

DOI:10.11937/bfyy.201703006

## 不同砧木对‘绿岭’核桃抗寒性的影响

李惠<sup>1</sup>, 梁曼曼<sup>1</sup>, 赵爽<sup>1</sup>, 李保国<sup>1,2</sup>, 李寒<sup>1</sup>, 齐国辉<sup>1,2</sup>

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省核桃工程技术研究中心, 河北 临城 054300)

**摘要:** 为了解不同砧木对‘绿岭’核桃抗寒性的影响, 以“中宁强”“中宁异”“加州黑”和“核桃”作砧木, 嫁接‘绿岭’核桃的 2 年生幼树为试材, 分别在 -5、-10、-15、-20、-25、-30 ℃ 低温胁迫后, 测定其 1 年生枝条的电解质渗出率、丙二醛含量、保护酶活性、渗透调节物质等指标, 分析其耐寒能力。结果表明: 随着胁迫温度的下降, 4 种砧木的‘绿岭’核桃枝条的电解质渗出率呈‘S’型上升趋势, “中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”砧木‘绿岭’核桃的半致死温度分别为 -21.7、-22.3、-25.3、-22.8 ℃; 丙二醛含量、保护酶活性、脯氨酸含量、可溶性糖和可溶性蛋白质含量变化均呈先升后降的趋势, 丙二醛含量在 -25 ℃ 出现峰值; 保护酶活性、脯氨酸含量在 -20 ℃ 出现峰值; 可溶性糖和可溶性蛋白质含量峰值出现在 -15 ℃; 运用隶属函数法进行抗寒性综合评价, 得出 4 种砧木‘绿岭’核桃抗寒顺序为“加州黑”>“核桃”>“中宁强”>“中宁异”, 表明在抗寒性方面, “加州黑”是适合‘绿岭’核桃的砧木。

**关键词:** 核桃; 砧木; 抗寒性; 丙二醛; 保护酶; 渗透调节物

**中图分类号:** S 664.104<sup>+</sup>.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2017)03-0025-07

核桃是重要的木本粮油树种, 用途广泛, 适应性强, 已经成为我国退耕还林最成功的生态经济兼用

**第一作者简介:** 李惠(1989-), 女, 河北丰润人, 硕士研究生, 研究方向为经济林栽培生理。E-mail: 1163568634@qq.com.

**责任作者:** 齐国辉(1969-), 女, 河北遵化人, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事经济林栽培生理和山区开发技术研究及经济林栽培教学等工作。E-mail: bdqgh@sina.com.

**基金项目:** 国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2013BAD14B01); 河北省科技支撑计划资助项目(16236810D)。

**收稿日期:** 2016-09-27

树种。随着核桃产业的快速发展, 对优良品种的优质嫁接苗木的需求量不断扩大。砧木作为嫁接的载体, 对嫁接品种的抗逆性、适应性以及产量、品质、树势、结果年限等方面有着重要影响。核桃虽然适应性较强, 但由于枝条髓心大、含水量高, 其抗寒性较差<sup>[1]</sup>, 尤其是核桃幼树, 在北方核桃产区极易遭受冻害, 且普遍存在越冬抽条现象, 轻者造成树形紊乱, 影响早期产量; 重者会整株干枯死亡, 给生产带来重大损失<sup>[2]</sup>。因此, 加强对核桃砧木的研究, 提高核桃栽培品种的抗寒性对核桃产业的健康发展具有重要意义。但是, 目前我国果树砧木的研究主要集

**Abstract:** Using one year old seedling plants as tested materials, salt resistance of 5 kinds apple rootstocks (*Malus robusta*, *Malus pruni folia*, *Malus sieboldii*, *Malus zumi*, *Malus micromalus*) was compared by salt stress treatment. The results showed that with the increase of NaCl concentration, the shoot increment, leaf area, leaf thickness and root activity of the tested plants declined gradually; while salt injury index and its rate increased with the smallest increasing range for *M. robusta* and the biggest one for *M. sieboldii*. The content of chlorophyll and carotenoid varied in different treatments, with relative small variations for *M. robusta* and *M. pruni folia*. The contents of soluble sugar and MDA of the tested plants had a trend to increase with aggravation of salt stress, the activities of SOD and POD were affected in different degrees; *M. robusta* was the biggest and *M. sieboldii* was the smallest of the average subordinate function. Comprehensive analysis the performance of the rootstocks with the indexes obtained in the test, salt resistance of the 5 apple rootstocks could be ranked as follows, *M. robusta*, *M. micromalus*, *M. pruni folia*, *M. zumi*, *M. sieboldii*.

