



唐克,单金友,吴雨蹊,等.十个沙棘品种(系)的抗寒性测定与分析[J].黑龙江农业科学,2021(1):91-95.

# 十个沙棘品种(系)的抗寒性测定与分析

唐 克<sup>1</sup>,单金友<sup>1</sup>,吴雨蹊<sup>1</sup>,周 双<sup>1</sup>,房 磊<sup>1</sup>,王 蕊<sup>1</sup>,王肖洋<sup>2</sup>

(1.黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所,黑龙江 哈尔滨 150028;2.绥棱县农业技术推广中心,黑龙江 绥棱 152200)

**摘要:**为评价不同沙棘品种(系)间抗寒性差异,以 201307、201308、201319、晚黄、无刺丰、芬兰、TF2-31、杂 54、巨人、深秋红 10 个不同沙棘亚种的一年生枝条为试验材料,首先通过田间寒害症状调查观测不同材料间抗寒性大致顺序,再通过实验室模拟低温胁迫,对丙二醛含量、脯氨酸含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性等生理指标检测,印证田间寒害症状的表现顺序,最后通过植株相对电导率换算半致死温度(LT<sub>50</sub>)及相关指标的数值变化研究不同沙棘品种(系)间抗寒性差异。结果表明:相对电导率与脯氨酸含量随温度的降低而升高,SOD 活性呈现先升高后降低,丙二醛(MDA)浓度随温度降低呈现先降低后升高,不同生理指标与沙棘抗寒性测定结果一致,结合半致死温度(LT<sub>50</sub>)及田间抗寒性调查结果综合评价,得出 10 个沙棘不同品种(系)抗寒性存在明显差异,芬兰品种抗寒性最好,其次为杂 54,抗寒性最差的为俄罗斯大果沙棘品种 201307 和 201308,其抗寒性顺序为芬兰>杂 54>无刺丰>晚黄>2012-11>201319>巨人>深秋红>201307>201308。

**关键词:**沙棘;品种(品系);抗寒性

沙棘是一种多年生落叶性灌木,全世界沙棘分布广泛,我国的西北、华北、东北、西南各省均有分布<sup>[1]</sup>。自 1985 年以来,我国在沙棘资源建设的多方面取得了突破性成果,走出了一条既恢复植被、培植资源,又利用资源搞开发,发展沙棘产业的新路子<sup>[2]</sup>。黑龙江省地理位置特殊,冬季漫长寒冷,现有沙棘种质资源不能满足产业发展需求,因此创新沙棘种质资源,筛选出抗寒、高产的沙棘品种势在必行。鉴于此,本试验以沙棘品种的一年生的休眠枝条为试验材料,通过实验室模拟低温冻害胁迫,测定电导率、丙二醛(MDA)含量、脯氨酸含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性等生理指标检测,比较国内外不同沙棘亚种间的抗寒特性,为筛选出适合黑龙江省栽培的抗寒、高产沙棘品系提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地坐落于绥化市绥棱县,位于小兴安岭南麓,地处 47°22'N,127°12'E,海拔 202.7 m,年

平均气温 1.4 ℃,日均最低气温-27 ℃,最低气温-42.4 ℃,最高气温 37.3 ℃,1 月份平均气温-22.6 ℃,7 月份平均气温 21.8 ℃,≥10 ℃的有效积温 2 460.4 ℃,无霜期 118.2 d,年平均降水量 551.5 mm,冬季积雪 0~11 cm,日照时数 2 821.9 h,年蒸发量 1 242.5 mm。土壤为沙壤土,pH6.8~7.3,有机质 4.04%~4.60%。

### 1.2 材料

2018 年 11 月沙棘完成当年生长进入休眠期后进行采样,选择极具市场发展前景的优质、高产的不同沙棘优良品种(系)9 个,分别是 201307、201308、201319、晚黄、无刺丰、芬兰、TF2-31、杂 54 和巨人,以黑龙江主栽品种“深秋红”为对照。剪取充分成熟,均匀整齐的当年生枝条 20 cm,备用。

### 1.3 方法

**1.3.1 试验设计** 试材冲洗干净后,用自封袋分装好放在 4 ℃的冰箱中冷藏预处理 48 h 后,进行室内模拟冻害胁迫,冻害胁迫温度从-20 至-40 ℃均匀分为 5 个梯度,每个胁迫梯度相差 5 ℃,达到所需温度后维持 3 d,取出后在 4 ℃冷藏中解冻,将试验材料按照不同检测指标的测定方法进行预处理,3 次重复。

