

# 木纳格葡萄种子发育过程中生理生化指标变化特性

钟海霞<sup>1</sup>, 孟阿静<sup>2</sup>, 周晓明<sup>1</sup>, 纪佳慧<sup>1</sup>, 乔江霞<sup>1</sup>,  
潘明启<sup>1</sup>, 张付春<sup>1</sup>, 伍新宇<sup>1</sup>

(1. 新疆农业科学院园艺作物研究所/省部共建干旱荒漠区作物抗逆遗传改良与种质创新国家重点实验室, 乌鲁木齐 830091;  
2. 新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所, 乌鲁木齐 830091)

**摘要:**【目的】分析与白木纳格葡萄败育相关的生理生化指标。【方法】以红木纳格葡萄种子、白木纳格葡萄正常发育种子和败育种子作为研究对象, 研究2种葡萄的果实及种子生长发育过程中的大小外观指标、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量、MDA含量、POD活性、SOD活性及CAT活性6种生理指标, 研究白木纳格葡萄种子败育的时期及相关影响因子。【结果】白木纳格葡萄的种子败育表现在43d前已经出现, 可溶性蛋白含量与种子败育呈显著负相关, 可溶性糖含量、MDA含量、POD活性、SOD活性及CAT活性与种子败育相关性未达到显著水平。【结论】白木纳格葡萄种子的败育时期在盛花后37~43d, 可溶性蛋白含量是影响木纳格葡萄种子发育的主要理化指标。

**关键词:**木纳格葡萄; 种子; 生理生化指标; 特性

**中图分类号:**S663.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-4330(2023)03-0601-08

## 0 前言

【研究意义】木纳格葡萄, 属于葡萄科(Vitaceae Juss.)葡萄属(*Vitis* L.), 为木质藤本、有卷须, 品质佳, 是最具新疆特色的鲜食、晚熟、耐贮运地方品种, 在新疆喀什地区、和田地区和克孜勒苏柯尔克孜自治州阿图什市栽培较多<sup>[1-3]</sup>。有研究结果<sup>[4]</sup>显示, 在种胚分化发育过程中, 胚珠内淀粉、可溶性糖、可溶性蛋白质含量的变化扮演着重要的角色。糖类物质在种子发育过程中除了作为碳源和能源外, 还起着调节渗透压的作用。【前人研究进展】由于代谢功能受到干扰, 淀粉、糖、蛋白质等物质不能正常合成以供应胚发育的需要, 使胚营养失调、继而胚逐渐解体<sup>[5]</sup>。在胚发育过程中, 胚败育阶段蛋白质含量明显低于正常发育的胚。种子败育进程中胚珠内活性氧代谢及细胞凋亡与胚的败育联系紧密<sup>[6]</sup>。胚珠内超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD),

过氧化物酶(peroxidase, POD), 过氧化氢酶(catalase, CAT)活性高低、丙二醛(MDA)含量的变化是种子内活性氧代谢及细胞凋亡的关键因子。败育或雄性不育试材的SOD、POD、CAT活性比发育正常试材较低, MDA含量比发育正常含量较高<sup>[7]</sup>; 金星无核葡萄胚珠败育后期的SOD、POD、CAT活性高于巨峰<sup>[8]</sup>。【本研究切入点】目前木纳格葡萄胚的败育与SOD、POD、CAT活性及MDA含量之间的联系还不十分明确, 影响因素尚不确定, 仍需进一步深入研究。【拟解决的关键问题】以红木纳格葡萄(果实为红色)果实及种子、白木纳格葡萄(果实为白色)果实及正常发育种子和败育种子作为材料, 测定正常发育种子与败育种子的外形形态观察及生理生化指标, 分析种子败育型葡萄种子败育的外形形态及种子败育生理指标相关因子, 为种子败育机理的奠定提供科学的理论依据。

收稿日期(Received): 2022-07-29

基金项目: 自治区公益性科研院所基本科研业务经费(ky2021122); 中央财政林草科技推广示范项目(新[2021]TG04号); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系; 新疆农业科学院农业科技创新稳定支持专项(2022001-9)

作者简介: 钟海霞(1988-), 女, 河南新蔡人, 副研究员, 硕士, 研究方向为葡萄栽培生理与品质调控, (E-mail) zhonghaixia1@sina.cn

