

不同黑莓品种的抗冻性分析

任冰如, 吴文龙, 闫连飞, 李维林

[江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园) 江苏省植物迁地保护重点实验室, 江苏 南京 210014]

摘要: 采用电导法测定了7个黑莓(*Rubus* spp.)品种及1个树莓品种(对照)经冷冻处理后电解质渗出率的变化,并用二项式和 Logistics 方程对测定数据进行了拟合。结果表明,经0℃至-35℃的冷冻处理后,7个黑莓品种枝条的电解质渗出率大多高于对照;黑莓品种‘Young’枝条的电解质渗出率相对较小。二项式的拟合度高于 Logistics 方程,二项式拟合结果表明,供试黑莓品种的抗冻性均低于树莓品种‘Reveille’,其中黑莓品种‘Young’的抗冻性较强, LT_{50} 为-31.0℃;黑莓品种‘Brazos’和‘Arapaho’的 LT_{50} 分别为-19.4℃和-19.9℃,抗冻性较弱。

关键词: 黑莓; 电解质渗出率; 抗冻性

中图分类号: S663.201; Q945.78 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2008)01-0054-03

Analysis of frozen resistance of different cultivars of blackberry (*Rubus* spp.) REN Bing-ru, WU Wen-long, LÜ Lian-fei, LI Wei-lin (Jiangsu Provincial Key Laboratory for Plant *Ex-situ* Conservation, Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2008, 17(1): 54-56

Abstract: Change of electrolyte leakage ratio of seven cultivars of blackberry (*Rubus* spp.) and one cultivar of raspberry (control) was determined by conductometry after frozen treatment, and the experiment datums were analyzed by the binomial and the Logistics formulas. The results showed that electrolyte leakage ratio of seven cultivars of blackberry was almost higher than that of the control after treated by low temperature from 0℃ to -35℃. The electrolyte leakage ratio of cultivar ‘Young’ was relatively low. The fitting degree of binomial formula was higher than that of Logistics formula. The fitting result of binomial formula indicated that frozen resistance of all blackberry cultivars was lower than that of raspberry ‘Reveille’, and frozen resistance of cultivar ‘Young’ was the highest (LT_{50} -31.0℃), whereas ‘Brazos’ and ‘Arapaho’ (LT_{50} -19.4℃ and -19.9℃) had the lowest frozen resistance.

Key words: blackberry; electrolyte leakage ratio; frozen resistance

由江苏省·中国科学院植物研究所从美国引进的一些黑莓和树莓品种已在江苏部分地区推广种植,并取得良好的经济效益。近年来,为了满足市场需求,又陆续引进了30多个黑莓及树莓品种,它们在色泽、风味、成熟期、贮藏性及植株形态等方面各具特点。为了解这些品种对冬季低温的适应性,更好地指导黑莓的引种推广,作者以树莓为对照,采用电导法研究了不同黑莓品种的抗冻性。

1 材料和方法

1.1 材料

供试的7个黑莓(*Rubus* spp.)品种为‘Young’、‘Brazos’、‘Boysen’、‘Triple Crown’、‘Arapaho’、

‘Kiowa’和‘Shanee’,对照为树莓品种‘Reveille’。样枝均为2年生苗的1年生枝条,取自江苏省南京市溧水县黑莓种植基地。栽培土壤为粘壤土, pH 6.0~pH 6.5。

使用仪器包括 DLSB-5L125 低温冷却液循环泵、雷磁 DDS-307 电导仪、SHz-D 循环水式真空泵、SHz-88 水浴恒温振荡器。

1.2 方法

于2007年1月30日选取部位和长势一致、夏

收稿日期: 2007-08-27

基金项目: 江苏省农业科技成果示范推广项目(BC2006325)

作者简介: 任冰如(1964—),女,江苏宜兴人,硕士,研究员,主要从事植物生理生化研究。

秋生长的直径0.4~0.6 cm、长约15 cm的充实枝条进行实验。每品种各选6支,每支枝条上有4~5个芽。共设定11个处理温度:0℃、-6℃、-9℃、-12℃、-15℃、-18℃、-21℃、-24℃、-27℃、-31℃和-35℃,以6℃·h⁻¹的速度降温至设定温度后,保持2 h;取出枝条,4℃冰箱中放置24 h,缓慢解冻后待测。

参照文献[1]的方法测定枝条的电导率。将经低温处理的枝条切成0.5 mm薄片,取20个薄片,加入20 mL去离子水,真空抽气15 min,置于20℃恒温水浴振荡器上以90 r·min⁻¹的速度振荡2 h,测定溶液的电导率(EC_1),然后在100℃水浴中处理15 min,冷却至20℃并再次测定溶液的电导率(EC_2)。按下式计算枝条的电解质渗出率:电解质渗出率=(EC_1/EC_2)×100%。每处理重复3次。

1.3 数据处理

使用Excel软件计算各处理组电解质渗出率的平均值及标准差,以处理温度为 x 轴,电解质渗出率

为 y 轴,对每个品种分别作图,选择“二项式”作趋势线,求出函数式及相关系数。同时,利用SPSS软件中的Logistics方程进行拟合,求出函数式及相关系数,以某品种的电解质渗出率达到50%时所对应的处理温度为该品种的半致死温度(LT_{50})。

