-10]</sup>,关于采收成熟度和冷藏时间2个因素对桃砧木种子的综合影响鲜有报道。因此,本研究针对生产中桃砧木种子发芽率低、萌发不整齐、幼苗生长一致性差等问题,通过对不同成熟度桃果实的种子进行低温处理,测定种子发芽指标和幼苗生长指标,综合分析影响桃种子休眠与萌发、幼苗展叶与生长的因素,以期为桃生产育苗提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于2020年在江苏省农业科学院果树研究所桃试验园进行。试验品种为桃优良砧木品种 Nemaguard,于2020年8月5日采摘不同成熟度、未受病虫害危害的果实,成熟度分别选取七成熟(底色绿色或绿色开始减退)、八成熟(果顶绿色明显减退,果实稍硬)、九成熟(果面呈黄绿色或淡黄色,果

实软化明显)、十成熟(正常成熟后因非病虫害原因落地)。果实采收后去除果肉留种备用。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 种子低温冷藏处理** 使用专用剪刀将 Nemaguard 种壳(桃内果皮)破开,在超净工作台上将取出的新鲜种子用75%乙醇消毒2 min,用无菌水清洗6遍备用。无菌培养皿底部放置湿润无菌滤纸保湿,将大小、颜色一致的30粒种子放置于培养皿中,用保鲜膜将培养皿封口,置于4℃冷库中。定期观察培养皿内滤纸的湿润程度,缺水时补充无菌水。

**1.2.2 种子催芽处理** 从冷藏第10 d开始,每隔10 d从各处理中随机取出9个培养皿(3次重复共270粒种子),转入组培室[(25±2)℃]内遮光催芽,共取样6次。对应冷藏时间分别为10 d、20 d、30 d、40 d、50 d、60 d,以未冷藏种子为对照。自种子萌发开始每天拍照记录发芽情况,种子催芽14 d后统计最终发芽率。

**1.2.3 幼苗生长监测** 将培养皿中生根、发育基本一致的种子播种于穴盘中育苗,播种深度2~3 cm,穴盘基质为纯泥炭土。播种后的穴盘置于玻璃温室正常培养,设置温度(25±2)℃。播种30 d后调查幼苗形态指标,冷藏10 d和20 d的处理,每个成熟度调查幼苗9株(发芽率低导致幼苗数量偏少);冷藏30 d、40 d、50 d、60 d的处理,每个成熟度调查幼苗30株,设3次重复,使用卷尺与游标卡尺测量幼苗株高及茎粗,拍照记录,统计畸形叶比例。

### 1.3 指标测定方法

从种子发芽第1 d开始,记录每天的发芽数与对应时间,计算发芽率、发芽势和发芽指数。发芽率=第14 d发芽的种子数/供试种子数×100%,发芽势=第7 d发芽种子数/供试种子数×100%,发芽指数( $G_i$ )= $\sum G_i/D_i$ ,式中: $D_i$ 为发芽试验第*t* d; $G_i$ 为第*t* d的发芽数。播种30 d后统计各成熟度处理组的幼苗平均高度与茎粗。拍摄和观察幼苗叶片,评估生长状况。

### 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 和 SPSS 22.0 软件对数据进行分析 and 处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温冷藏对桃砧木种子萌发的影响

在本试验中, Nemaguard 种子若不经低温冷藏处理, 不同成熟度果实种子的发芽率均为 0。低温冷藏处理可有效打破种子休眠, 发芽率总体随冷藏时间延长呈上升趋势, 但不同成熟度果实种子发芽情况出现差异(图 1)。由图 2 可知, 当低温冷藏 20 d 时, 九成熟果实种子的发芽率、发芽势与发芽指数分别为 73.33%、