通信作者: 伍新宇(1970-), 男, 四川人, 推广研究员, 硕士, 研究方向为葡萄和浆果生理, (E-mail) 454691627@qq.com

张付春(1982-), 男, 新疆人, 研究员, 硕士, 研究方向为葡萄栽培与品质调控, (E-mail) zfc20@foxmail.com

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试材料于 2019 年 6 ~ 7 月采自新疆阿图什,其中红木纳格葡萄(H)作为对照,白木纳格葡萄(B)作为试材。盛花后 30 d 开始,6 ~ 7 d 取材 1 次,每次取材均在清晨 09:00 左右进行。

### 1.2 方 法

#### 1.2.1 果实外观

随机抽取 30 粒果实,描述果实形状、大小一致性、果皮颜色等外观性状。称量其鲜重,并用手持糖量测定仪测量其可溶性固形物;游标卡尺测其纵、横径,计算果实大小<sup>[9]</sup>(纵径×横径),所有数据求平均值。

#### 1.2.2 种子外观

每次从供试样品中随机抽取果实并剥离出种子,立即对其形状、大小一致性、颜色等外观性状进行描述。

#### 1.2.3 种子各项生理指标的测定

果实取样后放入冰盒带回实验室后,立即剥离胚珠,经液氮处理后置 -38℃ 冰箱保存备用。

测定生理指标<sup>[10]</sup>:可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法,可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法,丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸

(TBA)法,SOD 活性测定采用氮蓝四唑(NBT)光化学反应法,POD 活性测定采用愈创木酚法,CAT 活性测定采用紫外吸收法。每个处理重复 3 次,取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同时期供试葡萄品种果实形态及糖含量的变化

研究表明,白木纳格葡萄的果实大小和鲜重在 30 ~ 37 d 和 55 ~ 61 d 2 个时间段增长速度极快,在 67 d 时,白木纳格葡萄的果实大小和鲜重分别为 3.73 mm<sup>2</sup>、117.41 mg;红木纳格葡萄的增长较为平稳,在 67 d 时,红木纳格葡萄的果实大小和鲜重分别为 3.39 mm<sup>2</sup>、77.79 mg;白木纳格葡萄果实大小较红木纳格葡萄大 9.1%,果实鲜重较红木纳格葡萄重 33.75%。红木纳格葡萄较平稳,果实含糖量基本在 3 ~ 4 g/100 g;而白木纳格葡萄的果实含糖量在整个生长期呈上升状态,在 67 d 时达到峰值,为 6.22 g/100g,较红木纳格葡萄高 34.41%。图 1

2 个品种葡萄的果实颜色基本保持一致。在盛花后 67 d 时,红木纳格葡萄为绿色,而白木纳格葡萄为浅绿色混杂浅黄色。表 1

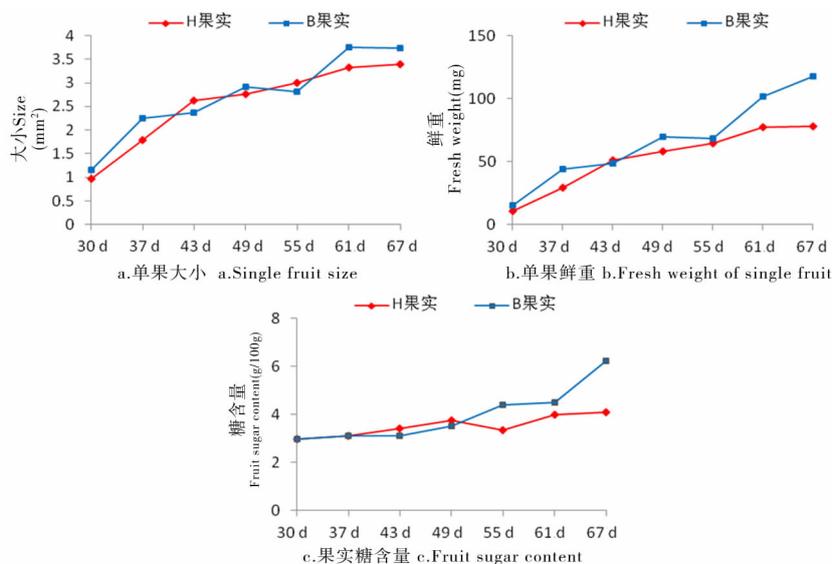


图 1 不同时期供试葡萄品种果实大小及糖含量的变化

Fig. 1 Changes of fruit size and sugar content of tested grape varieties in different periods