2 结果和分析

2.1 不同黑莓品种电解质渗出率的比较

7个黑莓品种的枝条经冷冻处理后的电解质渗出率见表1。由表1可见,各品种枝条的电解质渗出率基本上都随处理温度降低而增高。在各处理温度下,7个黑莓品种枝条的电解质渗出率大多高于作为对照的树莓品种‘Reveille’;在供试的黑莓品种中,品种‘Young’枝条的电解质渗出率相对较小。说明7个黑莓品种的抗冻性均低于树莓,黑莓品种‘Young’的抗冻性最强。

表1 不同温度冷冻处理后不同品种黑莓枝条电解质渗出率的比较($\bar{X} \pm SD$)

Table 1 Comparison of electrolyte leakage ratio in branches of different cultivars of blackberry (*Rubus* spp.) after frozen treatment with different low temperatures ($\bar{X} \pm SD$)

温度/℃ Temperature	不同品种的电解质渗出率/% Electrolyte leakage ratio of different cultivars							
	Young	Brazos	Boysen	Triple Crown	Arapaho	Kiowa	Shanee	Reveille (CK)
0	25.54 ± 1.47	42.13 ± 1.28	39.33 ± 1.63	32.49 ± 1.41	45.08 ± 2.85	43.45 ± 1.35	42.00 ± 0.75	28.78 ± 1.54
-6	30.34 ± 1.62	40.21 ± 1.58	38.31 ± 0.44	39.96 ± 0.75	51.18 ± 2.30	47.05 ± 0.67	43.82 ± 1.46	29.18 ± 2.39
-9	29.81 ± 2.58	46.49 ± 2.01	39.15 ± 0.71	40.46 ± 0.24	44.24 ± 4.51	39.57 ± 3.08	44.51 ± 2.59	31.68 ± 1.51
-12	31.57 ± 1.05	52.69 ± 0.94	44.27 ± 0.34	35.21 ± 1.63	42.29 ± 2.87	45.23 ± 2.54	56.06 ± 1.06	31.95 ± 1.74
-15	31.99 ± 0.15	51.52 ± 1.69	39.21 ± 1.30	40.64 ± 2.22	44.41 ± 3.37	39.82 ± 1.19	39.29 ± 0.71	37.92 ± 2.33
-18	34.26 ± 0.48	44.42 ± 1.13	48.74 ± 0.52	35.09 ± 1.30	45.43 ± 1.70	42.45 ± 1.01	39.02 ± 0.43	33.69 ± 0.80
-21	37.58 ± 1.63	47.43 ± 2.24	41.70 ± 0.82	44.56 ± 0.75	47.33 ± 2.32	42.85 ± 0.54	53.30 ± 0.62	35.39 ± 0.74
-24	37.93 ± 2.38	51.18 ± 0.03	52.90 ± 2.94	44.79 ± 1.36	61.51 ± 6.18	48.78 ± 0.54	42.89 ± 1.09	39.78 ± 0.37
-27	35.16 ± 0.87	51.35 ± 0.64	51.36 ± 1.97	43.61 ± 0.48	59.33 ± 1.15	51.14 ± 0.15	53.22 ± 2.10	43.15 ± 1.26
-31	52.64 ± 1.61	78.41 ± 0.55	67.97 ± 0.73	64.26 ± 0.83	64.88 ± 1.41	56.97 ± 1.95	70.21 ± 1.57	46.15 ± 2.07
-35	60.16 ± 1.35	70.76 ± 0.60	68.91 ± 1.39	64.49 ± 1.10	67.14 ± 2.98	69.90 ± 1.32	83.67 ± 0.77	47.91 ± 0.82

2.2 不同黑莓品种抗冻性的比较

分别用二项式和Logistics方程对电解质渗出率随处理温度变化的趋势进行拟合,计算不同黑莓品种的半致死温度(LT_{50}),结果见表2。虽然用2种方法计算得到的 LT_{50} 值有一定差异,但各品种 LT_{50} 的排序基本一致,说明2种拟合方法均可用于黑莓抗冻性的研究。表2数据表明,用二项式拟合计算的相关系数为0.85~0.97,用Logistics方程拟合计算的相关系数为0.70~0.96,且用二项式拟合计算的

所有供试品种的相关系数均高于Logistics方程的拟合结果,说明采用二项式处理数据能更好地反映黑莓枝条冷冻处理后电解质渗出率的变化趋势。

根据表2中二项式拟合的 LT_{50} 可见,树莓品种‘Reveille’(CK)的抗冻性最强, LT_{50} 为-36.4℃,明显高于供试的黑莓品种。黑莓品种‘Young’的抗冻性较强, LT_{50} 为-31.0℃;黑莓品种‘Triple Crown’、‘Kiowa’、‘Boysen’和‘Shanee’的抗冻性次之,各品种的 LT_{50} 分别为-26.5℃、-25.3℃、-23.1℃和

-22.1 °C;黑莓品种‘Brazos’和‘Arapaho’的抗冻性较弱, LT_{50} 分别为-19.4 °C和-19.9 °C。

表2 不同黑莓品种的低温半致死温度(LT_{50})
Table 2 Half lethal temperature (LT_{50}) of different cultivars of blackberry (*Rubus* spp.)