70.00% 和 6.83, 显著高于其他处理。至冷藏第 30 d, 九成熟果实种子全部发芽; 随冷藏时间延长, 不同成熟度果实种子间的发芽率差距逐渐缩小。当冷藏时间达 50 d 时, 除七成熟果实种子外, 其他成熟度果实种子的发芽率达 96.67% 至 100.00%, 发芽势达 93.67% 至 96.67%, 差异均不显著。七成熟果实种子总体发芽情况最差, 冷藏 30 d 后发芽率仅为 20.00%, 当冷藏时间延长至 60 d 时, 发芽率也仅为 73.33%, 与其他成熟度果实种子相比差异显著。值得注意的是, 当果实成熟度达十成熟时, Nemaguard 种子发芽指数反而下降(图 2)。

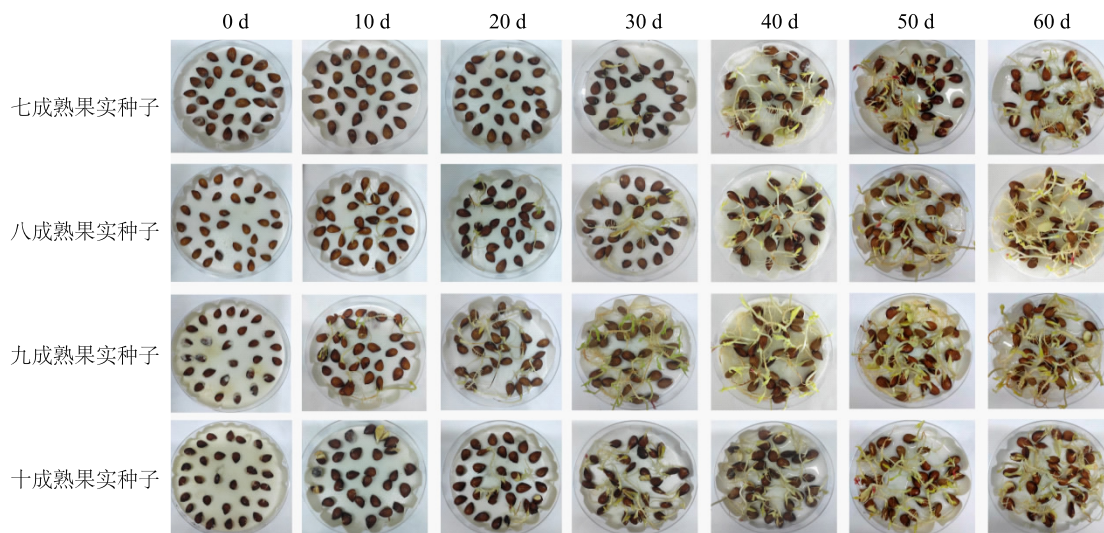


图 1 低温冷藏处理后不同采收成熟度桃砧木种子发芽情况

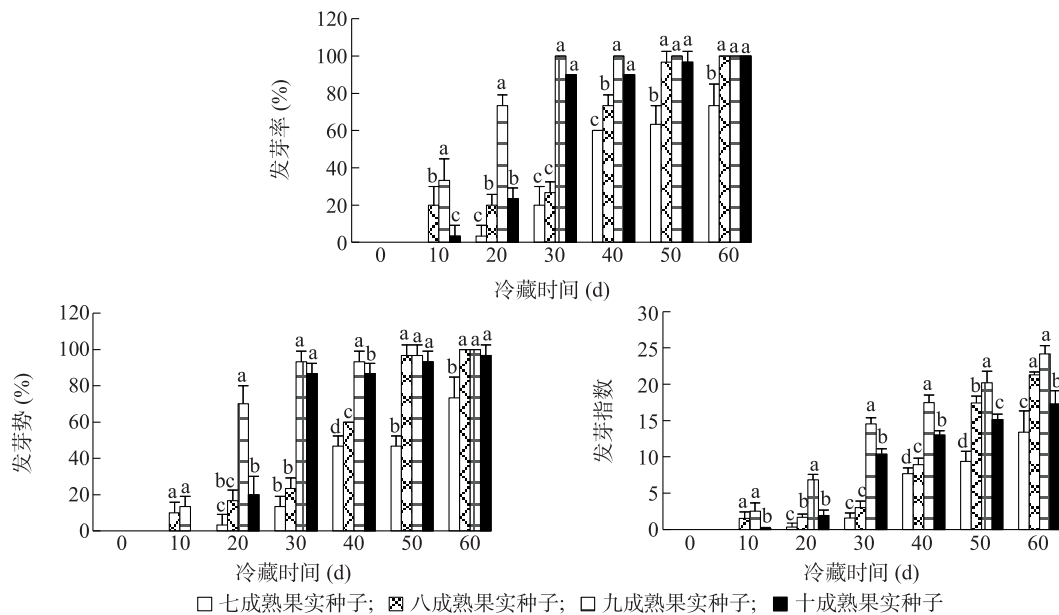
Fig.1 Germination situation of peach rootstock seeds with different harvest maturity after cold storage