**1.3.2 测定项目及方法** 田间调查不同品种寒害症状<sup>[3]</sup>;电导率测定参照任慧等<sup>[4]</sup>的方法;丙二醛含量、脯氨酸含量测定参照李合生方法<sup>[5]</sup>;超氧

收稿日期:2020-09-08

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(2018YYFY032);国家水利部沙棘开发管理中心项目(2018-zg-kj-004);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项“果树优异种质资源创新及关键栽培技术研究”项目(HNK2019 CX11)。

第一作者:唐克(1984—),男,硕士,助理研究员,从事沙棘育种及栽培繁育技术研究。E-mail:tangke19841102@163.com。

化物酶(SOD)活性测定参照李合生方法<sup>[5]</sup>。

1.3.3 数据分析 试验数据的采集与处理采用 Excel 2013 作图和 SPSS 19.0 软件中的 LSD 多重比较法比较数据之间的差异显著性,数据均为平均值。

2 结果与分析

2.1 田间调查不同品种抗寒性比较

2018 年冬季寒冷干燥,极端低温-41.2℃,其中 2019 年 1 月份平均气温在-18.1~-8.7℃,在 2019 年 3 月沙棘枝条萌发前,采用胡建忠的“良种沙棘抗逆性的田间评判方法”<sup>[3]</sup>,对 10 个沙棘品种进行抗寒性田间调查。由表 1 可知,芬兰、杂 54、晚黄、无刺丰抗寒等级相似,其中无刺丰寒害症状稍重,原因在于该品种抗病性差,干缩病严重,病害的影响下其寒害症状略重,201307、201308 两个品种寒害症状最重,抗寒性最差。

2.2 丙二醛浓度与抗寒性的关系

由图 1 可知,不同品种试验材料 MDA 浓度随温度降低呈现先下降后上升趋势,-25℃时,MDA 浓度下降到最低点,而后缓慢升高,在-25~-30℃增加明显,不同品种 MDA 浓度上

升幅度不同,其中上升速度最快的为 201308 为 94.89%;其次为 201307,上升了 91.12%;上升幅度最小的为芬兰,上升了 38.77%;温度在-35~-40℃时 MDA 浓度到达极限,证明植物细胞组织已经受到严重冻害<sup>[6]</sup>。本试验中芬兰沙棘受到低温胁迫后 MDA 浓度变化幅度最小,说明其抗寒性最好,其次为杂 54,变化幅度最大的为 201308,说明其抗寒性最差。

表 1 沙棘品种抗寒性田间调查

品种	抗寒等级	寒害症状
201308	3	主杆冻枯 1/3 左右
201307	3	主杆冻枯 1/3 左右
深秋红	2	主杆顶部枯萎
巨人	2	主杆顶部轻度枯萎
201319	2	主杆顶部轻度枯萎
2012-11	2	主杆顶部轻度枯萎
晚黄	1	茎梢无变化
无刺丰	1	茎梢轻度萎蔫,可恢复正常生长
杂 54	1	茎梢无变化
芬兰	1	茎梢无变化