### 2.2 不同时期供试葡萄品种种子的变化

#### 2.2.1 不同时期供试葡萄品种种子形态的变化

研究表明,红木纳格葡萄种子在 30 ~ 43 d 时

间段增长速度极快,之后基本趋于平稳,大小在 0.30 ~ 0.35 mm<sup>2</sup>;白木纳格葡萄正常种子在 30 ~ 37 d 时间段增长速度较快,之后也基本趋于平

稳,大小在 0.30 mm<sup>2</sup>左右;而白木纳格葡萄败育种子的大小除 30~37 d 时间段呈缓慢增长状态外,其他时间段均在缓慢缩小,在 67 d 时白木纳格葡萄败育种子的大小为 0.06 mm<sup>2</sup>。随着生长时间的延长,红木纳格果实和白木纳格果实的种子的鲜重和大小走势极为相似。红木纳格葡萄种子鲜重在 43 d 后趋于稳定,基本在 1.70~2.10 g;白木纳格葡萄正常种子鲜重在 37 d 后趋于稳

定,基本在 1.5~2.00 g;而白木纳格葡萄败育种子的鲜重在 37 d 后一直呈下降状态,在 67 d 时种子鲜重为 0.16 g。图 2

红木纳格葡萄种子和白木纳格葡萄正常种子颜色均是从浅黄绿色过度到浅绿色,在 61 d 时,颜色转为浅褐绿色。而白木纳格葡萄败育种子最初颜色为浅白绿色,后由白绿色再转为浅绿色。表 2

表 1 不同时期供试葡萄品种果实颜色的变化

Tab.1 Changes of fruit color of tested grape varieties in different periods

品种 Varieties	类型 Type	花后 30 d 30 day after flowering	花后 37 d 37 day after flowering	花后 43 d 43 day after flowering	花后 49 d 49 day after flowering	花后 55 d 55 day after flowering	花后 61 d 61 day after flowering	花后 67 d 67 day after flowering
红木纳格 Red munake	H 果实	深绿色	深绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	绿色
白木纳格 White munake	B 果实	深绿色	深绿色	绿色	绿色	绿色	绿色	浅黄绿色

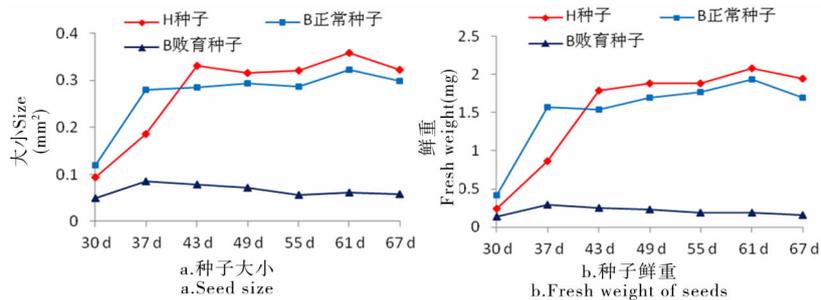


图 2 不同时期供试葡萄品种种子大小变化

Fig. 2 Changes in seed size of tested grape varieties in different periods

表 2 不同时期供试葡萄品种种子颜色变化

Tab.2 Seed color changes of tested grape varieties in different periods

品种 Varieties	类型 Type	花后 30 d 30 day after flowering	花后 37 d 37 day after flowering	花后 43 d 43 day after flowering	花后 49 d 49 day after flowering	花后 55 d 55 day after flowering	花后 61 d 61 day after flowering	花后 67 d 67 day after flowering
红木纳格 Red munake	H 种子	浅黄绿	浅绿	浅绿	浅绿	浅绿	浅褐绿	浅褐
白木纳格 White munake	B 正常种子	浅黄绿	浅绿	浅绿	浅绿	浅绿	浅褐绿	浅褐
白木纳格 White munake	B 败育种子	浅白绿	白绿	白绿	浅绿	浅绿	浅绿	浅绿