### 2.2 冷藏时间对桃砧木种子萌发进程的影响

低温冷藏时间不同导致桃砧木种子萌发进程出现差异(图 3)。总体来看, 种子冷藏时间越长, 种子转入室温后开始萌发所需的时间越短, 种子萌发整齐度也越高。当冷藏时间少于 20 d 时, 只有九成熟果实种子在转入室温的第 5 d 开始萌发; 随着种子冷藏时间延长, 种子萌发开始时间与结束时间都相应提前, 发芽速度显著加快。当冷藏时间达 40 d 时, 所有种子置于常温第 2 d 即可萌发, 持续至第 10 d 结束; 而冷藏处理 60 d 后所有种子在冷藏第 1 d 即开始萌发, 第 8 d 萌发结束。不同成熟度果实种子在相同冷藏时长下, 萌发的整齐度差异较大, 其中九成熟果实种子萌发时间最集中, 而七成熟果实种子萌发整齐度稍差。

### 2.3 低温冷藏对播种后桃砧木幼苗营养生长的影响

不同成熟度果实种子播种后长出的幼苗, 营养生长情况也不尽相同。株高总体随种子低温处理时间延长呈上升趋势(图 4)。当种子低温冷藏时间为 10 d 和 20 d 时, 种子播种后长出的幼苗株高差异较大, 其中, 九成熟果实种子播种后幼苗株高总体高于七成熟和十成熟果实种子; 随低温冷藏时间延长, 不同成熟度果实种子长出的幼苗株高差异逐渐缩小, 当种子低温冷藏 60 d 后, 各处理幼苗株高均达到最高值, 且各成熟度果实种子的幼苗间株高差异不显著。幼苗茎粗随种子冷藏时间延长呈缓慢增长趋势, 当种子冷藏时间超过 30 d 后, 所有处理的幼苗茎粗均达到了 0.18 cm。



不同小写字母表示不同成熟度果实种子间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

图2 低温冷藏对不同采收成熟度桃砧木果实种子发芽、发芽势和发芽指数的影响

Fig.2 Effects of cold storage on seed germination rate, germination potential and germination index of peach rootstocks with different harvest maturities

