

兰州地区引种的美国扁桃的越冬伤害与临界致死低温

潘晓云¹ 王根轩^{1*} 曹琴东²

(¹兰州大学干旱农业生态国家重点实验室, 兰州 730000; ²甘肃省绿色食品办公室, 兰州 730030)

摘要: 通过田间越冬指数调查、组织变褐法和电导法配合 Logistic 方程求拐点温度的方法, 对 7 个从美国引入的扁桃品种的抗寒性进行评价。结果表明: 扁桃幼树 1 年生休眠枝的低温半致死温度 (LT_{50}) 为 $-18.0 \sim -24.5$ °C; 其中 ‘Butte’ 和 ‘Padre’ 的抗寒性较强, 半致死温度约为 -24.5 °C; ‘Nonpareil’、‘Price’ 和 ‘Monterey’ 的抗寒性中等, 半致死温度约为 -20.9 °C; ‘Ne Plus’ 和 ‘Sonora’ 的抗寒性较弱, 半致死温度约为 -18.3 °C。

关键词: 扁桃; 越冬伤害指数; 低温半致死温度 (LT_{50}); 抗寒性

中图分类号: S 662.9 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2002) 01-0063-03

1 目的、材料与方法

扁桃 (*Amygdalus communis* L.) 起源于西亚西部山区^[1]。我国的扁桃生产主要集中在新疆的喀什地区。喀什地区与美国扁桃的主要生产地加利福尼亚州中部地区气候生态较为相似, 而我国西北其他地区则与其存在较大差异, 引种扁桃存在一定困难, 其中之一便是幼树的越冬伤害^[2]。因此设立此项研究以确定扁桃幼树的临界致死温度, 并对引入品种的抗寒性进行鉴定分类, 为扁桃引种栽培提供科学依据。

试验于 1997~ 1999 年进行。试材为 1997 年 3 月从美国 Burchell 苗圃公司引入的 2 年生扁桃幼树。7 个品种分别为: Nonpareil、Sonora、Price、Butte、Monterey、Padre 和 Ne Plus。砧木均为 Nemaguard。每品种引种不少于 50 株, 分别种植于甘肃省农业科学院果树研究所果树试验站 (用于品种比较试验; 土壤为砂壤土, 粒状结构、孔隙度大、通透性好; 定植前施农家肥 2.5 kg/穴; 南北成行定植, 3 次重复, 7×7 拉丁方设计, 株行距 3 m×4 m) 和兰州市植物园蔷薇科资源圃 (用于生物学特征观察及生理生态研究, 间比排列, 重复 2 次, 其它同上)。

幼树越冬伤害的田间调查: 于春季扁桃萌发期 (4 月上旬) 对各品种的越冬抽干情况进行调查, 每品种调查 25~ 30 株, 分为 0 级 (未发生抽干)、1 级 (1 年生枝条轻度抽干, 抽干部分占 1 年生枝条长度的百分数 $\leq 25\%$)、2 级 ($25\% \leq 1$ 年生枝条严重抽干 $\leq 75\%$)、3 级 (1 年生枝条全部抽干 $\geq 75\%$)、4 级 (地上部分全部抽干而死), 计算越冬伤害指数。所得数据为 2 年 (1997~ 1999) 2 点的平均数。

扁桃幼树临界致死低温的确定: 于 1 月中旬, 选择 1 年生充分成熟、粗度相对一致的健壮枝条分割成段, 每段长约 15 cm, 剪口用石蜡封闭, 用自来水、蒸馏水及重蒸馏水冲洗干净。每品种分 5 份, 每份包括各种枝条约 12 段, 用干净纱布包好, 放入塑料袋中, 置于 -15 °C 的 SANYO 超低温冰箱中人工冷冻。10 h 后按品种各取 1 份, 再以 4 °C/h 的速率降温, 每降低 5 °C 后保持 10 h。取出一批枝条后再继续降温, 直到 -35 °C 时为止。处理完毕的枝条在 0 °C 下静置 8 h 后, 以同样的速率 4 °C/h 缓慢升温直至室温, 将解冻后的枝条于室温下放置 12 h^[3]。将处理后的枝条剪成 3~ 5 mm 的薄片, 称 2 g 加入 20 mL 重蒸馏水, 加盖, 于室温下浸提 24 h, 测定浸出液电导率; 沸煮 20 min 后, 室温下放置

收稿日期: 2001-07-20; 修回日期: 2001-09-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (39770447); 国家重大基础研究专项基金项目 (G199011705)

* 通讯联系人, E-mail: wanggx@lzh.edu.cn

1 h, 再次测定电导率。计算相对电导率, 将各处理温度下的相对电导率用 Logistic 方程拟合 (符合度均达显著水平), 求拐点温度, 即为各品种的低温半致死温度^[4], 以此代表品种的抗寒性及临界致死低温。