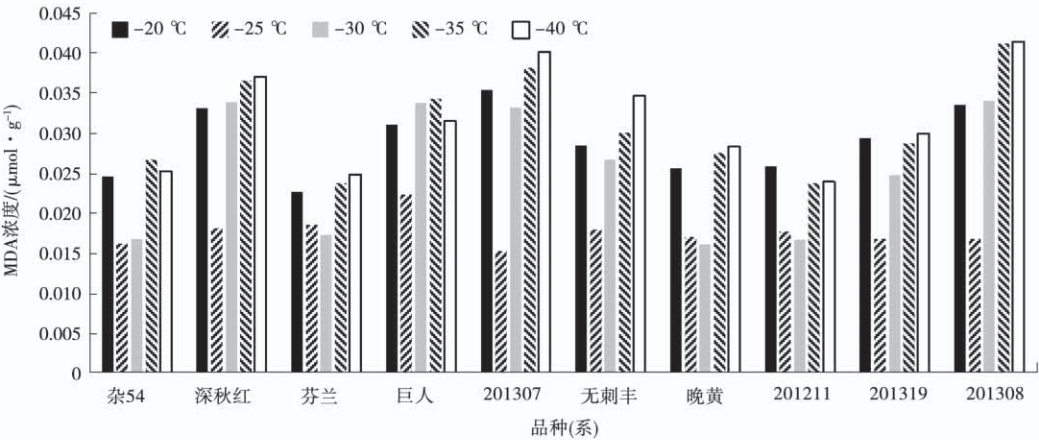


图 1 不同温度低温胁迫下 MDA 浓度变化曲线

2.3 脯氨酸浓度与抗寒性关系

由图 2 可知,随着温度降低,脯氨酸含量升高后趋于平缓,-20~-25℃升高速度最快,-30~-40℃脯氨酸浓度变化不明显。不同品种脯氨酸浓度上升速度不同,在-20~-25℃时,上升速度对快的是 201307,为 48.38%,其次是 201308,为 45.37%,说明其受到低温影响较大,上升速度最慢的为芬兰沙棘,上升了

14.18%,与 MDA 浓度变化相符。

2.4 SOD 酶活性与抗寒性关系

参试的 10 个材料 SOD 活性随温度降低呈现先升高而后降低的趋势,如图 3 所示,在沙棘受到低温胁迫时,SOD 活性与自身抗寒性呈正相关,抗寒性越好的沙棘品种在受到低温胁迫后 SOD 活性升高速度越快。在-20~-25℃时,SOD 活性显著升高,多数品种在-25℃升高到最高,