2.2.2 不同时期葡萄种子品质的变化

研究表明,红木纳格葡萄种子可溶性糖含量整体先趋于上升,在 49 d 时含量达到最高,为 2.86%,之后逐渐降低到 1.42%;白木纳格葡萄正常种子 30 d 时的可溶性糖含量最高,为 4.48%,在 30~49 d 时间段极速下降,在 2.30%左右趋于稳定;白木纳格葡萄败育种子可溶性糖含量整体呈缓慢下降趋势,30d 时的含量为 3.44%,61~67 d 时间段下降速率最快。

红木纳格葡萄种子呈波浪式增长,含量范围在 312.75~425.85 mg/g;白木纳格葡萄正常种子的可溶性蛋白含量变化大致可分为 30~49 d 增长阶段和 49~67 d 下降阶段,含量最高时在 430.00 mg/g 左右,30 和 67 d 时的含量近似,在 345.00 mg/g 左右;白木纳格葡萄败育种子可溶性蛋白含量变化可分为 30~43 d 缓慢增长阶段和 43~67 d 快速下降阶段,含量最高时在 408.89 mg/g 左右,67 d 时的含量最低,为 218.45 mg/g。

红木纳格葡萄种子、白木纳格葡萄正常种子及败育种子变化波动均比较大,30 d 时的含量均在  $8.00 \mu\text{mol/g}$  左右,红木纳格葡萄种子在 49 d 时达到最高,为  $15.62 \mu\text{mol/g}$ ;白木纳格葡萄正常种子在 55 d 时达到最大,为  $16.88 \mu\text{mol/g}$ ;白

木纳格葡萄败育种子在 43 d 时达到最大,为  $13.85 \mu\text{mol/g}$ ;在 67 d 时,红木纳格葡萄种子、白木纳格葡萄正常种子及败育种子 MDA 含量分别为  $14.10$ 、 $9.798$ 、 $9.33 \mu\text{mol/g}$ 。图 3

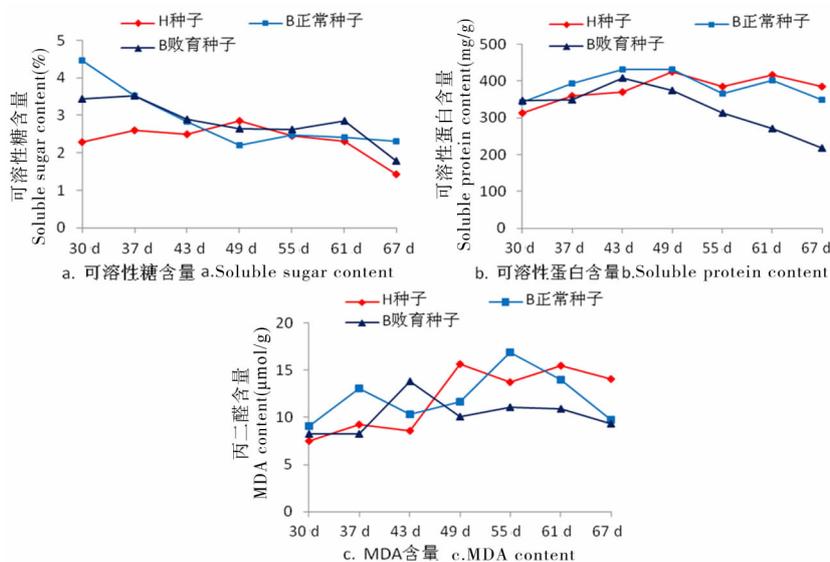


图 3 不同时期供试葡萄品种种子品质的变化

Fig. 3 Changes of seed quality of tested grape varieties in different periods

### 2.2.3 不同时期葡萄种子酶含量的变化

研究表明,红木纳格葡萄种子和白木纳格葡萄正常种子的 POD 活性在从 49 d 开始呈快速增长趋势,在 67 d 分别达到  $35.08$ 、 $33.02 \text{ U/g}$ ;而白木纳格葡萄败育种子 POD 活性在 37 d 时达到最高,为  $9.30 \text{ U/g}$ ,其余时段 POD 活性均不超过  $5.00 \text{ U/g}$ 。

