

## 黑莓对水分、盐分和低温逆境的适应性

任冰如, 李维林, 吴文龙, 闫连飞, 孙醉君

(江苏省植物研究所植物迁地保护省级重点实验室, 江苏 南京 210014)  
中国科学院

**摘要:** 在南京盆栽条件下, 黑莓 (*Rubus* L. spp.) “Hull” 品种 1 年生扦插苗在土壤相对含水量为 70% 以上时, 地上部分和地下部分均生长良好, 正常开花结实; 土壤相对含水量下降到 50% ~ 60% 时, 地上部分生长明显减弱, 地下部分生长受到一定影响, 但植株都能存活; 土壤相对含水量下降到 45% ~ 50% 时, 地上部分及地下部分均生长不良, 部分植株死亡; 土壤相对含水量下降到 30% ~ 35% 时, 植株无法生存。黑莓 “Hull” 品种扦插苗是对盐 (NaCl) 敏感的植物, 中度 (0.2%) 以上盐浓度对生长有明显的抑制作用, 相对于地上部分和根系, 根颈部所受的影响较小, 表现为地上部无新的枝条萌出, 无叶片产生; 地下部无新根产生; 根颈部萌芽数量减少, 长度变小, 随着盐浓度的增加, 生长减慢甚至死亡。轻度 (0.1%) 盐处理未见有抑制作用。黑莓不同品种的枝条抗冻性不同, 所测定的 3 个品种中, “Hull” 抗冻性最差,  $LT_{50}$  为  $-25.5^{\circ}\text{C}$ , “Chester” 与 “Navoho” 的抗冻性相近,  $LT_{50}$  均为  $-29^{\circ}\text{C}$ 。

**关键词:** 黑莓; 土壤相对含水量; 盐浓度; 抗冻性

**中图分类号:** Q945.78; S663.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2001)04-0017-05

**The hardiness of blackberry to water content in soil, salt concentration and low temperature** REN Bing-ru, LI Wei-lin, WU Wen-long, Lü Lian-fei, SUN Zui-jun (The 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.* 2001, 10(4): 17-21

**Abstract:** The influence of water content in soil, salt concentration and low temperature to the growth of blackberry (*Rubus* spp.) were studied in potting test in Nanjing. The results show that: 1) When the soil relative water content is higher than 70%, the stem and the root system of the seedlings of variety “Hull” all grow well; when the soil relative water content reduces to 50% - 60%, the stem grows weaker and the root suffers a little; when the soil relative water content drops to 45% - 50%, all the stem and the root system suffer seriously and part of the plants dies; if the soil relative water content declines to 30% - 35%, the plants can not survive. 2) The variety “Hull” is sensitive to NaCl. Medium concentration (0.2%) of NaCl has a remarkable inhibitory effect to the growth of this variety, and the harmful effect to sucker is smaller than to stem and to root system, that is there are no new branches and leaves on stem and no new root emerge in root system, as to suckers, the number and the length are all less than the check, with the increasing of NaCl the rate of the sucker's growth is slower and the sucker is going to die. The inhibitory effect has not been seen in the light concentration (0.1%) of NaCl. 3) The cold hardiness is different among three varieties: “Chester” and “Navoho” are similar and “Hull” is poorer than the former two.

**Key words:** blackberry (*Rubus* spp.); soil relative water content; salt concentration; cold hardiness

黑莓 (blackberry) (*Rubus* spp.) 果实营养丰富、风味醇美、色泽艳丽, 适宜加工成饮料、酒类及其他各种食品, 深受人们欢迎。黑莓适应性强, 生长快, 结果早, 产量高, 江苏省·中国科学院植物研究所 1986 年首次从美国引进, 在江苏部分地区种植已取得了很好的经济效益<sup>[1]</sup>, 湖南怀化<sup>[2]</sup>、山东枣庄<sup>[3]</sup>等地已有引种。本文就不同的土壤相对含水量及不同盐分

浓度对黑莓生长的影响进行了研究, 并对黑莓不同品种间的抗冻性进行了比较, 以期黑莓的推广提供有价值的参考资料。

收稿日期: 2001-05-16

基金项目: 江苏省青年科技基金资助项目 (BQ98047)