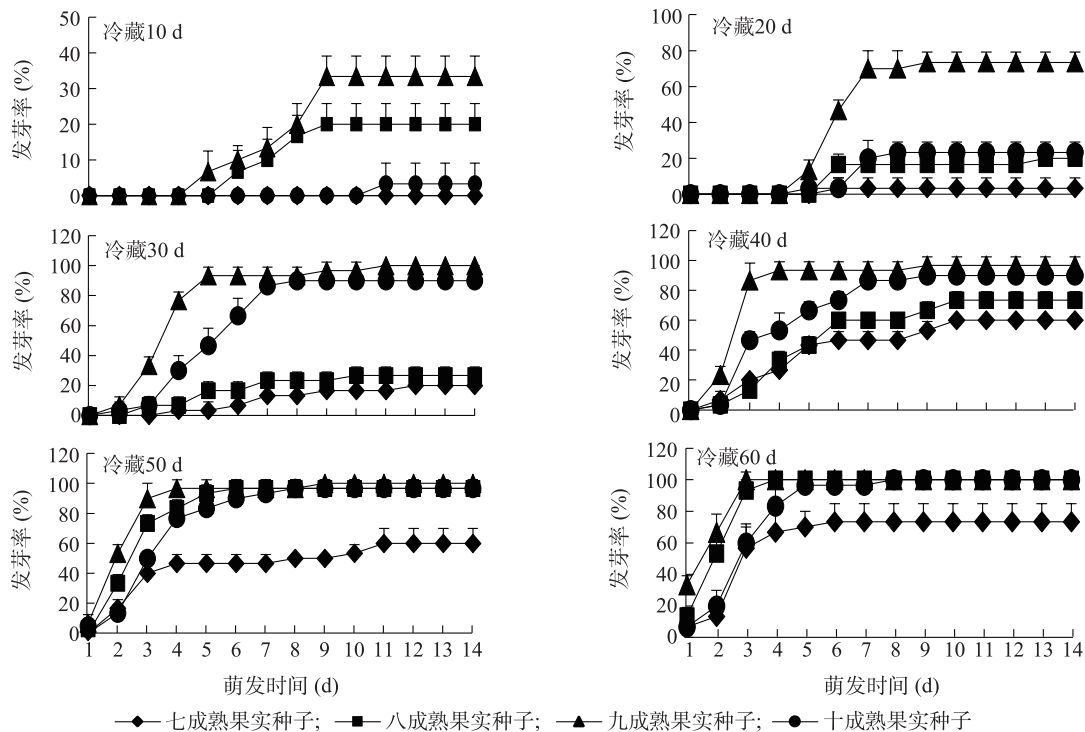


图3 低温冷藏处理后不同成熟度桃砧木果实种子萌发进程

Fig.3 Seed germination process of peach rootstocks with different harvest maturities after cold storage

#### 2.4 低温冷藏对桃砧木种子播种后幼苗畸形叶发生的影响

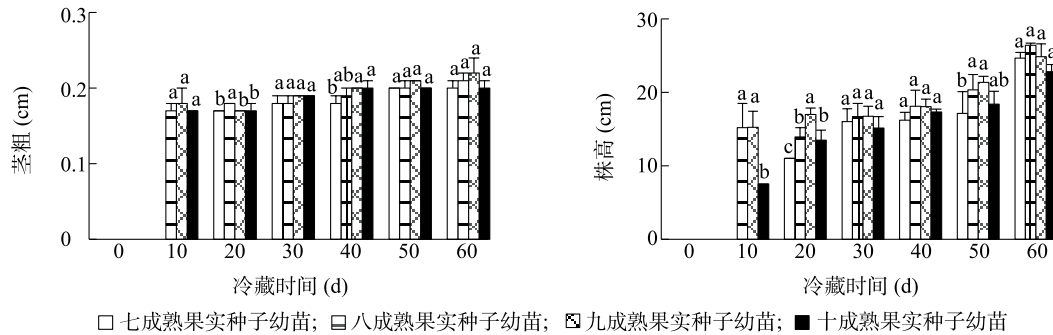
在对 Nemaguard 种苗进行为期 30 d 的生长监

测后发现,种子播种后的 14 d 内,所有处理幼苗植株生长正常,叶片较舒展。播种 14 d 后,不同冷藏时间桃砧木种子发育成的幼苗叶片生长出现差异。



当种子冷藏时间少于 30 d 时,播种 14 d 后幼苗出现莲座叶,总体表现为植株顶部叶片卷曲,不能正常展叶生长,至播种后 30 d,所有处理种子发育成的幼苗叶片畸形现象明显,超过 50% 植株出现莲座叶。随种子低温冷藏时间的延长,不同处理幼苗畸形叶比

例均开始降低,至种子冷藏时间达 40 d 时,只有七成成熟果实种子长成的幼苗出现少量莲座叶。当种子冷藏时间超过 50 d 时,所有处理幼苗叶片生长均正常,无莲座叶,说明冷藏时间长有利于播种后幼苗叶片的正常生长(图 5)。