**Keywords:** apple rootstock; salt stress; growth; physiological characteristics; subordinate function

中在苹果、梨等树种上<sup>[3-5]</sup>,对核桃砧木的研究报道较少,我国北方地区普遍采用核桃作砧木。‘绿岭’核桃是河北农业大学与河北绿岭果业有限公司共同培育的早实优质薄皮核桃新品种,具有“个大、皮薄、好吃、好看”的优点。但生长中广泛使用的‘绿岭’核桃苗木均以核桃为砧木。为提高‘绿岭’核桃的耐寒性,筛选出适合‘绿岭’核桃的抗寒砧木,于2015年研究了以“中宁强”“中宁异”“加州黑”和“核桃”为砧木嫁接的‘绿岭’核桃的抗寒性及抗寒机理。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在河北绿岭果业有限公司进行。该地位于太行山南段东麓丘陵区的河北省临城县城北6 km处,东经114.4°,北纬37.3°,海拔90~135 m,年均降水量521 mm,年均气温13℃,极端最高气温41.8℃,最低气温-23.1℃,无霜期202 d,年均日照时间2 653 h,土壤为褐土。

### 1.2 试验材料

试验材料为嫁接在“中宁强”“中宁异”“加州黑”和“核桃”4种不同砧木上的‘绿岭’核桃幼树的1年生枝条,株行距为3 m×5 m。“中宁强”“中宁异”“加州黑”引自中国林业科学研究院,于2014年4月栽植,7月方块形芽接法嫁接‘绿岭’核桃。每小区10棵,3次重复,随机排列。2015年春季定干70 cm。各处理幼树长势一致。

### 1.3 试验方法

于2015年11月底,每个品种在每小区选取生长状况基本相同的植株6株,从每株树树体中上部采集整齐均匀、粗细相近的1年生枝条,单株混合采样,用保鲜袋装好带回实验室。先后用自来水冲洗和去离子水冲洗多次,然后用洁净的纱布擦干,选取生长一致的1年生枝条中段,剪成15 cm枝段,洗净擦干,枝条两端蜡封,分7组装入塑料袋中,于冰箱中0~5℃保存备用。每次处理时,各取一份枝条放于控温冰箱内进行低温处理。置于控温冰箱中设定不同温度(-5、-10、-15、-20、-25、-30℃,采用逐渐降温的方法,降温速度为4℃·h<sup>-1</sup>),在不同温度下处理12 h,以0~5℃冰箱中保存的枝条为对照(CK)。

### 1.4 项目测定

电解质渗出率的测定采用电导法,并对电导率进行Logistic方程分析,计算半致死温度LT<sub>50</sub><sup>[6]</sup>。丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸法<sup>[7]</sup>。可溶性

蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝G250染色法<sup>[8]</sup>。脯氨酸含量的测定参照乔富廉<sup>[9]</sup>的方法。酶活性的测定参照李合生等<sup>[10]</sup>的方法。可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法<sup>[8]</sup>。

### 1.5 数据分析

采用Duncan新复极差法和隶属函数法进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温胁迫对不同砧木‘绿岭’核桃枝条电解质渗出率的影响

由图1可以看出,在低温处理过程中,不同砧木‘绿岭’核桃枝条电解质渗出率随处理温度降低而升高,整体呈现‘S’型曲线变化趋势,但不同处理温度下不同砧木‘绿岭’核桃枝条电解质渗出率升高幅度存在一定差异。低温处理初期电解质渗出率上升相对缓慢,随着温度的降低,电解质渗出率迅速上升。“中宁强”“中宁异”和“核桃”的枝条电解质渗出率均在-20℃时迅速增加,-25℃以后缓慢增加。“加州黑”的枝条电解质渗出率则是在-25℃时迅速增加。在-5℃下,“中宁强”和“加州黑”砧木‘绿岭’核桃枝条电解质渗出率极显著大于“中宁异”和“核桃”,“中宁异”显著大于“核桃”;在-10℃下,“中宁强”砧木‘绿岭’核桃枝条电解质渗出率显著大于其它3种砧木;在-15℃下,“中宁强”和“加州黑”枝条电解质渗出率显著大于“核桃”砧木;在-20℃下,“中宁强”砧木‘绿岭’核桃枝条电解质渗出率极显著大于“中宁异”和“核桃”砧木,“加州黑”极显著大于“核桃”和“中宁强”;在-25℃下,“中宁强”“中宁异”“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条电解质渗出率极显著大于“加州黑”。为进一步准确判断4种砧木的

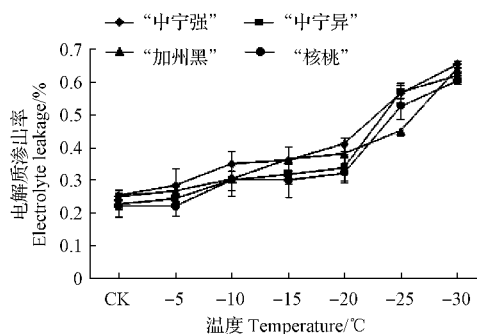


图1 不同砧木‘绿岭’核桃枝条低温处理下的电解质渗出率

Fig.1 Branch electrolyte leakage of ‘Lüling’ walnut grafted onto different rootstocks under low temperature treatment