10 个试验材料中,芬兰品种受到温度胁迫后 SOD 活性上升最快,其次是杂 54,上升速度最慢的为

201307,而后下降,在-30~-40 ℃时 SOD 活性变化不显著。

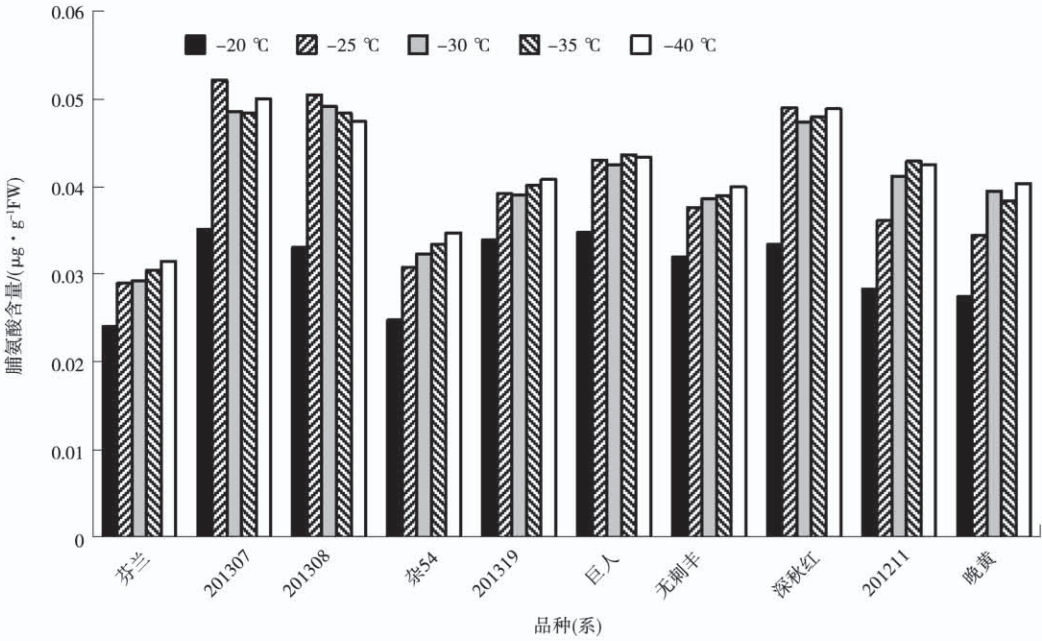


图 2 不同温度胁迫下脯氨酸浓度变化曲线

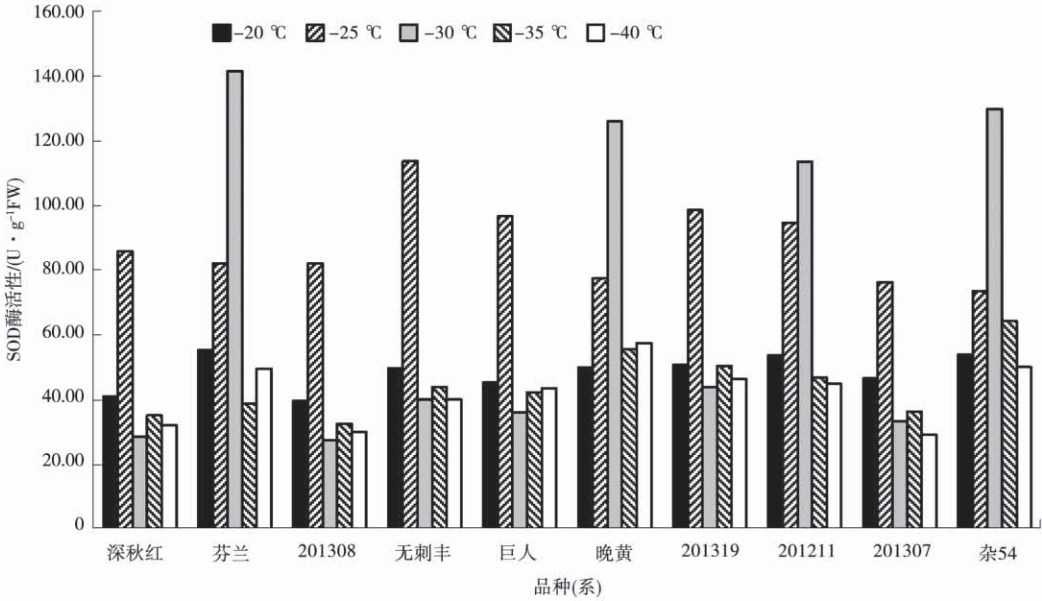


图 3 不同温度胁迫下 SOD 活性变化曲线

2.5 电导率与抗寒性关系

2.5.1 不同低温胁迫处理后细胞相对电导率变化 图 4 结果显示,细胞相对电导率变化随温度的变化而呈现出先增高后降低的趋势,在-20~-30 ℃时所有品种细胞电解质外渗率变化显著,低温胁迫对细胞膜造成严重影响,-30~-40 ℃电解质外渗率变化幅度减小,植株细胞受到不可

逆损伤,甚至死亡。

2.5.2 不同品种低温胁迫下半致死温度(LT<sub>50</sub>) 参考任慧等<sup>[4]</sup>的方法通过 Logistic 方程拟合计算出不同沙棘品种的半致死温度见图 5。通过计算结果可以得出芬兰品种半致死温度最低,为-22.20 ℃,其抗寒性最强,201308 半致死温度最高,为-15.58 ℃,抗寒性最弱。