不同小写字母表示不同成熟度果实种子间差异显著 ( $P < 0.05$ )。

图 4 低温冷藏对桃砧木幼苗株高及茎粗的影响

Fig.4 Effects of cold storage on seedling height and stem diameter of peach rootstocks

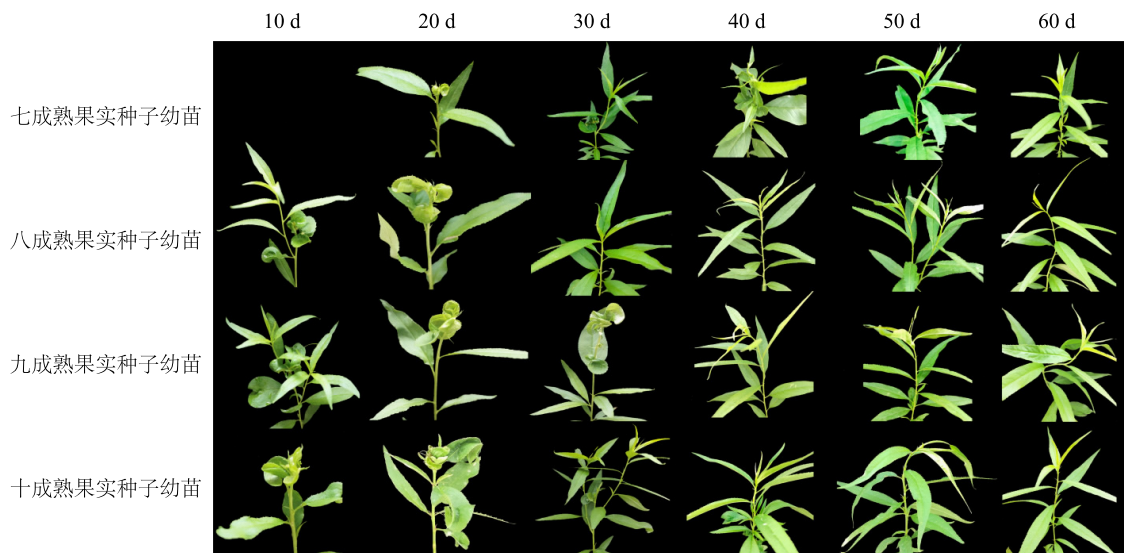


图 5 低温冷藏对播种后桃砧木幼苗畸形叶发生的影响

Fig.5 Effect of cold storage on the forming of abnormal leaves of seedlings of peach rootstocks after sowing

### 3 讨论

种子休眠大致分为两类,即由外源因素引起的种皮休眠和由内源因素引起的胚休眠<sup>[11]</sup>,不同类型种子存在不同的休眠机理,解除休眠的措施也各不相同<sup>[12-15]</sup>。桃种子属于综合性休眠,种胚成熟状态、种皮中抑制物质的抑制作用以及种壳机械阻碍等都影响桃种子的萌发。由于种胚的成熟形态与种

子活力密切相关,因此果实成熟度不仅影响种子发芽力和整齐度,还进一步影响幼苗的健壮度和生长状况,总体成熟度高的种子发芽相对整齐迅速<sup>[16]</sup>。张怀龙等<sup>[17]</sup>的研究结果表明,不同采收期对核桃种子的发芽率影响极大,9 月份采收的种子发芽率明显高于 8 月份采收的种子。许建兰等<sup>[7]</sup>以 10 个中熟桃品种为材料,结果发现相同品种随果实成熟度提高,种子发芽势和发芽率均不同程度增加。本试