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

## 1 材料与方 法

### 1.1 土壤相对含水量对黑莓影响的试验

黑莓“Hull”品种于1998年秋冬季扦插生根后,选择大小、长势相对一致的植株,于1999年3月中旬在防雨棚内进行盆栽,每盆1株。所用瓦盆为高度30 cm,口径30 cm,装入5 kg经2 cm孔筛过筛的土壤,经测定该土壤的田间持水量为36.3%。5月上旬将成活后的盆栽苗随机分为5组,每组为一处理,每一处理设7~8个重复,生育期全程控水,使各处理的土壤含水量维持在较稳定的水平。各处理的土壤含水量以相对含水量即土壤含水量占田间持水量的百分数表示,分别为处理1:85%以上;处理2:70%~80%;处理3:50%~60%;处理4:45%~50%;处理5:30%~35%,以处理2为对照。观察记录各处理的萌枝、根及果实生长情况。2000年继续上述试验。

### 1.2 不同盐浓度对黑莓影响的试验

黑莓“Hull”品种,经扦插生根后,3月中旬开始,选择大小、长势一致的扦插苗,置含盐(NaCl)量分别为0.3%、0.6%、0.9%和1.2%的Hoagland完全培养液<sup>[4]</sup>中培养,一周后开始观察记载地上部、根及根颈部的生长情况,以后每隔3~7 d观察记载一次。以不含NaCl的培养液为对照,每个处理设置6个重复。

培养过程中每隔一周更换一次培养液,使pH值保持在5.5~6.0,并且每天对培养液充入空气1次。

### 1.3 黑莓的抗冻性试验

以“Hull”、“Chester”和“Navoho”3个品种为试验材料,于1月中旬选取部位、长势、粗细较一致的枝条,每品种选6支,每支约12~15个芽,长15 cm左右,参照毕绘蟾等<sup>[5]</sup>的方法,置超低温冰箱中进行冷冻处理,处理温度为-15℃、-18℃、-21℃、-24℃、-27℃、-30℃及对照(-6℃),按-6℃/h的速度降温,至设定温度后保持2 h,取出,在4℃下放置一昼夜,缓慢解冻,待测。用电导法测定枝条的半致死温度(LT<sub>50</sub>),处理过的枝条切成0.5 mm的薄片,每处理重复3次,每个重复取20个薄片,加入20 mL去离子水,抽气,在20℃下,置摇床上以中速摇动2 h,用DDS-301型电导仪测定溶液的电导率(EC<sub>1</sub>),然后在100℃水浴上蒸15 min杀死组织,冷却至20℃后再测溶液的电导率(EC<sub>2</sub>),以(EC<sub>1</sub>/EC<sub>2</sub>)×100表示各处理的电解质渗出率。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同土壤相对含水量对黑莓生长的影响

土壤相对含水量对黑莓生长的影响见表1。

表1 不同土壤相对含水量下黑莓的生长情况<sup>1)</sup>

Table 1 The growth situation of blackberry under different treatments of relative water content in soil<sup>1)</sup>

处理组 No. of treatment	土壤相对 含水量 Relative water content in soil (%)	单果重量 Weight of one fruit (g)	1999年			2000年			根系生长情况		
			萌枝生长情况 Growth of shoots			萌枝生长情况 Growth of shoots			根系生长情况 Growth of root system		
			数量 Number	直径 Φ (cm)	长度 Length (cm)	数量 Number	直径 Φ (cm)	长度 Length (cm)	直径>2 mm的根数 No. of Φ>2 mm	最大长度 Max. length (cm)	鲜重 Fresh weight (g)
1	>85	3.640	1.7	0.89	153	1.5	0.78	236	14.5	97	40
2	70~80	3.947	1.0	0.94	183	1.3	0.73	157	10.3	101	28
3	50~60	3.078	1.3	0.60	72	1.1	0.61	134	7.1	103	28
4	45~50	1.520	0.4	0.42	40	1.0*	0.42 <sup>2)</sup>	60 <sup>2)</sup>	4.0 <sup>2)</sup>	48 <sup>2)</sup>	10 <sup>2)</sup>
5	30~35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) 黑莓长期生长在含水量较低的土壤中,部分植株干枯死亡 Because of the drought in soil, some of the plants died; 2) 4株的统计值 the datum from 4 plants; -: 全部植株干枯死亡 all plants died.