红木纳格葡萄种子、白木纳格葡萄正常种子总体呈上升趋势,并在 67 d 时达到最大,为  $1831.18$ 、 $1825.92 \text{ U/g}$ ;白木纳格葡萄败育种子在 55 d 达到峰值,为  $1753.33 \text{ U/g}$ ,而在 67 d 时, SOD 活性仅为  $901.07 \text{ U/g}$ ,在盛花后 55 d 时, SOD 活性最高,清除体内自由基的能力增强,膜伤害程度降低,但随着生长发育的时间不断增加,败育程度的加重,高浓度的自由基导致酶蛋白分子的破坏,降低了酶活力。

红木纳格葡萄种子和 2 种白木纳格葡萄种子的变化趋势不相同,而白木纳格葡萄正常种子和败育种子的变化趋势基本一致。红木纳格葡萄种子 CAT 活性快速增长时段为 43~49 d 和 61~67 d,67 d 时 CAT 活性达到最大值,为  $938.39 \text{ U/g}$ ;白木纳格葡萄正常种子和败育种子快速增长时段为 37~43 d,且在 43 d 时 CAT 活性达到

最大值,分别为  $764.73$ 、 $659.38 \text{ U/g}$ ,67 d 时的活性分别为  $500.00$ 、 $437.50 \text{ U/g}$ 。图 4

### 2.3 种子品质含量及酶活性与种子败育相关性

研究表明,种子内可溶性糖含量、MDA 含量、POD 活性、SOD 活性和 CAT 活性与种子败育的相关系数分别为  $0.153$ 、 $-0.316$ 、 $-0.311$ 、 $-0.214$ 、 $-0.208$ ,其相关性没有达到显著或极显著水平,而可溶性蛋白含量与种子败育呈显著负相关,相关系数为  $-0.521$ 。

## 3 讨论

试验结果表明,白木纳格葡萄比红木纳格葡萄成熟期短。在果实生长期,红木纳格葡萄各项指标的波动趋势较平稳,在盛花后 67 d 时果皮仍为绿色,含糖量为  $4.08 \text{ g/100g}$ 。白木纳格葡萄在盛花后 55 d 时果实鲜重及大小显著增加,且在 67 d 时表皮颜色变为浅黄绿色,果肉中糖的积累量高达  $6.22 \text{ g/100g}$ 。2 个品种的葡萄的颜色均由深到浅逐渐变化,红木纳格葡萄在 67 d 时表皮颜色仍为绿色,白木纳格葡萄果实颜色转为浅黄绿色。白木纳格葡萄较红木纳格葡萄生长周期较短,更早成熟。