半致死温度,利用电解质渗出率结合 Logistic 方程对各枝条的重要温度点进行了拟合,得到“中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”4 种砧木‘绿岭’核桃枝条的半致死温度分别为  $-21.7$ 、 $-22.3$ 、 $-25.3$ 、 $-22.8$   $^{\circ}\text{C}$ 。因此,从低温引起细胞膜伤害的程度可以初步判断出 4 种砧木‘绿岭’核桃的抗寒性强弱顺序为“加州黑”>“核桃”>“中宁异”>“中宁强”。

## 2.2 低温胁迫对不同砧木‘绿岭’核桃枝条 MDA 含量的影响

由图 2 可以看出,随着处理温度的降低,除“中宁异”和“核桃”在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  有小幅下降外,4 种砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量总体上呈升高趋势,表明枝条细胞膜脂过氧化程度随温度的降低逐渐加重,均在  $-25$   $^{\circ}\text{C}$  时达到最大值,“中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量依次为  $4.04$ 、 $3.53$ 、 $3.47$ 、 $3.61$   $\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ ,之后基本保持稳定。在  $-5$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁强”和“中宁异”砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量极显著大于“加州黑”和“核桃”砧木,“加州黑”显著大于“核桃”;在  $-10$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁异”砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量极显著大于其它 3 种砧木,“加州黑”显著大于“中宁强”和“核桃”;在  $-15$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁强”和“中宁异”砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量极显著大于“加州黑”和“核桃”,“中宁强”显著大于“中宁异”;在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁强”砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量极显著高于其它 3 种砧木,“中宁异”和“加州黑”极显著大于“核桃”;在  $-25$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁强”砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量显著大于其它 3 种砧木;在  $-30$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁强”砧木‘绿岭’核桃枝条的 MDA 含量极显著大于其它 3 种砧木,“核桃”极显著大于“加州黑”,显著大于“中宁异”。

## 2.3 低温胁迫对不同砧木‘绿岭’核桃枝条保护酶活性的影响

由图 3(A)可知,4 种砧木‘绿岭’核桃枝条 SOD 活性总体上呈先升后降的趋势。其中,“中宁强”和“中宁异”砧木‘绿岭’核桃枝条的 SOD 活性在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  时达到最大值,分别为  $183.9$ 、 $178.7$   $\text{OD} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ 。“加州黑”和“核桃”砧木的变化趋势较为一致,均在  $-10$   $^{\circ}\text{C}$  时达到较高值,之后缓慢上升,在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  时达到最大值,分别为  $179.2$ 、 $173.1$   $\text{OD} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ ,但 4 种砧木‘绿岭’核桃的 SOD 活性均在  $-25$ ~ $-20$   $^{\circ}\text{C}$  时快速下降。在  $-10$   $^{\circ}\text{C}$  下,“加州黑”和“核桃”砧木‘绿岭’核桃的 SOD 活性极显著大于“中宁强”和“中宁异”;在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  和  $-25$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁强”“中宁异”“加

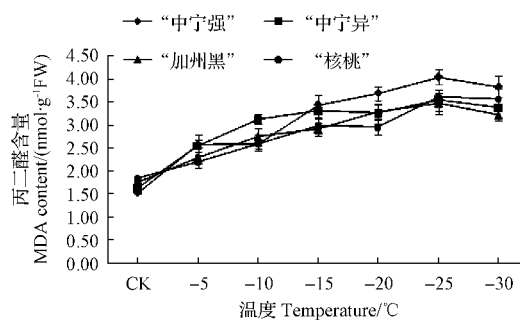


图 2 不同砧木‘绿岭’核桃枝条低温处理下的 MDA 含量

Fig. 2 Branch MDA contents of ‘Liyuling’ walnut grafted onto different rootstocks under low temperature treatment

州黑”均极显著大于“核桃”。

由图 3(B) 可知,4 种砧木‘绿岭’核桃枝条 POD 活性总体上均呈先升后降的趋势,“中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条 POD 活性均在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  时达到最大值,分别为  $29.70$ 、 $30.52$ 、 $30.50$ 、 $29.60$   $\text{OD} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ 。在  $-30$   $^{\circ}\text{C}$  下,“中宁异”和“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条 POD 活性均极显著大于“中宁强”和“加州黑”,“加州黑”极显著大于“中宁强”。