验发现,当 Nemaguard 果实成熟度达到九至十成熟时,种子经低温处理 30 d,发芽率即可达 90% 以上,而七成熟果实种子低温处理 60 d 的发芽率也仅为 73.33%,这再次验证了果实成熟度对种子发芽率的重要影响。但孙群等<sup>[18]</sup>认为,随着种子成熟度提高,种子发芽率及种子活力提高,当达到生理完全成熟后,种子活力开始出现下降。值得注意的是,本试验中,当 Nemaguard 果实成熟度达十成熟时取种冷藏,种子发芽指数低于九成熟种子,且十成熟果实取种冷藏过程中的霉变率高于其他成熟度,说明利用 Nemaguard 种子作为砧木时,果实采收时期也并非越晚越好,当果实九成熟时采收获取的种子冷藏后播种的效果最好。目前桃生产中使用的砧木种子有相当一部分是通过收集砧木品种落果后去除果肉获取的,甚至个别种子是通过将果实埋土堆沤去除果肉后获取的<sup>[19]</sup>,这可能是生产中桃砧木种子发芽率低、发芽不整齐的原因之一。因此建议育苗中尽量选用新鲜采摘的、成熟度高的砧木种子。

桃种皮内存在的化学抑制物质是造成种皮障碍的主要原因之一<sup>[2]</sup>。陶俊等<sup>[20]</sup>研究发现,桃种皮中存在含量显著高于种胚的脱落酸可能是桃种子休眠的重要因素。低温层积对存在萌发抑制物质和生理后熟因素引起生理休眠的种子破除休眠效果显著<sup>[21]</sup>,大量植物种子通过低温破眠的研究结果都支持该观点<sup>[22-26]</sup>。已有的通过低温层积处理打破桃种子休眠的报道中,关于层积时间长短的结果不同。王贵元等<sup>[27]</sup>研究发现,在 0~120 d 的层积时间内,桃种子萌发率随层积时间的延长而提高。杜纪红等<sup>[28]</sup>研究发现,将桃种子与不同基质混合放入冰箱冷藏,78 d 后大部分种子均可萌发。郭磊等<sup>[29]</sup>发现新鲜毛桃种子破壳后在 4 ℃ 条件下冷藏 49 d 即可满足播种要求。本试验中,若不经低温冷藏处理, Nemaguard 所有成熟度果实种子均不萌发。而只要果实采收成熟度超过七成,当种子冷藏时间达 50 d,发芽率即可超 96%。且随种子冷藏时间的延长幼苗莲座叶现象逐渐消失,高度与茎粗都有所增长,与许建兰等<sup>[30]</sup>以栽培桃品种的种子为材料的研究结果一致。

综上, Nemaguard 果实的采收成熟度影响种子的发芽率和发芽势,九成熟果实取种低温处理后播种,各萌发指标总体高于七成熟、八成熟和十成熟果实。冷藏时间对所有成熟度桃果实种子在常温下萌

发和幼苗的生长有重要影响,当冷藏时间达 50 d 时,八成熟以上的桃果实种子的发芽率均超过 96%,且所有处理砧木幼苗在生长过程中无莲座叶现象。利用 Nemaguard 作为砧木繁育桃树苗时,应选择新鲜采摘的、成熟度八成以上的果实种子,且有效层积时间应超过 50 d。