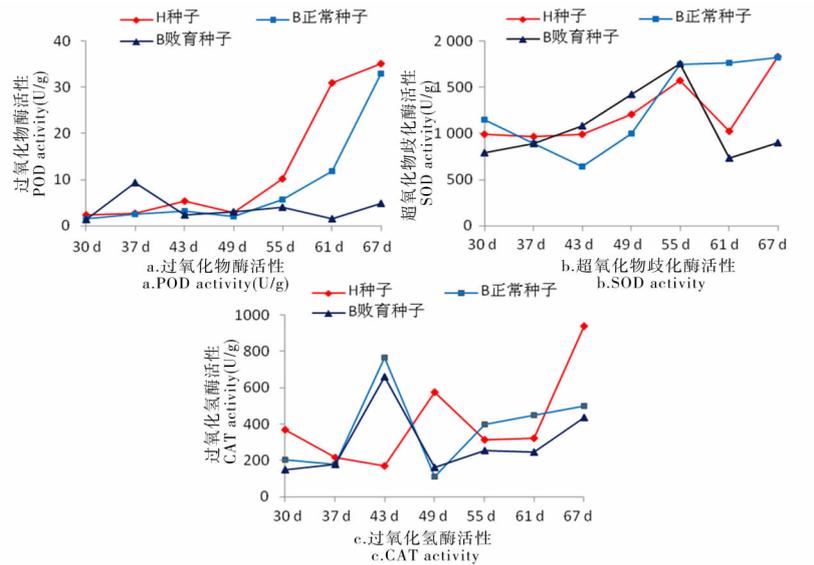


图4 不同时期供试葡萄品种种子酶含量的变化

Fig. 4 Changes of seed enzyme contents of grape varieties in different periods

研究表明,白木纳格葡萄败育种子与白木纳格葡萄正常种子、红木纳格葡萄种子有很大区别。白木纳格葡萄败育型种子仅在盛花期后 37 d 前大小、鲜重均呈缓慢上升趋势,37 d 后则呈下降趋势,在 37 d 时大小仅为 0.09 mm<sup>2</sup>,鲜重为 0.30 g,最后种子颜色为浅绿色;白木纳格葡萄正常种子和红木纳格葡萄种子的大小、鲜重在 43 d 前迅速增大后分别稳定在 0.30 mm<sup>2</sup>、1.80 g 左右。白木纳格葡萄种子的败育时间为盛花后 37 d 左右。

可溶性糖、可溶性蛋白质是植物体内最基本的营养物质,在胚胎分化过程中,具有调节渗透压的作用,并且对胚细胞分化发育起着重要作用<sup>[11-12]</sup>。研究发现,在 30 d 时,3 种葡萄种子的可溶性糖含量差异最大,随着时间的延长,差异逐渐减小,白木纳格葡萄败育种子的可溶性糖含量基本介于红木纳格葡萄种子和白木纳格葡萄正常种子之间。在 43 d 时,白木纳格葡萄败育种子的可溶性蛋白含量开始下降,而红木纳格葡萄种子和白木纳格葡萄正常种子的可溶性蛋白含量基本保持稳定;可溶性蛋白与种子败育存在显著负相关性,相关系数达 0.52。木纳格葡萄败育种子在 43 d 已经出现败育表现,在 43 d 前种子已经蛋白合成受阻,能量代谢水平逐渐降低。通过对种子 POD、SOD 和 CAT 活性指标的测定发现,种子的败育与种子内酶的活性相关性未达到显著水平。

白木纳格葡萄种子的败育时期在盛花后 37 ~ 43 d,此结论与夏培蓓等<sup>[13]</sup>的研究结果一致。对于无核品种,研究表明无核葡萄品种红无籽露在花后 51 ~ 53 d 胚珠培养易成功,波尔莱特合适的取样时间是花后 55 d,皇家秋天是花后 66 d<sup>[14]</sup>。李志瑛等<sup>[15]</sup>研究发现,红宝石无核的最佳取样时期为授粉后 55 d,昆香无核为授粉后 47 d,火焰无核为授粉后 41 d。对于杂交品种,研究发现最佳取样时期可以根据母本的成熟期确定,早熟品种于受精后 5 周取样,中熟品种于受精后 6 周取样,晚熟品种于受精后 9 周取样<sup>[16]</sup>。不同杂交组合取样时期存在差异,大致介于 40 ~ 52 d<sup>[17]</sup>,如京早晶及 Fresno Seedless 为母本的杂交组合最佳采样时间分别为授粉后 42 d 和 36 d<sup>[18]</sup>。

## 4 结论

白木纳格葡萄和红木纳格葡萄果实的形态和含糖量差异不大。白木纳格葡萄败育种子在大小方面明显小于红木纳格葡萄种子和白木纳格葡萄正常种子;果实种子的可溶性蛋白质含量与种子败育呈显著负相关,可溶性糖含量、MDA 含量、POD 活性、SOD 活性及 CAT 活性与种子败育相关性未达到显著水平,白木纳格葡萄种子的败育时期在盛花后 37 ~ 43 d。

## 参考文献 (References)

- [1] 骆强伟,伍国红,孙锋,等. 新疆葡萄种质资源创新和利用 [J]. 中外葡萄与葡萄酒,2015,(6):61-63.