2.1.1 对黑莓萌枝生长的影响 黑莓的根颈部在春季发生萌枝,萌枝当年不开花,第二年开花结果,结果后自然死亡,再由春季产生的新萌枝取代<sup>[6]</sup>,因此萌枝的生长情况对次年黑莓产量影响较大。在观

察过程中发现,在生长后期生长旺盛的萌枝顶端常因昆虫咬啮或机械伤害而折断,无法测出全部植株的完整枝条的长度,表1中的萌枝长度为完整枝条及折断后残留枝条的长度,由表1可看出不同土壤

相对含水量下萌枝长度的变化趋势。1999年和2000年2个年度的数据都表明,处理1(土壤相对含水量RWC>85%)和处理2(RWC 70%~80%)的萌枝长度都达到150 cm以上,随着含水量的下降,萌枝的长度均变短。处理1萌枝的直径与处理2相比差异不大,处理3(RWC 50%~60%)萌枝比处理2细,而处理4(RWC 45%~50%)则更细。处理1萌枝的个数,2个年度的数据都高于处理2,而处理3在1999年高于处理2,2000年却低于处理2,可能是因为植株定植后的第一年,萌枝的个体(长度、直径)小,从母体中消耗的营养也少,因而能产生较多的萌枝,而长期在低含水量的土壤中生长,植株长势变弱,导致萌枝小而且少,这在土壤相对含水量更低的处理4中更加明显,1999年处理4中8株仅3株各产生1个萌枝,其余5株均未产生萌枝,到2000年,存活下来的4株苗,每株均只产生1个萌枝,且生长比对照要瘦弱得多。

**2.1.2 黑莓根部生长的变化** 从表1可见,处理1植株根的鲜重比处理2高,粗壮根(直径>2 mm)的数量也多;处理3根的鲜重虽然与处理2相同为28 g,但粗壮根的数量比处理2少;处理4根的鲜重和粗壮根的数量均比处理2显著减少。由此可见,充足的土壤含水量有利于根的生长,土壤含水量的降低会导致根的长势减弱。从表1中还发现,在处理1、处理2及处理3中,随着土壤含水量的下降,黑莓扦插苗最长根的长度反而略有增加,这可能与由于土壤相对含水量在此范围内减少时,植株还可以采用延长根长度的方式来吸取尽量多的水分以满足生长的需要有关。当土壤相对含水量进一步下降达到45%~50%时,植株受到干旱胁迫,根系重量减轻,粗壮根的数量减少,最长根的长度也大幅度减小,部分植株甚至死亡。

**2.1.3 果实重量的变化** 由表1可见,随着土壤相对含水量的降低,黑莓的单果重量减小,处理2单果最重,处理1其次,略低于处理2;处理3与处理2相比差异较大;处理4果实明显变小;处理5(RWC 30%~35%)因干旱胁迫,大部分植株死亡,8株中仅有1株存活,并且不能正常开花结实。可见充足的水分有利于果实生长,缺水严重影响黑莓果实的生长发育。

## 2.2 不同盐浓度对黑莓生长的影响

NaCl浓度对黑莓生长的影响见图1和图2。

**2.2.1 萌枝的生长** 由图1看出,不同浓度盐处理导致黑莓萌枝数量下降,盐浓度越高,下降幅度也越大。对照的萌枝数量随培养时间的延长而增加,大约在第29天达到高峰,以后开始下降;0.3% NaCl处理的萌枝数量也在第29天达到高峰;0.6% NaCl处理则第25天出现高峰;0.9%及1.2% NaCl的处理组,萌枝数量在第7天就开始下降,且后者下降的幅度更大。

高浓度NaCl处理不仅对萌枝数量有抑制作用,对萌枝长度的生长也有抑制作用。水培21 d后,对照及0.3%、0.6% NaCl处理组植株根颈部萌枝平均长度不断增加,35 d后未见下降,0.9% NaCl处理组萌枝平均长度在培养29 d后开始下降,1.2% NaCl处理组萌枝平均长度在培养21 d后就开始下降。