由图 3(C)可知,4 种砧木‘绿岭’核桃枝条 CAT 活性总体上均呈先升后降的趋势,“中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条 CAT 活性均在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  时达到最大值,分别为  $11.95$ 、 $12.38$ 、 $15.07$ 、 $13.65$   $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}\text{FW}$ ,“加州黑”砧木‘绿岭’核桃枝条 CAT 活性极显著大于其它 3 种砧木,其中“核桃”极显著大于“中宁强”和“中宁异”;在对照和  $-5$   $^{\circ}\text{C}$  下,“加州黑”砧木‘绿岭’核桃枝条 CAT 活性极显著大于“核桃”,“核桃”极显著大于“中宁异”,“中宁异”极显著大于“中宁强”;在  $-10$   $^{\circ}\text{C}$  下,“加州黑”极显著大于“中宁强”和“中宁异”,核桃极显著大于“中宁强”;在  $-15$   $^{\circ}\text{C}$  下,“加州黑”和“核桃”极显著大于“中宁强”和“中宁异”;在  $-30$   $^{\circ}\text{C}$  下,“加州黑”极显著大于其它 3 种砧木,“中宁异”极显著大于中宁强,“核桃”显著大于“中宁强”。

## 2.4 低温胁迫对不同砧木‘绿岭’核桃枝条渗透调节物质含量的影响

不同砧木‘绿岭’核桃枝条低温胁迫后脯氨酸含量见图 4(A),可以看出脯氨酸含量总体上均呈先升后降的趋势,均在  $-20$   $^{\circ}\text{C}$  时达到最大值,“中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条脯氨酸含量分别为  $6.56$ 、 $4.22$ 、 $10.99$ 、 $7.45$   $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。“中

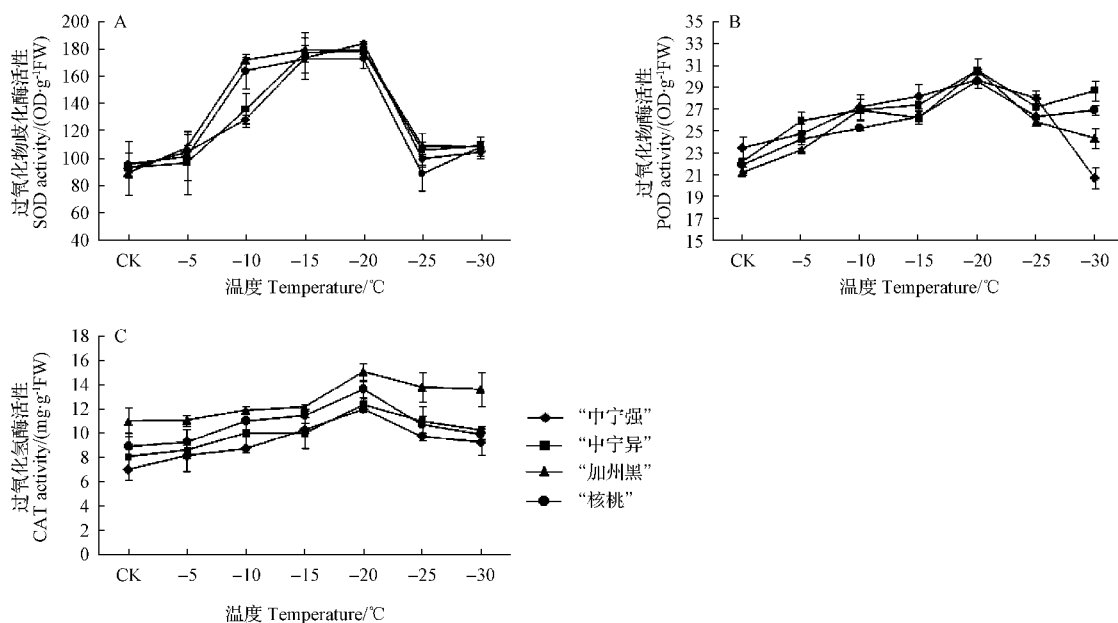


图3 不同砧木‘绿岭’核桃枝条低温处理下保护酶活性

Fig. 3 Branch protective enzyme activities of 'Lyuling' walnut grafted onto different rootstocks under low temperature treatment