- LUO Qiangwei, WUGuohong, SUNFeng, et al. Innovation and Utilization of Xinjiang Grape Germplasm Resources [J]. *Sino - Overseas Grapevine & Wine*, 2015, (6):61 - 63.
- [2] 李海峰, 王瑞华, 韩琛, 等. 新疆葡萄平衡施肥技术发展现状及展望[J]. 北方园艺, 2013, (4):85 - 188.
- LI Haifeng, WANG Ruihua, HAN Chen, et al. Development status and prospect of balanced fertilization technology for grapes in Xinjiang [J]. *Northern Horticulture*, 2013, (4):85 - 188.
- [3] 张静文, 岳朝阳, 焦淑萍, 等. 新疆阿图什木纳格葡萄叶片养分含量情况调查析[J]. 西南农业学报, 2016, 29(6):1425 - 1429.
- ZHANG Jingwen, YUE Chaoyang, JIAO Shuping, et al. Investigation and Analysis of Nutrient Status of Munage Grapes Leaf in Atushi [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2016, 29(6):1425 - 1429.
- [4] 杨旭源, 马怀宇, 刘国成. 果树胚胎败育的原因及胚挽救技术研究进展[J]. 北方果树, 2017, (3):1 - 4.
- YANG Xuyuan, MA Huaiyu, LIU Guocheng. Research Progress of Fruit Embryo Abortion Reasons and Its Saving in Vitro Culture [J]. *Northern Fruits*, 2017, (3):1 - 4.
- [5] 刘巧, 张立华, 王跃进, 等. 两个无核葡萄品种胚及胚乳败育的细胞学研究[J]. 北方园艺, 2016, (3):31 - 35.
- LIU Qiao, ZHANG Lihua, WANG Yue - jin, et al. Cytological Study on Embryo and Endosperm Abortion of Two Seedless Grape Cultivars [J]. *Northern Horticulture*, 2016, (3):31 - 35.
- [6] 李桂荣. 无核葡萄胚胎发育的生理特性和胚挽救育种技术的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2013.
- LI Guirong. *Study on the Physiological Characteristics of Seedless Grape Embryo Development and Embryo Rescue Breeding Technology* [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2013.
- [7] 纪薇, 郭荣荣, 王静波, 等. 无核葡萄胚败育生理生化因子灰色关联分析[J]. 园艺学报, 2019, 46(8):1473 - 1485.
- JI Wei, GUO Rongrong, WANG Jingbo, et al. Grey Correlation Analysis of Physiological and Biochemical Factors in Embryo of Seedless Grape [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2019, 46(8):1473 - 1485.
- [8] 刘佳, 刘晓, 陈建, 等. 金星无核葡萄胚挽救影响因素的研究[J]. 西南农业学报, 2013, 26(1):294 - 298.
- LIU Jia, LIUXiao, CHENJian, et al. Study on Factors Affecting Embryo Rescue of Venus Seedless Grape [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2013, 26(1):294 - 298.
- [9] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 2000.
- ZOU Qi. *Experimental instruction in plant physiology* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.
- [10] 李顺雨, 潘学军. 种子败育型葡萄胚败育的形态学观察及生理基础[D]. 贵阳:贵州大学硕士学位论文, 2009.
- LI Shunyu, PAN Xuejun. *Morphological observation and physiological basis of seed abortive grape embryo abortion* [D]. Guiyang: Guizhou University, 2009.
- [11] 张文颖, 王晨, 汤葳, 等. 果树果实胚败育研究进展[J]. 分子植物育种, 2018, 16(12):4043 - 4054.
- ZHANG Wenyang, WANG Chen, TANG Wei, et al. Advances Study on Embryo Abortion of Fruit Trees [J]. *Molecular Plant Breeding*, 2018, 16(12):4043 - 4054.
- [12] 马丽, 孙凌俊, 赵文东. 葡萄胚珠发育及败育过程中果实主要营养成分变化[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(11):37 - 38.
- MA Li, SUN Lingjun, ZHAO Wendong. Changes in Nutrient Contents of Berry during Grape Embryo Development and Abortion [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2018, 46(11):37 - 38.
- [13] 夏培蓓, 伍新宇, 代培红, 等. 木纳格葡萄胚挽救影响因素的研究[J]. 新疆农业大学学报, 2012, 35(4):294 - 297.
- XIA Peibei, WU Xinyu, DAI Peihong, et al. A Study on Affecting Factors of Embryo Rescue of Munake Grape [J]. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 2012, 35(4):294 - 297.
- [14] 牛茹莹, 张剑侠, 王跃进, 等. 种子败育型无核葡萄胚挽救研究[J]. 北方园艺, 2012, (7):1 - 5.
- NIU Ruxuan, ZHANG Jianxia, WANG Yuejin, et al. Study on Embryo Rescue of Aborted Seedless Grape [J]. *Northern Horticulture*, 2012, (7):1 - 5.
- [15] 李志瑛, 骆强伟, 王跃进. 无核葡萄胚挽救育种与杂种后代分子标记辅助选择[J]. 果树学报, 2019, 36(1):31 - 42.
- LI Zhiying, LUO Qiangwei, WANG Yuejin. Breeding seedless grapevine via embryo rescue and marker - assisted selection in hybrid progenies. [J]. *Journal of Fruit Science*, 2019, 36(1):31 - 42.
- [16] 徐海英, 闰爱玲, 张国军. 葡萄四倍体杂交胚挽救取样时期的确定[J]. 中国农业科学, 2005, 38(3):629 - 633.
- XU Haiying, YAN Ailing, ZHANG Guojun. Determination of the Sampling Period of the Embryo Rescue of Tetraploid Hybrid [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2005, 38(3):629 - 633.
- [17] 王飞, 王跃进, 万怡震, 等. 无核葡萄与中国野生葡萄杂种胚败育的某些生理生化变化[J]. 园艺学报, 2004, 31(5):651 - 653.
- WANG Fei, WANG Yuejin, WAN Yizhen, et al. Some Physiological and Biochemical Changes in Embryo Abortion of Seedless Grapes and Chinese Wild Grapes Hybrids [J]. *Acta Horticulturae Sinica* 2004, 31(5):651 - 653.
- [18] 陈烁, 李莎莎, 骆强伟, 等. 无核玫瑰香味葡萄种质创新及胚挽救技术优化[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2021, (3):8 - 17.
- CHEN Shuo, LI Shasha, LUO Qiangwei, et al. Production of potential seedless grape gemplasm with rose aroma and optimization of embryo rescue technique [J]. *Sino - Overseas Grapevine & Wine*, 2021, (3):8 - 17.