图2生长曲线的斜率反映了在不同浓度NaCl处理下,黑莓植株根颈部萌枝长度的增长速率,在一段时间内(水培后21~32 d)0.3%、0.6% NaCl处理组的萌枝增长速率比对照大,可能是因为此时对照的根系及分枝正在生长,与根颈部的萌枝竞争营养,而0.3%、0.6%处理组的黑莓植株根系及枝蔓的生长均受到抑制,加之萌枝的数量也少,植株体内的养分只需供给较少的萌枝生长,所以萌枝的增长速率较对照快,0.9%处理组也有这种现象,但维持时间短,1.2% NaCl处理组因受伤害过重而未见这一现象。

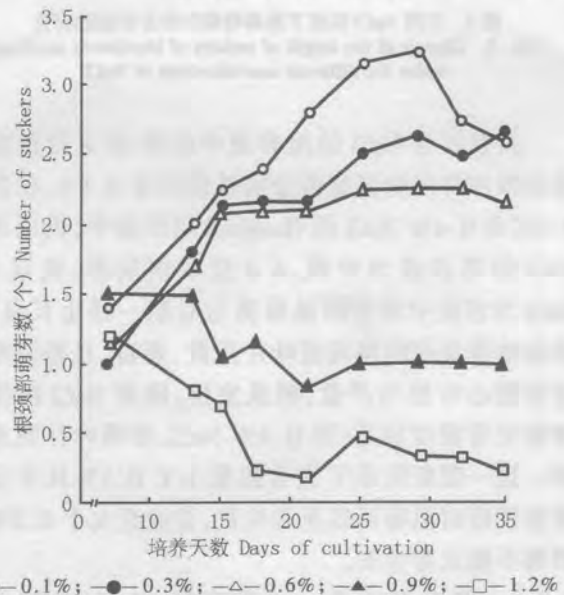


图1 不同NaCl浓度下黑莓根颈部萌芽数量的动态变化  
Fig. 1 Dynamic change of the number of suckers of blackberry seedlings under the different concentrations of NaCl

2.2.2 分枝的生长 黑莓扦插苗水培成活后,去年生枝的芽萌动,长出分枝。本试验结果显示,黑莓扦插苗在不含 NaCl 的培养液中,分枝生长良好,至第 35 天时,平均每株长出了 1.42 个新枝,长度平均为 6.68 cm,叶片能够完全展开。0.3%、0.6% NaCl 2 个处理组的 6 个重复中都只有一个单株在培养早期出现新枝,但长度仅维持在 0.2 cm 左右,未见增长,并且 3 周内逐渐干枯死亡。0.9% 和 1.2% NaCl 处理组,在整个水培过程中都有未见有新枝产生,且去年生枝条也逐渐干枯死亡。由此可见,黑莓植株地上部分对 0.3% 浓度以上的 NaCl 处理反应是十分敏感的。

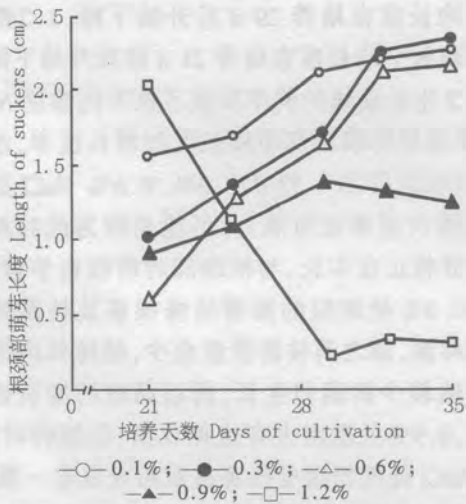


图2 不同 NaCl 浓度下黑莓根颈部萌芽长度的变化  
Fig. 2 Change of the length of suckers of blackberry seedlings under the different concentrations of NaCl