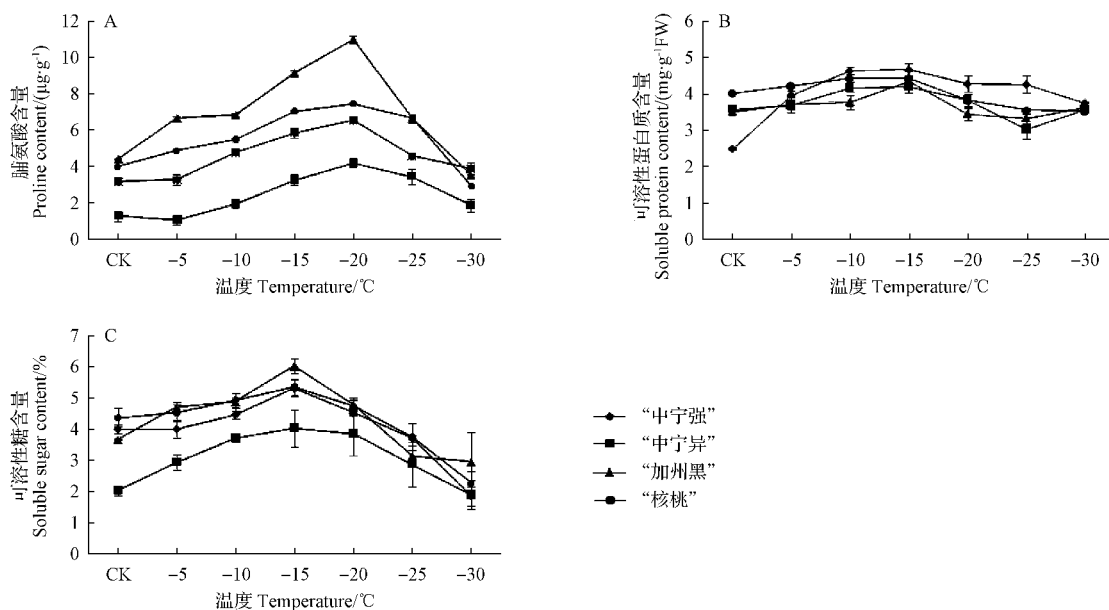


图4 不同砧木‘绿岭’核桃枝条低温处理下渗透调节物质

Fig. 4 Branch osmotic adjustment substances of 'Lyuling' walnut grafted onto different rootstocks under low temperature treatment

宁强”砧木‘绿岭’核桃的脯氨酸含量极显著大于其它3种砧木,“中宁异”和“加州黑”均极显著大于“核桃”,“中宁异”显著大于“加州黑”。在-25℃下,“中宁强”和“中宁异”砧木‘绿岭’核桃枝条的脯氨酸含量极显著大于“加州黑”和“核桃”,“加州黑”极显著

大于“核桃”;在-30℃下,“中宁强”和“加州黑”砧木‘绿岭’核桃枝条脯氨酸含量极显著大于“中宁异”和“核桃”,“中宁异”极显著大于“核桃”。其它温度下,“中宁强”均极显著大于“中宁异”,“中宁异”均极显著大于“加州黑”,“加州黑”均极显著大于“核桃”。

不同砧木‘绿岭’核桃枝条低温胁迫后可溶性蛋白质含量见图 4(B),表明随着处理温度的降低,4 种砧木‘绿岭’核桃的可溶性蛋白质含量逐渐增加,均在 $-15^{\circ}\text{C}$ 时达到最大值,“中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性蛋白质含量分别为 4.66%、4.20%、4.35%、4.43%,之后前三者在 $-15\sim-25^{\circ}\text{C}$ 有明显下降,而“中宁强”只有小幅下降,基本保持稳定。在对照温度下,“核桃”砧木‘绿岭’核桃的可溶性蛋白质含量显著大于“中宁强”;在 $-10^{\circ}\text{C}$ 下,“中宁强”和“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性蛋白质含量均极显著大于“中宁异”和“加州黑”,“中宁强”显著大于核桃,“中宁异”极显著大于“加州黑”;在 $-20^{\circ}\text{C}$ 下,“中宁强”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性蛋白质含量极显著大于“加州黑”,显著大于“中宁强”和“核桃”;在 $-25^{\circ}\text{C}$ 下,“中宁强”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性蛋白质含量极显著大于其它 3 种砧木,核桃极显著大于“中宁异”,“加州黑”显著大于“中宁异”。

不同砧木‘绿岭’核桃枝条低温胁迫后可溶性糖含量见图 4(C),表明 4 种砧木‘绿岭’核桃的可溶性糖含量总体上均呈先升后降的趋势,均在 $-15^{\circ}\text{C}$ 时达到最大值,“中宁强”“中宁异”“加州黑”“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性糖含量分别为 5.31%、3.84%、6.02%、5.35%。在对照温度下,“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性糖含量极显著大于“中宁异”和“加州黑”,显著大于“中宁强”,“中宁强”极显著大于“中宁异”,显著大于“加州黑”;在 $-5^{\circ}\text{C}$ 下,“中宁异”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性糖含量极显著小于其它 3

种砧木,“加州黑”和“核桃”间显著大于中宁强。在 $-10^{\circ}\text{C}$ 下,“核桃”极显著大于“中宁强”,“加州黑”极显著大于“中宁异”,“中宁强”极显著大于“中宁异”。在 $-15^{\circ}\text{C}$ 下,“加州黑”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性糖含量极显著大于“中宁强”和“核桃”,“中宁强”和“核桃”极显著大于“中宁异”。在 $-20^{\circ}\text{C}$ 下,“中宁异”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性糖含量极显著小于其它 3 种砧木;在 $-25^{\circ}\text{C}$ 下,“中宁强”和“核桃”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性糖含量均极显著大于“中宁异”和“加州黑”;在 $-30^{\circ}\text{C}$ 温度下,“加州黑”砧木‘绿岭’核桃枝条可溶性糖含量极显著大于“中宁强”和“中宁异”,显著大于“核桃”。