2 结果分析与讨论

2.1 幼树的越冬指数

越冬指数是幼树越冬过程中所受各种伤害的综合反应, 越冬指数越小, 说明其受到的伤害程度越轻, 其抗寒性越强。从图 1 可以看出, 7 个品种的越冬指数有明显差异, 其中 Butte 和 Padre 的较小, 平均为 30.1 %。Nonpareil、Price 和 Monterey 的中等, 平均值为 40.2 %, Ne Plus、Sonora 的越冬指数较大, 平均值为 67.8 %。扁桃越冬伤害的典型外观特征为, 树冠顶部 1 年生枝条部分或全部干枯, 而只有中下部生长健壮的枝条及主干能正常萌芽。根据 2 年观察, 约有 86% 的个体均出现这种症状 (其中包括 Ne Plus、Sonora、Nonpareil、Price 和 Monterey 的全部个体及 Butte 和 Padre 的部分个体), 只有 Butte 和 Padre 的部分个体 (约 14%) 无任何干枯症状。并且, 越冬指数较高的品种死亡率较高, 其中 Ne Plus、Sonora 的死亡率分别为 19%、25%; Nonpareil、Price 和 Monterey 的平均死亡率为 6%; Butte、Padre 均全部成活。

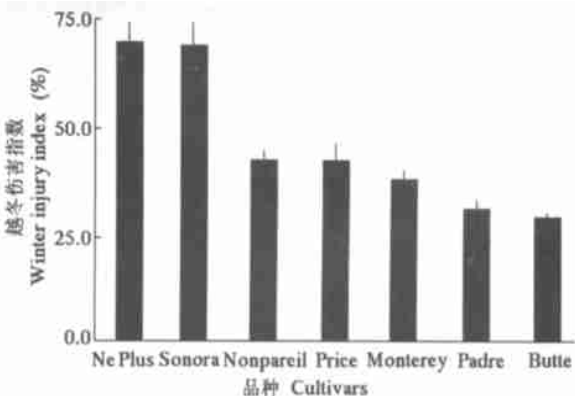


图 1 7 种扁桃幼树的越冬伤害指数
Fig. 1 Winter injury index for seven almond cultivars

2.2 幼树的低温半致死温度

从表 1 可以看出, 扁桃幼树的临界致死低温在 - 18.0 ~ - 24.5 °C 之间。将不同处理后的枝段放入培养室中保湿恢复 24 h, 从节间中部切开, 用徒手切片法切取薄片在解剖显微镜下观察组织变褐情况, 观察结果见表 2 (在同一枝条内木质部变化与韧皮部变化较接近, 只是在 - 25 °C 时多数视野中韧皮部色泽深于木质部, 故不再列出木质部褐变情况)。可以看出扁桃枝条不同组织的抗寒性明显不同, 其抗寒力顺序为韧皮部> 形成层> 髓, 并且可以看出形成层变褐的处理低温与所测临界致死低温较吻合。用离差平方法对半致死温度进行聚类分析, 可将 7 个品种划分为 3 类。第 1 类 Butte 和 Padre 抗寒性较强; 第 2 类 Nonpareil、Price 和 Monterey 抗寒性中等; 第 3 类 Sonora 和 Ne Plus 抗寒性较弱。

引种扁桃定植 2 年来, 兰州地区 1 月最低气温均未低于 - 15 °C, 结合本研究结果我们认为, 引种扁桃的越冬伤害可能主要是由于冬末初春气温短期回暖造成扁桃抗寒力的脱锻炼所引发的“冻旱”。

表 1 7 个扁桃品种在各处理温度下的相对电导率及其 logistic 方程参数和拐点温度
Table 1 Electrolyte leakages for seven almond cultivars under low temperature treatments and their parameters of curve estimation, and LT₅₀

品种 Cultivars	处理温度 Treatment temperature (°C)					Logistic 方程的参数 Parameters for logistic			曲线拟合度 Curve estimation		拐 点 温 度 LT ₅₀
	- 15	- 20	- 25	- 30	- 35	C	a	b	r	P	
Butte	16.8	17.5	22.4	46.3	67.2	70.56	136.69	- 0.2016	0.902	< 0.05	- 24.4
Padre	17.1	18.3	20.5	50.4	69.7	73.19	151.06	- 0.2052	0.898	< 0.05	- 24.5
Price	21.2	22.5	41.3	59.6	64.7	67.94	76.67	- 0.2148	0.972	< 0.01	- 21.2
Nonpareil	21.4	23.9	45.8	60.4	65.1	68.36	69.44	- 0.2042	0.980	< 0.01	- 20.7
Monterey	22.0	23.4	42.7	60.7	65.4	68.36	71.33	- 0.241	0.973	< 0.01	- 20.9
NePlus	27.4	33.5	46.9	54.6	61.3	66.57	19.74	- 0.1634	0.985	< 0.01	- 18.5
Sonora	28.5	35.8	48.1	56.4	63.4	64.37	20.91	- 0.1654	0.985	< 0.01	- 18.0

