

葡萄砧木抗旱性评价

郝 停 停, 张 博, 张 剑 侠

(西北农林科技大学 园艺学院, 旱区作物逆境生物学国家重点实验室, 农业部西北园艺植物种质资源利用重点开放实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以 22 个葡萄砧木品种或杂种优株为试材, 对 1 年生盆栽植株在不同干旱胁迫时间(0、6、12、18 d)条件下的叶片相对含水量、电导率、脯氨酸、丙二醛及叶绿素含量等 5 项生理指标进行了测定, 并利用隶属函数法综合评价了各砧木的抗旱性。结果表明: 根据干旱胁迫第 18 天时各项指标的测定结果, 按照平均隶属度的大小, 将砧木材料分为 3 种抗旱类型: 对照“燕山-1”和品种“抗砧 3 号”属于高抗类型; ‘225Ru’ ‘110R’ ‘101-14’ ‘5C’ “河岸-2” ‘6-12-1’ ‘6-12-4’ 属于中抗类型; ‘1103P’ ‘188-08’ ‘00-1-10’ ‘00-1-5’ “贝达” “狗脊” “3309” “5BB” ‘1-1-6’ ‘6-12-6’ ‘SO4’ “北醇” 及对照“河岸葡萄(♀)” 属于低抗类型。高抗品种“抗砧 3 号” 和中抗品种‘225Ru’ ‘110R’ ‘101-14’ ‘5C’ 可用于干旱、半干旱地区葡萄生产, 中抗杂种优株‘6-12-1’ ‘6-12-4’ 可用于进一步的抗逆性(如抗寒性、耐盐性等)筛选, 为新品种选育奠定基础。

关键词:葡萄; 砧木; 杂交; 抗旱性; 综合评价

中图分类号:S 663.105⁺.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0017-05

在世界果树生产中, 葡萄已成为栽培最普遍的三大水果之一。我国葡萄主产区以干旱、半干旱气候为主, 大陆性季风气候不仅导致常年冬春季干旱, 夏季高温干旱及秋旱也时常发生, 特别是西北地区^[1]。近年来农业生产中干旱威胁不断加剧, 水分不足导致葡萄产量减少, 品质变劣, 严重制约着葡萄产业的进一步发展^[2]。干旱胁迫已经成为北方地区葡萄栽培的最大阻碍, 得到学者的广泛关注和研究^[3-4]。为解决旱作条件下的生产问题, 目前我国除了采取有关栽培技术和栽培措施外, 越来越重视耐旱砧木和品种的选育, 这是从根本上减少干旱损失的有效途径。从植物自身出发, 研究葡萄品种和砧木的抗旱栽培, 以及制定节水灌溉制度、优化葡萄的水分利用效率无疑具有十分重要的理论和现实意义^[5]。干旱条件下, 叶片的相对电导率以及游离脯氨酸、丙二醛等含量均发生相应的变化^[6]。这些生理指标都可以作为抗旱性鉴定的依据。该试验根据前人的研究方法^[7-8], 通过对 22 个葡萄砧木品种及杂种优株的盆栽植株进行干旱胁迫处理, 测定不同干旱胁迫时间处理

下的葡萄抗旱性相关生理指标, 并采用隶属函数法对其抗旱性进行综合评价, 以期在生产应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为西北农林科技大学葡萄种质资源圃保存的 22 个砧木品种和杂种优株。其中砧木品种 14 个: “贝达” “5BB” “3309C” “SO4” “225Ru” “狗脊” “110R” “101-14” “5C” “抗砧 3 号” “1103P” “188-08” “河岸-2” “北醇”; 杂种优株 6 个: “00-1-5” “00-1-10” “6-12-1” “6-12-4” “6-12-6” “1-1-6”。以燕山葡萄“燕山-1”为抗旱对照(CK1), “河岸葡萄(♀)” 为不抗旱对照(CK2)^[2]。

1.2 试验方法

1.2.1 盆栽苗的获得与干旱胁迫处理 2015 年 3 月 30 日对砧木苗进行盆栽。营养土配制按照园土: 基质: 草木灰=3: 1: 1 的比例, 混合均匀后装入直径 33 cm 的花盆中, 每盆装营养土 10 kg。取出冬季沙藏的砧木品种或杂种的一年生枝条, 剪成 2~3 个芽的插穗(约 20 cm 长), 扎捆并挂标签, 再将插穗的生理学下端浸入 500 mg·L⁻¹ IBA 溶液中 1 h, 每盆扦插 1 个插穗, 插穗插入土中 2/3 处, 插后浇透水, 置于田间正常管理。待葡萄苗长出 10 片叶时(7 月中旬), 移至大棚内采用控水的方法进行持续干旱胁迫。干旱胁迫前每盆充分灌透水, 在灌水后的第 0、6、12、18 天分别在植株的相同位置采取叶片, 测定叶片相对含水量、相对电导率, 丙二醛含量、游离脯氨酸含量、叶绿素含量等生理指标。

第一作者简介:郝婷婷(1989-), 女, 硕士研究生, 研究方向为葡萄种质资源与生物技术。E-mail: 794472572@qq.com.