## 2.5 抗寒性综合评价

为了较全面地反映不同砧木‘绿岭’核桃的抗寒性,利用模糊数学中的隶属函数法对 8 个生理生化指标的平均值进行综合评价。首先计算各砧木‘绿岭’核桃不同温度处理下各指标的隶属度,然后累加所有指标求平均隶属度来综合评价其抗寒性,平均隶属度越大表明抗寒性越强。由表 1 可看出,4 种砧木的综合隶属度均在 0.30~0.59,参照相昆等<sup>[16]</sup>对抗寒性级别的划分,即按照平均隶属度将抗寒性分为 3 级。I 级:0.60~1.00,为高抗寒品种;II 级:0.30~0.59,为中抗寒品种;III 级:0~0.29,为低抗寒品种。因此,该试验中的 4 种砧木绿岭核桃为中等抗寒。按照综合评价结果,4 种砧木‘绿岭’核桃的抗寒性强弱为“加州黑”>“核桃”>“中宁强”>“中宁异”。这与田间调查的抽梢情况基本一致。

表 1 不同砧木‘绿岭’核桃抗寒性综合评价

砧木品种 Rootstock cultivar	电解质渗出率 Electrolyte leakage /%	MDA 含量 MDA content /(nmol·g <sup>-1</sup> FW)	SOD 活性 SOD activity /(OD·g <sup>-1</sup> FW)	POD 活性 POD activity /(OD·g <sup>-1</sup> FW)	CAT 活性 CAT activity /(mg·g <sup>-1</sup> FW)	脯氨酸含量 Proline content /(μg·g <sup>-1</sup> )	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /%	可溶性糖含量 Soluble sugar content /%	平均隶属度 Mean subordination degree
“中宁强” ‘Zhongningqiang’	0.422	0.377	0.395	0.541	0.168	0.331	0.698	0.508	0.430
“中宁异” ‘Zhongningyi’	0.534	0.436	0.405	0.639	0.281	0.117	0.569	0.286	0.408
“加州黑” ‘Juglans hindsii Rehd’	0.522	0.495	0.474	0.486	0.633	0.563	0.544	0.586	0.538
“核桃” ‘Juglans regia L.’	0.587	0.517	0.409	0.519	0.374	0.422	0.695	0.580	0.513

## 3 结论与讨论

电解质渗出率被看作是反映植物组织受害程度和细胞抗性的指标,亚力坤·牙生等<sup>[11]</sup>研究了核桃 1 年生枝条电解质渗出率,发现不同品种电解质渗出

率不同,且有些品种之间存在着显著差异。王勇<sup>[12]</sup>、汤铁伟<sup>[13]</sup>研究发现,核桃枝条的电导率随温度的降低而呈‘S’型变化。该试验中,4 种砧木‘绿岭’核桃的电导率之间存在显著差异,且随温度的降低均呈

‘S’型曲线变化,这与前人的研究结果相似。丙二醛(MDA)是一种细胞膜质过氧化产物,其含量随细胞膜质的被破坏程度升高而逐步增高,即膜系统失去其原有的选择性透性,导致电解质的渗漏和细胞水势的下降。该试验中4种砧木‘绿岭’核桃的MDA含量总体呈增长态势,这与前人研究结果一致。植物体内存在清除活性氧和自由基的保护酶系统,包括过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)等。该试验中,在不同的低温胁迫下,SOD、POD、CAT活性变化规律不尽相同,但总体来说,均为先升后降的趋势,原因可能是低温胁迫引起核桃细胞的抗逆性反应,使酶活性上升;但随着温度的进一步降低,细胞结构被破坏,各项功能逐步丧失,最终反映到酶活性的逐步降低上。抗寒性强的品种酶活性高,抗寒性差的品种酶活性低。这与张婷等<sup>[14]</sup>、相昆等<sup>[15]</sup>、贺奇<sup>[16]</sup>的研究结果相似。渗透调节物质主要包括可溶性糖、可溶性蛋白质、脯氨酸和甜菜碱等。一般认为,可溶性糖、可溶性蛋白质、游离脯氨酸含量与植物的抗寒性呈正相关<sup>[17-19]</sup>。该研究发现,4种砧木‘绿岭’核桃枝条的可溶性糖、可溶性蛋白质、游离脯氨酸含量均为先升后降的趋势,但可溶性糖和可溶性蛋白质含量在-15℃时就达到最大值,而游离脯氨酸含量在-20℃时才达到最大值,这表明低温胁迫时,对低温较敏感的可溶性糖、可溶性蛋白质含量迅速增加,参与细胞渗透调节;当处理温度继续降低时,可溶性糖、可溶性蛋白质含量不再增加,游离脯氨酸含量快速增加,并代替可溶性糖、可溶性蛋白质成为主要的渗透调节物质。这与杨惠<sup>[20]</sup>的研究结果相似。