## Study on the Changes of Physiological and Biochemical Indexes in the Development of Munake Grape Seeds

ZHONG Haixia<sup>1</sup>, MENG Aijing<sup>2</sup>, ZHOU Xiaoming<sup>1</sup>, JI Jiahui<sup>1</sup>,

QIAO Jiangxia<sup>1</sup>, PAN Mingqi<sup>1</sup>, ZHANG Fuchun<sup>1</sup>, WU Xinyu<sup>1</sup>

(1. *Institute of Horticultural Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences/ The State Key Laboratory of Genetic Improvement and Germplasm Innovation of Crop Resistance in Arid Desert Regions (Preparation)*, Urumqi 830091, China; 2. *Research Institute of Soil, Fertilizer and Agricultural Water Conservation, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China*)

**Abstract:** **[Objective]** To determine the physiological and biochemical indexes related to the abortion of white Munake grape. **[Methods]** In this experiment, the characteristics of the size and appearance, soluble sugar content and soluble protein of the growth and development of the fruits and seeds of the two grapes were mainly based on the seeds of the mahogany, and the normal development seeds and the abortive seeds of the white Munake grapes were used as research objects. The six physiological indexes of content, MDA content, POD activity, SOD activity and CAT activity were studied, and the period of seed abortion and related factors of white Munake grape were comprehensively analyzed. **[Results]** The seed abortion of white Munake grape began to appear before 43 days, and the soluble protein content was significantly negatively correlated with seed abortion. Soluble sugar content, MDA content, POD activity, SOD activity and CAT activity and seed abortion. The correlation did not reach a significant level. **[Conclusion]** The abortive period of white Munake grape was from 37 days to 43 days after flowering and soluble protein content is the main physical and chemical index that affects the development of Munake grape seed.

**Key words:** Munake grape; seed; physiological and biochemical index; features

---

**Fund project:** Basic Scientific R & D Program of Public Welfare Research Institutions of Xinjiang Uygur Autonomous Region (ky2021122); Demonstration Project of Promoting Forestry and Grassland Science and Technology Funded by the Central Government (Xin[2021] TG04 number); China Agriculture Research System of MOF and MARA; Stable Support to Agricultural Sci - Tech Renovation - xjnkywdzc (2022001 - 9)

**Correspondence author:** WU Xinyu (1970 - ), male, Sichuan person, extension researcher, master, research direction: physiological studies of grapes and berries, (E - mail)454691627@qq.com

ZHANG Fuchun (1982 - ), male, Xinjiang person, researcher, master, research direction: viticulture and quality control, (E - mail)zfc20@foxmail.com