品种 Cultivar	二项式拟合 Binomial formula		Logistics 方程拟合 Logistics formula	
	r	$LT_{50}/^{\circ}\text{C}$	r	$LT_{50}/^{\circ}\text{C}$
Young	0.94	-31.0	0.92	-33.7
Brazos	0.85	-19.4	0.81	-16.2
Boysen	0.95	-23.1	0.88	-21.2
Triple Crown	0.91	-26.5	0.84	-26.6
Arapaho	0.91	-19.9	0.80	-15.9
Kiowa	0.95	-25.3	0.74	-22.8
Shanec	0.87	-22.1	0.70	-17.8
Reveille (CK)	0.97	-36.4	0.96	-38.3

3 讨 论

进入秋季以后,黑莓叶片开始凋落,植株进入休眠状态。随着气温的逐步下降,植株得到低温锻炼,抗冻性逐渐增强,至冬季最低气温时植株的抗冻能力最强,此时取样测定枝条的抗冻性能较准确地反应不同黑莓品种的越冬能力,同时这些枝条又是第2年的结果母枝,其受冻情况将直接影响黑莓果实的产量。因此,作者选择在全年气温最低的1月下旬取样进行黑莓枝条抗冻性指标的测定。

利用电导法预测和判断植物的抗逆性具有很高的灵敏度,抗逆性不同的植物在逆境下电解质渗出率的差异变化很大^[2]。朱根海等经多年的实验,证明了采用电导法配以 Logistics 方程求取拐点温度,能较准确地估算植物的低温半致死温度,并已应用于多种植物,取得了良好的效果^[3-4]。在用电导法研究植物抗冻性的过程中,除了取材要保持高度一致外,冷冻处理及样品浸泡的时间长短也非常重要,适宜的处理时间及温度能使测试结果准确反映植物的实际抗冻能力。据报道,不同植物的冷冻处理时间及浸泡时间有差异,如小麦(*Triticum aestivum* L.)叶片需冷冻处理1 h、浸泡3 h^[4],而多数木本植物枝条的冷冻处理及浸泡时间均在8 h以上,如葡萄(*Vitis vinifera* L.)需冷冻处理24 h、浸泡12 h^[5]。本实验所得数据用 Logistics 方程处理的拟合度较低,

求得的拐点温度与实际情况有一定差距,其主要原因可能是冷冻处理时间不够长,冷冻效应没有充分发挥。另外,电导率测定前样品浸泡时间较短,也是导致电解质渗出率较低的原因之一。

尽管如此,利用电导法最终检测出了不同黑莓品种间低温半致死温度的差异,对于快速比较黑莓品种的抗冻性具有重要意义。在前期的工作中,作者曾用相同的方法测定了黑莓品种‘Hull’、‘Chester’和‘Navaho’的抗冻性,发现这3个品种的抗冻性强弱与田间观察结果一致^[6]。

研究表明,树莓品种‘Reveille’的抗冻性最强,这与树莓原产北方寒冷地区有关。黑莓品种‘Young’和‘Boysen’是由罗甘莓(loganberry)与多个黑莓及树莓品种杂交培育而成的^[7-8],其较强的抗冻性可能与它们含有树莓种质成分有关。另外,在本实验中,品种‘Triple Crown’也表现出较强的抗冻性,该品种经北方地区种植验证,是黑莓中最耐寒的品种,在辽宁南部地区种植完全能够正常结果。

实验结果表明,用电导法结合二项式拟合方法,可以初步预测黑莓品种的抗冻能力,为黑莓的引种与推广提供了参考依据。

参考文献:

- [1] 毕绘蟾, 顾 娟, 孙醉君, 等. 常绿阔叶树抗冻种质评选方法的研究[C]//南京中山植物园研究论文集编辑组. 南京中山植物园研究论文集(1986). 南京: 江苏科学技术出版社, 1986: 68-75.
- [2] 习 岗, 张振瀛. 植物抗逆性研究的物理学方法[J]. 物理, 1997, 26(3): 162-166.
- [3] 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 (3): 11-16.
- [4] 朱根海, 朱培仁. 小麦抗冻性的季节性变化以及温度对脱锻炼的效应[J]. 南京农学院学报, 1984(2): 9-17.
- [5] 王文举, 张亚红, 牛锦凤, 等. 电导法测定鲜食葡萄的抗寒性[J]. 果树学报, 2007, 24(1): 34-37.
- [6] 任冰如, 李维林, 吴文龙, 等. 黑莓对水分、盐分和低温逆境的适应性[J]. 植物资源与环境学报, 2001, 10(4): 17-21.
- [7] 顾 娟. 悬钩子属植物资源及其利用[J]. 植物资源与环境, 1992, 1(2): 50-60.
- [8] 李维林, 吴文龙, 闫连飞. 黑莓品种宝森在江苏南京的表现[J]. 中国果树, 2007(4): 19-22.