目前,人们对核桃抗寒性的研究多集中在不同核桃品种上,对核桃砧木的研究较少,且多集中在砧木品种、嫁接亲和性等<sup>[21-23]</sup>的比较研究上,而对嫁接以后砧木对接穗品种的抗性研究更少。核桃砧木作为嫁接的载体,对核桃嫁接品种的抗寒性有较强影响。杨巧云等<sup>[24]</sup>通过对“核桃”“中林1号”“夹核桃”“美国黑核桃”4种砧木进行抗寒试验,研究发现对接穗品种“清香”而言,“夹核桃”抗寒性最差,“美国黑核桃”抗寒性最好。高新一等<sup>[25]</sup>研究发现,利用核桃砧木作砧木冬季不防寒在京郊基本上可以露地越冬,而利用枫杨嫁接核桃冬季年年枯梢。“北加州黑核桃”作为砧木抗寒性较差<sup>[26]</sup>。胡靖楠等<sup>[27]</sup>在“化香”“湖南山核桃”“枫杨”3种核桃砧木上嫁接3种不同山核桃品种,表明“化香”砧木具有耐寒性等优良特性。该试验中,通过对与抗寒性相关的各指标的

测定,并采用隶属函数法对不同砧木‘绿岭’核桃的抗寒性进行综合评价,表明加州黑砧木‘绿岭’核桃的抗寒性优于“中宁强”“中宁异”“核桃”,因此认为,在抗寒性方面,“加州黑”是适合‘绿岭’核桃的适宜砧木。

### 参考文献

- [1] 田景花,王红霞,高仪,等.核桃属植物休眠期的抗寒性鉴定[J].园艺学报,2013,40(6):1051-1060.
- [2] 李静,李贤忠,宁德鲁,等.核桃抗寒性研究进展[J].安徽农学通报,2013,19(23):38-39.
- [3] 高爱农,姜淑荣,赵锡温,等.苹果品种抗寒性测定方法的研究[J].果树科学,2000,17(1):17-21.
- [4] 钟海霞,潘明启,张付春,等.葡萄砧木枝条的抗寒性比较[J].新疆农业科学,2016,53(2):261-269.
- [5] 玉苏甫·阿不力提甫,阿依古丽·铁木儿,帕提曼·阿布都热合曼,等.利用隶属函数法综合评价梨砧木抗寒性[J].中国农业大学学报,2014,19(3):121-129.
- [6] SUKUMARANN P, WEISER C J. Method of determining cold hardiness by electrical conductivity in potato[J]. HortScience, 1972(7): 467-468.
- [7] 刘祖祺,张石诚.抗性生理学[M].北京:中国农业出版社,1990:371-372.
- [8] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [9] 乔富康.植物生理学实验分析测定技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [10] 李合生,孙群,赵世杰,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [11] 亚力坤·牙生,阿衣古力·阿不都瓦依提,徐敏.2个核桃品种的抗寒性研究[J].新疆农业大学学报,2014,37(2):127-130.
- [12] 王勇.核桃枝条电解质渗出率与抗寒性的关系[J].江西农业大学学报,2007,29(2):230-233.
- [13] 汤轶伟.早实核桃一年生枝条休眠期伤流规律及影响因素研究[D].保定:河北农业大学,2008.
- [14] 张婷,车凤斌,潘严,等.低温胁迫对核桃枝条几个抗寒生理指标的影响[J].新疆农业科学,2011,48(8):1428-1433.
- [15] 相昆,张美勇,徐颖,等.不同核桃品种耐寒特性综合评价[J].应用生态学报,2011,22(9):2325-2330.
- [16] 贺奇.低温胁迫对核桃抗寒性指标的影响[J].山西林业科学,2014,43(1):31-33.
- [17] 李小琴,彭明俊,段安安,等.低温胁迫对8个核桃无性系抗寒生理指标的影响[J].西北林学院学报,2012,27(6):12-15.
- [18] 孙红梅,刘杜玲,杨吉安,等.早实核桃对低温胁迫的生理响应及抗寒性评价[J].北方园艺,2012(15):17-20.
- [19] 王勇,宋艳波,乔永胜,等.核桃优良品种枝条抗寒性生理生化指标分析[J].山西农科学,2012,40(10):1044-1048.
- [20] 杨惠.陕西核桃栽培品种(优系)对低温胁迫的应答响应及抗寒性评价[D].杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [21] 王贵.晋RS-1系核桃砧木的选育研究[J].山西林业科技,2011,40(4):1-5.
- [22] 陈海龙.核桃优良砧木选育的研究[J].山西林业科技,2010,39

(4);22-26.