## 参考文献:

- [1] LIPE W N, CRANE J C. Dormancy regulation in peach seeds[J]. Science, 1966, 153(3735): 541-542.
- [2] MEHANNA H T, MARTIN G C. Effect of seed coat on peach seed germination[J]. Scientia Horticulturae, 1985, 25(3): 247-254.
- [3] EVANS P M, SMITH F A. Patterns of seed softening in subterranean clover in a cool, temperate environment [J]. Agronomy Journal, 1999, 91(1): 122-127.
- [4] UZUN F, AYDIN I. Improving germination rate of *Medicago* and *Trifolium* species[J]. Asian Journal of Plant Sciences, 2004, 3(6), 714-717.
- [5] MARTÍNEZ-GÓMEZ P, DICENTA F. Mechanisms of dormancy in seeds of peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cv. GF305[J]. Scientia Horticulturae, 2001, 91(1/2): 51-58.
- [6] LEIDA C, CONEJERO A, ARBONA V, et al. Chilling-dependent release of seed and bud dormancy in peach associates to common changes in gene expression[J]. PLoS One, 2012, 7(5): e35777.
- [7] 许建兰,马瑞娟,俞明亮,等. 中熟桃不同果实生育期对种子发芽生长的影响[J].南方农业学报,2012,43(11):1723-1727.
- [8] 张桂兵,王合理,罗琳. 低温层积法和开水烫种法培育桃和杏实生苗的效果比较试验[J].落叶果树,2008(3):22.
- [9] 许建兰,马瑞娟,俞明亮,等. 赤霉素和低温处理对桃种胚发芽生长的影响[J].江苏农业科学,2020,48(23):121-124.
- [10] 张雪冰,王鸿,张帆,等. 外源激素及低温处理对桃种子休眠解除的影响[J].甘肃农业科技,2020(12):59-61.
- [11] GENEVE R L. Seed dormancy in commercial vegetable and flower species[J]. Seed Technology, 1998, 20(2): 236-250.
- [12] 邢勇,武月琴. 种子休眠与致休眠因子[J].生物学教学, 2003,28(5):7-8.
- [13] 姜楠南,张启翔,王媛,等. 赤霉素对‘大富贵’芍药休眠解除及内源激素和糖类代谢的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(3):26-32.
- [14] 王佳琪,黄俊华,王蕾,等. 托里贝母种子的萌发特性及解除休眠技术研究[J].江苏农业科学,2020,48(20):154-160.
- [15] 王晓蕾,崔晓坤,张鹏,等. 裸层积处理方式和时间对红松种子萌发状态的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版), 2020,44(4):37-46.
- [16] 张桂莲,杨定照,张顺堂,等. 不同成熟度对水稻种子萌发及其生理特性的影响[J].植物生理学报,2012,48(3):272-276.
- [17] 张怀龙,赵俊芳,张杜娟,等. 不同采收期对核桃种子生命能力的影响研究[J].北方园艺,2010,34(9):56-57.

- [18] 孙 群,王建华,孙宝启. 种子活力的生理和遗传机理研究进展[J].中国农业科学,2007,40(1):48-53.
- [19] 陈建军,张 帆,张雪冰,等. 北方地区桃苗木标准化繁育技术[J].中国果树,2008(5):91-94.
- [20] 陶 俊,陈云志.桃种子的休眠与萌发研究——种皮的调控作用[J].果树科学,1996,13(4):233-236.
- [21] 刘 冰,于 敏,于 欢,等. 打破紫斑牡丹种子休眠因素的研究[J].延边大学农学学报,2018,40(4):38-42.
- [22] 徐 凯,孙启祥,肖圣元. 板栗种子休眠与萌发的研究[J].中国农学通报,1998,14(1):24-25,28.
- [23] 张 鹏,沈海龙. 不同发育时期水曲柳种子的形态生理变化及其层积处理后的萌发效应[J].植物生理学通讯,2010,46(2):125-130.
- [24] 窦全丽,张仁波. 短梗南蛇藤种子的萌发特性[J].植物生理学报,2013,49(1):75-80.
- [25] 王爱斌,许建锋,闫 帅,等. 不同处理方法对解除杜梨种子休眠的影响[J].果树学报,2016,33(S1):209-212.
- [26] 刘金海,王 琰,徐 翠,等. 低温与变温对纳罗克非洲狗尾草种子发芽特性的影响[J].种子,2021,40(1):23-27.
- [27] 王贵元,孙 茜. 不同层积时间和赤霉素处理对桃种子萌发的影响[J].种子,2009,28(1):90-92.
- [28] 杜纪红,叶正文,苏明申,等. 不同层积方法对核果类种子萌发率的影响[J].中国南方果树,2014,43(3):107-109.
- [29] 郭 磊,马瑞娟,俞明亮,等. 冬季营养钵桃苗繁育技术[J].经济林研究,2021,39(1):242-248.
- [30] 许建兰,俞明亮,马瑞娟,等. 不同处理方法对桃种子发芽率的影响[J].江西农业学报,2011,23(7):37-38,41.

(责任编辑:陈海霞)