注: Logistic 方程 $Y = C / (1 + ae^{-bt})$, Y 为低温处理下的相对电导率, T 为处理温度; $LT_{50} = \ln a / b$ 。
Note: Logistic equation $Y = C / (1 + ae^{-bt})$. Y: represent electrolyte leakage under low temperatures; T: represent temperature treatment; $LT_{50} = \ln a / b$.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

表 2 7个扁桃品种的枝条组织在各低温处理下的变褐情况

Table 2 Trunk browning for seven almond cultivars under low temperature treatments

品种	组织	处理温度 Treatment temperature (°C)		
		- 15	- 20	- 25
Butte	韧皮部 Phloem	绿 Green	绿 Green	暗绿 Dark green
	形成层 Cambium	淡绿 Light green	淡绿 Light green	水浸状绿褐 Dark green, waterlogged
	髓 Pitch	浅黄 Light yellow	边缘变褐 Brown with edge	暗褐 Dark brown
Padre	韧皮部 Phloem	绿 Green	绿 Green	暗绿 Dark green
	形成层 Cambium	淡绿 Light green	淡绿 Light green	水浸状绿褐 Dark green, waterlogged
	髓 Pitch	浅黄 Light yellow	边缘变褐 Brown with edge	暗褐 Dark brown
Price	韧皮部 Phloem	绿 Green	暗绿 Dark green	褐 Brown
	形成层 Cambium	淡绿 Light green	水浸状绿褐 Dark green, waterlogged	暗褐 Dark brown
	髓 Pitch	浅黄 Light yellow	中心变褐 Brown from centre	深褐 Dark brown
Nonpareil	韧皮部 Phloem	绿 Green	暗绿 Dark green	褐 Brown
	形成层 Cambium	淡绿 Light green	水浸状绿褐 Dark green, waterlogged	暗褐 Dark brown
	髓 Pitch	浅黄 Light yellow	褐 Brown	深褐 Dark brown
Monterey	韧皮部 Phloem	绿 Green	暗绿 Dark green	褐 Brown
	形成层 Cambium	淡绿 Light green	水浸状绿褐 Dark green, waterlogged	暗褐 Dark brown
	髓 Pitch	浅黄 Light yellow	褐 Brown	深褐 Dark brown
Ne Plus	韧皮部 Phloem	绿 Green	水浸状绿褐 Dark green, waterlogged	褐 Brown
	形成层 Cambium	暗绿 Dark green	水浸状暗褐 Dark brown, waterlogged	暗褐 Dark brown
	髓 Pitch	黄褐 Brown	深褐 Dark brown	深褐 Dark brown
Sonora	韧皮部 Phloem	绿 Green	褐 Brown	暗褐 Dark brown
	形成层 Cambium	暗绿 Dark green	水浸状暗褐 Dark brown, waterlogged	暗褐 Dark brown
	髓 Pitch	黄褐 Brown	深褐 Dark brown	暗褐 Dark brown

参考文献:

1 University of California Division of Agriculture and Natural Resources. Almond Production Manual. Davis: University of California, 1996. 1, 52

2 潘晓云, 王根轩, 曹孜义. 扁桃在我国的适宜气候生态引种区研究. 生态学报, 2000, 20 (6): 1069~ 1075

3 Yadava U L, Doud S L, Weaver D J. Evaluation of different methods to assess cold hardiness of peach trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1973, 103 (3): 318~ 321

4 朱根海, 朱培仁, 刘祖祺. 应用 Logistic 方程确定植物组织低温半致死温度的研究. 南京农业大学学报, 1986, (3): 11~ 16

Winter Injury Index and Lethal Low Temperature for Introduced American Almond in Lanzhou, China

Pan Xiaoyun¹, Wang Genxuan¹, and Cao Qindong²
(¹State Key Laboratory of Arid Agroecology, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; ²Green Food Office of Gansu, Lanzhou 730030, China)

Abstract: Cold hardiness for seven introduced almond cultivars was evaluated by winter injury index, trunk cambial browning (TCB) and electrolytic conductance test (EC) with logistic equation. The results showed that the low temperature for 50% (LT₅₀) of one-year excised dormant shoots from young tree to be killed was - 18.0 to - 24.5 °C. Classification of cold hardiness of these cultivars was evaluated by system analysis, the results were as follows: 1) the hardy cultivars included Butte and Padre which could bear - 24.5 °C; 2) Nonpareil, Price and Monterey belonged to the medium hardy ones, whose LT₅₀ was about - 20.9 °C; 3) the tender cultivars included Ne Plus and Sonora whose LT₅₀ was about - 18.3 °C.

Key words: Almond; Winter injury index; Low-temperature for 50% killed (LT₅₀); Cold hardiness