[23] 王建设. 不同核桃砧木品种特性比较研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2012, 32(6): 22.

[24] 杨巧云, 张晓申, 史喜兵. 河南省核桃砧木筛选试验研究[J]. 农业科技通讯, 2013(2): 90-92.

[25] 高新一, 孙百令. 板栗、核桃嫁接砧木的研究[J]. 生命世界, 1975

(2);20-21.

[26] 张继祥, 魏钦平, 毛志泉, 等. 美国黑核桃资源及开发利用[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2001, 32(4): 555-560.

[27] 胡靖楠, 蒋细春, 林跃, 等. 化香砧木嫁接山核桃育苗及造林效果[J]. 湖南林业科技, 2009, 36(5): 11-14.

## Effects of Different Rootstocks on Cold Resistance of ‘Lyuling’ Walnut

LI Hui<sup>1</sup>, LIANG Manman<sup>1</sup>, ZHAO Shuang<sup>1</sup>, LI Baoguo<sup>1,2</sup>, LI Han<sup>1</sup>, QI Guohui<sup>1,2</sup>

(1. College of Forestry, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Research Center for Walnut Engineering and Technology of Hebei, Lincheng, Hebei 054300)

**Abstract:** To determine the effects of different rootstocks on cold resistance of ‘Lyuling’ walnut, two-year-old trees of ‘Lyuling’ walnut which were grafted onto ‘Zhongningqiang’, ‘Zhongningyi’, ‘*Juglans hindsii* Rehd’ and ‘*Juglans regia* L.’ rootstocks were used as materials. Electrolyte leakage, MDA content, protective enzyme activities, osmotic adjustment substances in one-year-old branches were determined after treated at  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ . The results showed that as the temperature decreased, electrolyte leakage in the one-year-old branches of ‘Lyuling’ walnut grafted onto the four rootstocks showed a ‘S’ type upward trend, the semilethal temperatures of one-year-old branches of ‘Lyuling’ walnut grafted onto the four rootstocks were  $-21.7^{\circ}\text{C}$ ,  $-22.3^{\circ}\text{C}$ ,  $25.3^{\circ}\text{C}$ ,  $-22.8^{\circ}\text{C}$ . The changes of malondialdehyde (MDA) contents, protective enzymes activities, proline contents, soluble sugar contents and soluble protein contents showed the trend of increased and then decreased, the peaks of MDA contents appeared at  $-25^{\circ}\text{C}$ , that the protective enzymes activities and proline contents appeared at  $-20^{\circ}\text{C}$ , that the soluble sugar contents and soluble protein contents appeared at  $-15^{\circ}\text{C}$ . Comprehensive evaluation of cold resistance of ‘Lyuling’ walnut grafted onto the four rootstocks by subordinate function values analysis was conducted, and the cold resistance order of ‘Lyuling’ walnut grafted onto the four rootstocks was ‘*Juglans hindsii* Rehd’ > ‘*Juglans regia* L.’ > ‘Zhongningqiang’ > ‘Zhongningyi’. This showed that ‘*Juglans hindsii* Rehd’ was the suitable rootstock for ‘Lyuling’ walnut at the aspect of cold resistance.

**Keywords:** walnut; rootstock; cold resistance; MDA; protective enzymes; osmotic adjustment substances

## 2017 年大蒜行情预测

## 知识窗

1. 2016 年全国大蒜种植面积比 2015 年增加 20.85% 左右, 基本没有发生病害, 也没有恶劣天气发生, 如果年后大蒜生长正常的话, 2017 年收获期大蒜总产量将会大幅上涨。

2. 2016 年大蒜如此高的价格, 大蒜出口量只下降了 9.73%, 说明现在的高价位对国际市场影响不是太大。

3. 2016 年由于大蒜价格高, 蒜片加工大量减少, 蒜片缺口出现, 2017 年大蒜上市后将会大量加工蒜片, 弥补蒜片的缺口, 消耗大量大蒜。其它蒜制品也将会增加产量。

4. 2017 年金乡大蒜价格保险投保突破  $3 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 2016 年大蒜每公斤目标价格为 3.46 元, 2017 年大蒜每公斤目标价格提高到 4.00 元, 有效的保障了蒜农的利益, 也对大蒜价格稳定起到支撑作用。

综合以上因素分析: 如果年后不出现大的自然灾害, 2017 年上半年大蒜价格应该在稳中趋弱的态势中运行, 理性回调是趋势, 但也不能排除大量资金介入推高蒜价的可能, 2017 年鲜蒜收获后大蒜价格将会大幅下降, 希望广大储存商理性看待当前市场行情, 抓住有利时机, 有序出售。

(摘自: 中国蒜网)