将在不含 NaCl 的培养液中培养 35 d 后长出大量新根和叶片的黑莓苗分别转移到含 0.1%、0.2%、0.3% 和 0.4% NaCl 的 Hoagland 培养液中,仍以不含 NaCl 的培养液为对照,4 d 后观察发现,在 0.1% NaCl 培养液中培养的黑莓苗与对照一样生长良好,其余培养液中的黑莓苗叶片发黄、萎蔫,且基部叶片受害较心叶更为严重,根系发黑,随着 NaCl 浓度的增加受害程度加重,至 0.4% NaCl,黑莓叶片完全焦枯。这一现象提示了当含盐量小于 0.1% 且有足够营养供给时黑莓可以正常生长,含盐量大于 0.2% 时黑莓不能正常生长。

2.2.3 根系的生长 水培后第 15 天,对照中有 67% 的苗长出新根,0.3% NaCl 处理组的 6 株苗中仅有 1 株长出少量新根,0.6% 处理组只有 1 株苗长出极少量新根,0.9% 及 1.2% 处理组的所有苗均无新

根长出。

### 2.3 黑莓不同品种的抗冻性比较

黑莓不同品种的抗冻性不同(图 3),图 3 显示了黑莓不同品种低温处理后电解质渗出率的变化情况,渗出率为 50% 时所对应的温度即为半致死温度  $LT_{50}$ 。

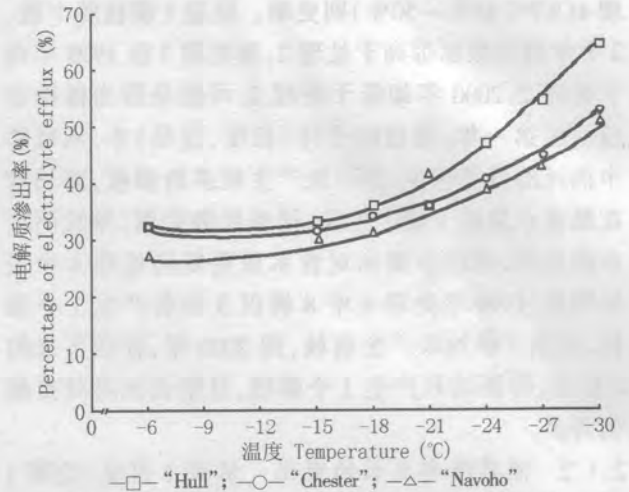


图3 黑莓不同品种经低温处理后电解质渗出率的比较  
Fig. 3 Comparison of percentage of electrolyte efflux of different varieties of blackberry through the treatment of low temperature

由图 3 得出,黑莓 3 个品种的  $LT_{50}$  分别是:“Hull”-25.5°C,“Chester”-29°C,“Navoho”-29°C。可见“Hull”的抗寒性最差,“Chester”与“Navoho”的抗寒性相近比“Hull”品种稍高。

## 3 讨论与结论

黑莓在土壤相对含水量大于 85% 的条件下能够正常生长,具有较强的耐湿性;当土壤相对含水量下降到 50%~60% 时,植株尚能够存活;当土壤相对含水量下降到 45%~50% 时,植株生长已受到严重影响,部分植株死亡;而土壤相对含水量下降到 30%~35% 时,植株处于受水分胁迫状态<sup>[7]</sup>,长期处于这种状态下,植株无法生存。

含盐量为 0%~0.2% 的土壤属于轻度盐渍化的土壤,0.2%~0.4% 为中度盐渍化土壤,0.6%~0.8% 为重度盐渍化的土壤<sup>[8]</sup>,本试验结果提示,黑莓“Hull”品种在轻度盐渍化土壤中尚可正常生长,对中度以上盐渍化土壤则无栽培价值,这在该品种的推广中应引起注意。

毕绘瞻等<sup>[5]</sup>的实验结果表明,18 种常绿阔叶树

种叶片的大多数  $LT_{50}$  与肉眼观察到的组织死亡温度比较接近,认为在抗冻种质资源筛选中,测定  $LT_{50}$  的实用性高,因此,本文采用  $LT_{50}$  作为黑莓抗寒性指标。实验过程中植物取材的一致性非常重要,枝条的粗细、部位、长势、年龄都需要尽量一致,所切薄片也要完整、厚薄均匀,这样测出的数据准确性高,可比性强,能提供较准确的抗寒性资料。Galletta 等<sup>[9]</sup>报道,“Hull”可以在美国抗寒带地图中的 6 带栽培(其最低温度范围为  $-23.3^{\circ}\text{C} \sim -17^{\circ}\text{C}$ )。Moore 等<sup>[10]</sup>报道,“Navaho”在  $-23^{\circ}\text{C}$  下未见有冻害,其抗寒性强于“Hull”,本试验的结果进一步明确了它们的半致死温度。