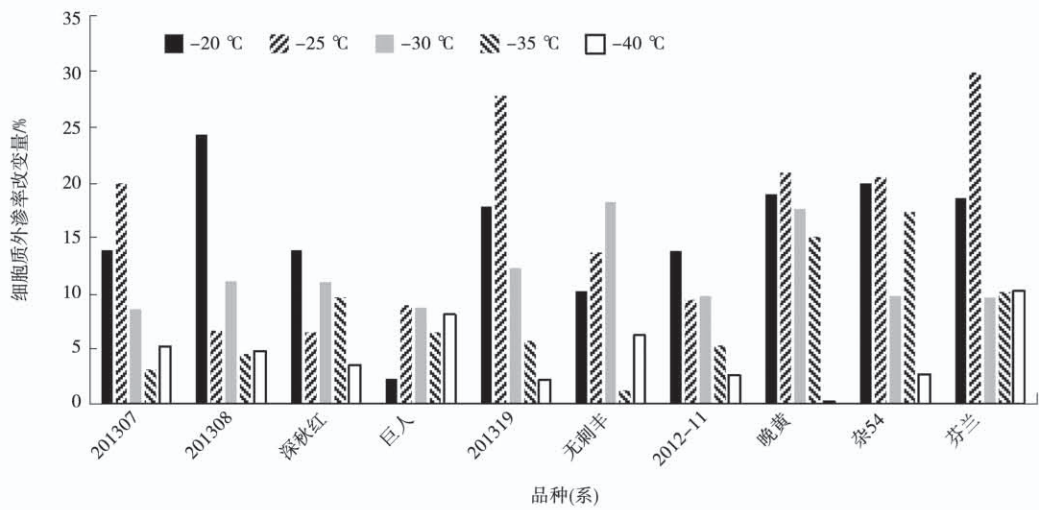


图 4 低温胁迫下电解质外渗率变化曲线

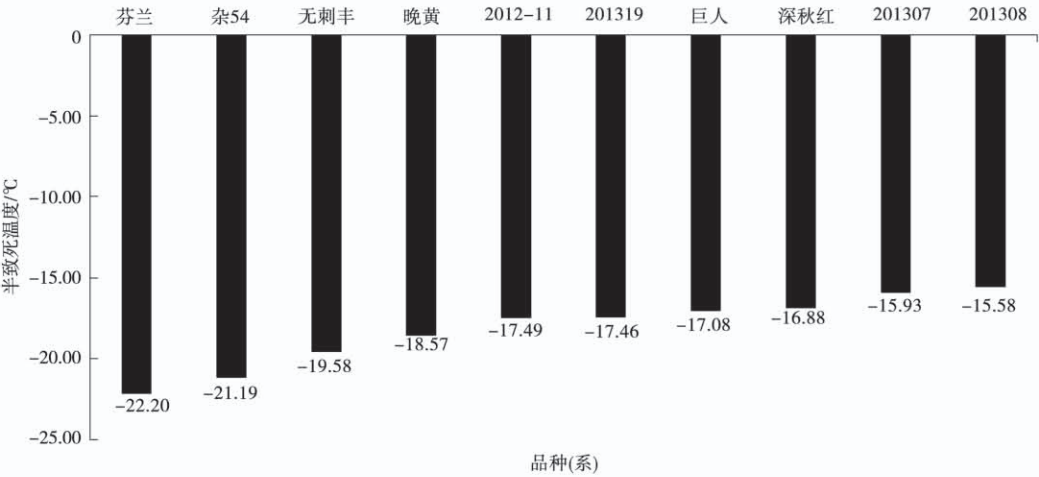


图 5 不同温度低温胁迫后沙棘枝条半致死温度

3 结论与讨论

通过田间寒害症状调查可以看出,参试材料的抗寒性顺序大致为芬兰>杂 54>无刺丰>晚黄>2012-11>201319>巨人>深秋红>201307>201308,其中俄罗斯引进大果沙棘品种 201307、201308 抗寒性最差。

植株受到低温胁迫时体内过氧化物 MDA 大量积累,因此 MDA 浓度成为了植株抗寒性的重要指标之一<sup>[8]</sup>,与此同时,植株通过保护酶系统对过氧化物进行清除,保护细胞膜不被氧化<sup>[9]</sup>在低温胁迫前期,SOD 的增加减少了 MDA 的浓度,在温度继续降低时,细胞受到损伤,SOD 活性降低,从而使 MDA 浓度升高,因此在 -25 °C 时细胞内 SOD 活性最强,而 MDA 浓度最低,随着温度持续降低,SOD 活性降低,而 MDA 浓度升高,

在 -30~-40 °C 时,MDA 浓度随着 SOD 酶活性的丧失而趋于稳定,细胞受到大量损伤。

在植株受到低温胁迫时脯氨酸含量增加,其可作为渗透调节物质、保护蛋白质分子、作为活性氧的清除剂、低温胁迫结束后可作为能源物质(或碳源)和氮源<sup>[10]</sup>。本试验中 10 个沙棘品种在受到低温胁迫后脯氨酸含量都显著增加,-30~-40 °C 时增加幅度平缓,与 MDA 浓度、SOD 酶活性的结果相一致。

低温胁迫下沙棘抗寒性与细胞电解质渗透性、生理活性及保护性酶的活性有密切关系<sup>[11]</sup>,沙棘植株通过自身细胞一系列的生理生化变化来适应低温胁迫的影响,随着温度的降低,细胞质膜透性增加,细胞内电解质大量渗透到细胞膜外,使其相对电导率显著增加,到达峰值后细胞受到破



坏,电解质外渗率达到 50%,说明低温胁迫对细胞损伤严重,继续降温细胞膜遭到破坏,电导率变化较小,植株受到不可逆损伤甚至死亡。通过电解质渗出率与温度曲线结合 Logistic 方程可得出植株半致死温度,进而得出抗寒性最好的品种为序为芬兰,最差的为 201318,其余品种顺序依次为杂 54 > 无刺丰 > 晚黄 > 2012-11 > 201319 > 巨人 > 深秋红 > 201307。其半致死温度的测定进一步证实了试验材料田间寒害症状的表现顺序及各项生理指标的检测结果。