“Hull”和“Chester”是当前黑莓生产中推广的两个主栽品种,“Navaho”目前尚未推广。在南京地区,田间观察结果表明,气温下降到  $-10^{\circ}\text{C}$  时,“Hull”品种枝条的梢部常出现冻害,而“Chester”未见冻害,本实验结果与实际情况的趋势是一致的,由于本试验所取枝条为结果枝,其受冻情况将直接影响当年的果实产量,这在品种的推广中应当引起注意。

#### 参考文献:

- [1] 孙醉君,蔡建华,殷云龙,等. 黑莓的开发价值及其栽培[J]. 落叶果树, 2001, (1): 18-20.
- [2] 伍贤进,刘胜贵,傅家瑞,等. 黑莓在湖南的引种及果实的生理特性[J]. 植物资源与环境, 1999, 8(2): 49-52.
- [3] 褚福侠. 黑莓栽培技术[J]. 中国果树, 1999, (3): 22.
- [4] 潘瑞炽,董恩得. 植物生理学(上册)[M]. 北京:人民教育出版社, 1979. 34.
- [5] 毕绘蟾,顾 姻,孙醉君,等. 常绿阔叶树抗冻种质评选方法的研究[A]. 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[C]. 南京:江苏科学技术出版社, 1987. 68-75.
- [6] 吴文龙,顾 姻. 新经济植物黑莓的引种[J]. 植物资源与环境, 1994, 3(3): 45-48.
- [7] 任冰如,李维林,吴文龙,等. 黑莓叶片对水分处理的生理反应[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(2): 18-21.
- [8] 陈邦本,方 明. 江苏海岸带土壤[M]. 南京:河海大学出版社, 1988.
- [9] Galletta G J, Draper A D. “Hull Thornless” blackberry [J]. Hort-Science, 1981, 16(6): 796-797.
- [10] Moore J N, Clark J R. “Navaho” erect thornless blackberry [J]. Hort-Science, 1989, 24(5): 863-865.

(责任编辑:惠 红)

## 本草研究新著——新版《本草学》简介

作者:陈重明,宋立人,祁公任; 东南大学出版社出版;

16开本; 字数:52万字; 2001年11月出版; 订价:36.00元

本草研究在我国已有相当长的历史,特别是近十年来的研究已向多方位发展,目前已呈兴旺之趋势。我国本草的研究开拓者黄胜白是本草专著《本草学》的最早奠基人。随着本草研究向多学科发展,后人在原著基础上做了必要修订,进行必要的删改和增补,以满足广大读者的需要。

即将面世的新版《本草学》全书分为两部分。第一部分总论,介绍我国古代本草的发展历史,列举我国古代的重要本草著作,对其作者、内容作了简介,并予以一定的评价和确立其在中国科学史中的地位。

第二部分主要对 56 种中草药进行本草考证。介绍了中药本草等考证的重要意义和本草考证的方法,通过对 56 种中药的本草考证,重新确定了中药材的名称及其正品,澄清

人们对药物的历史渊源和历史变迁品种混淆的历史原因,内容丰富,考证详实,图文并茂,为我国药物发展史提供重要的资料。

新版《本草学》的出版必将进一步推动本草的研究和深入,对于研究本草的药学、药用植物等相关行业人员,该书是一本不可多得的好书,好教材。

订书单位或个人可与东南大学出版社第二编辑室陈跃联系,邮购需加 15% 邮挂费。地址:中国江苏南京四牌楼 2 号,邮政编码:210096,电话:025-3792274,传真:025-3362442,户名:东南大学出版社,开户行:建行莲花桥分理处,帐号:05554526108585-0603

(东南大学出版社 陈 跃)