综上所述,沙棘品种受到低温胁迫后,在 -20~-25 ℃ 时,细胞膜透性、SOD 酶活性与脯氨酸含量增加,MDA 浓度降低,在 -25~-30 ℃ 时,质膜透性增加缓慢,SOD 酶活性与脯氨酸含量开始降低,MDA 浓度升高,-30~-40 ℃ 时所有指标趋于平缓,数值变换幅度不大。初步确定 10 个沙棘品种抗寒性顺序为芬兰 > 杂 54 > 无刺丰 > 晚黄 > 2012-11 > 201319 > 巨人 > 深秋红 > 201307 > 201308,其中深秋红为黑龙江省主栽的晚熟沙棘品种,正常气候条件下,抗寒性优于深秋红的品种,冬季受低温冻害影响较小。201307、201308 为俄罗斯引进的大果沙棘品种,属于蒙古

沙棘亚种,抗寒性较差,遇到极端天气时易出现枝条抽干,萌芽困难,甚至死亡等现象。

### 参考文献:

- [1] 刘洪章. 沙棘生物学及化学成分分析[D]. 长春:吉林农业大学,2003.
- [2] 张学良,张生兰,刘志全. 大果沙棘温室嫩枝扦插试验[J]. 青海农林科技,2009(1):12-15.
- [3] 胡建忠. 良种沙棘抗逆性的田间评判方法[J]. 国际沙棘研究与开发,2013(1):15-16,24.
- [4] 任惠,王小媚,刘业强,等. 应用电导率法和 Logistic 方程测定杨桃枝条抗寒性的研究[J]. 西南农业学报,2016,29(3):200-205.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [6] 石峰. 低温对园林植物体内渗透物质与丙二醛含量的影响[J]. 山东林业科技(5):85-87,80.
- [7] 朱根海,刘祖祺,朱培仁. 应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致死温度的研究[J]. 南京农业大学学报,1986,9(3):11-16.
- [8] 李支成. 果树生理生化状况与抗寒性的关系研究进展[J]. 安徽农学通报,2012(11):90-91.
- [9] 郭祥泉. 用膜透性、SOD 酶活性和膜脂脂肪酸成分探讨林木抗寒性[J]. 西南林业大学学报,2012,32(4):6-11.
- [10] 王小华,庄南生. 脯氨酸与植物抗寒性的研究进展[J]. 中国农学通报,2008(11):408-412.
- [11] 杨建民,周怀军,王文凤. 果树霜冻害研究进展[J]. 河北农业大学学报,2000(3):55-59.

## Determination and Analysis of Cold Resistance in 10 Seabuckthorn Varieties (Lines)

TANG Ke<sup>1</sup>, SHAN Jin-you<sup>1</sup>, WU Yu-xi<sup>1</sup>, ZHOU Shuang<sup>1</sup>, FANG Lei<sup>1</sup>, WANG Rui<sup>1</sup>, WANG Xiao-yang<sup>2</sup>

(1. Institute of Rural Revitalization Science and Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150028, China; 2. Suiling Agricultural Technology Extension Center, Suiling 152200, China)

**Abstract:** In order to evaluate the difference of cold resistance among different Seabuckthorn varieties (lines), the annual branches of 10 different subspecies of *Hippophae rhamnoides* subspecies 201307, 201308, 201319, Wanhuan, Wucifeng, Fenlan, TF2-31, Za 54, Juren and ShenqiuHong were used as experimental materials. The cold resistance order of different materials was observed through field investigation of cold injury symptoms. Proline content, superoxide enzyme (SOD) activity and other physiological indicators were detected to confirm the performance order of cold injury symptoms in the field. Finally, the differences of cold resistance among different seabuckthorn varieties (lines) were studied through the conversion of plant relative conductivity into half lethal temperature (LT<sub>50</sub>) and the numerical changes of related indexes. The results showed that the relative conductivity and proline content increased with the decrease of temperature, the activity of SOD increased first and then decreased with the decrease of temperature, and the concentration of malondialdehyde (MDA) decreased first and then increased with the decrease of temperature. Different physiological indexes had the same results on the cold resistance of *Hippophae rhamnoides*. Combined with the semi lethal temperature (LT<sub>50</sub>) and the field cold resistance investigation results, the cold resistance of 10 seabuckthorn varieties (lines) was obvious different. The order of cold resistance was Fenlan > Za 54 > Wucifeng > Wanhuan > 2012-11 > 201319 > Juren > ShenqiuHong > 201307 > 201308.

**Keywords:** *Hippophae rhamnoides*; seabuckthorn; varieties; cold resistance