责任作者:张剑侠(1964-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向为葡萄种质资源与生物技术。E-mail: zhangjx666@126.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2013BAD02B04-06); 西北农林科技大学唐仲英作物育种基金资助项目(2014-97)。

收稿日期:2016-04-22

1.2.2 抗旱性评价 采用隶属函数法对第 12 天和第 18 天各项生理指标进行抗旱性综合评价^[9]。 $U_{ij} = (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$ (正相关), $U_{ij} = 1 - (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$ (负相关)。式中: U_{ij} 表示 i 种类 j 指标的抗旱隶属函数值; X_{ij} 表示 i 种类 j 指标的测定值; X_{jmin} 表示所有种类 j 指标的最小值; X_{jmax} 表示所有种类 j 指标的最大值; i 表示某个品种; j 表示某项指标。按照平均隶属度(subordinate level, SL)进行抗旱性评价,分为 4 种抗旱类型:0.00~0.30 为不抗(susceptible, S);0.31~0.65 为低抗(lower resistance, LR);0.66~0.80 为中抗(middle resistance, MR);0.81~1.00 为高抗(high resistance, HR)。

1.3 项目测定

叶片相对含水量(RWC)的测定采用烘干称重法^[10];相对电导率(RC)的测定采用电导仪法^[11];丙二醛(MDA)含量的测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[10];游离脯氨酸(Pro)含量的测定采用茚三酮显色法^[10];叶绿素含量的测定采取乙醇浸泡法^[12-13]。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫下不同砧木叶片相对含水量变化

从表 1 可以看出,随着干旱胁迫时间的延长,‘225Ru’“抗砧 3 号”“河岸-2”在第 6 天时的叶片相对含水量有所增加,而后开始下降,其它品种或杂种的叶片相对含水量均随着时间的延长逐渐下降。下降幅度最大的是“北醇”,比第 0 天下降 19.2%。在干旱胁迫第 18 天时,各品种或杂种的叶片相对含水量在 77.3%~

89.0%。相对含水量最高的砧木是‘1103P’,含量为 89.0%。其次是“燕山-1”,相对含水量为 87.9%。“狗脊”的叶片相对含水量最低,为 77.3%。

2.2 干旱胁迫下不同砧木叶片相对电导率及叶绿素含量变化

由表 2 可知,各砧木品种或杂种的相对电导率变化趋势有所不同。‘5BB’‘3309’“狗脊”‘101-14’‘5C’“抗砧

表 1 干旱胁迫下不同砧木叶片相对含水量变化

Table 1 Change of RWC in leaves of different stocks under drought stress

品种或杂种 Variety or hybrid	叶片相对含水量 RWC/%			
	第 0 天	第 6 天	第 12 天	第 18 天
‘5BB’	95.0	92.4	87.6	87.0
‘3309’	91.7	90.5	82.7	78.1
‘SO4’	91.7	90.1	86.7	83.5
‘225Ru’	91.4	91.5	86.7	82.9
“狗脊” ‘Dogridge’	89.7	88.6	82.5	77.3
‘110R’	94.2	92.2	89.5	85.7
‘101-14’	93.1	92.9	85.8	78.8
‘5C’	92.1	91.6	86.0	80.4
“抗砧 3 号” ‘Kangzhen No. 3’	93.3	94.3	89.4	83.3
‘1103P’	94.7	92.9	91.0	89.0
‘1-1-6’	92.9	89.7	88.0	86.7
‘188-08’	94.3	88.3	87.1	82.5
“贝达” ‘Beta’	93.0	88.0	87.6	81.6
“河岸-2” <i>V. riparia</i> Meadams	93.3	93.5	90.5	86.4
“北醇” ‘Beichun’	95.0	91.4	87.8	79.7
‘00-1-5’	94.1	89.3	86.8	84.9
‘00-1-10’	92.9	91.2	86.2	78.4
‘6-12-1’	92.6	92.5	89.4	87.4
‘6-12-4’	97.2	92.0	90.6	84.9
‘6-12-6’	93.4	92.0	88.7	85.4
“燕山-1” <i>V. yeshanensis</i> ‘Yanshan-1’ (CK1)	94.2	92.6	91.0	87.9
“河岸葡萄(♀)” <i>V. riparia</i> (CK2)	95.2	93.2	86.6	84.7

表 2 干旱胁迫下不同砧木叶片相对电导率及叶绿素含量变化

Table 2 Change of relative conductivity and chlorophyll content in leaves of different stocks under drought stress

品种或杂种 Variety or hybrid	相对电导率 Relative conductivity/%				叶绿素含量 Chlorophyll content/(mg·g ⁻¹)			
	第 0 天	第 6 天	第 12 天	第 18 天	第 0 天	第 6 天	第 12 天	第 18 天
‘5BB’	21.8	50.4	24.3	23.8	1.35	0.80	0.91	0.80
‘3309’	21.6	27.5	25.3	18.5	1.16	0.75	0.82	0.73
‘SO4’	30.1	26.9	20.7	21.4	1.24	0.81	0.82	0.78
‘225Ru’	35.0	29.5	27.8	31.8	1.58	1.16	0.89	0.95
“狗脊” ‘Dogridge’	16.0	20.7	14.4	25.8	1.79	1.14	0.78	0.91
‘110R’	21.7	15.5	15.3	15.7	1.37	0.95	1.04	0.97
‘101-14’	19.2	28.7	16.4	17.9	1.03	0.95	1.15	1.14
‘5C’	15.4	32.7	20.1	19.8	0.99	1.15	1.14	1.15
“抗砧 3 号” ‘Kangzhen No. 3’	20.3	50.9	23.0	23.7	1.18	1.49	1.42	1.42
‘1103P’	26.0	60.8	30.6	30.7	0.82	0.92	0.98	0.96
‘1-1-6’	14.6	43.1	12.9	32.0	1.05	1.28	1.27	1.13
‘188-08’	27.6	22.6	39.3	41.5	0.93	0.96	1.07	0.90
“贝达” ‘Beta’	13.2	18.5	22.1	20.0	1.02	1.17	1.14	1.14
“河岸-2” <i>V. riparia</i> Meadams	14.6	26.7	31.5	17.5	0.84	1.23	0.62	1.22
“北醇” ‘Beichun’	46.5	23.1	26.3	52.6	0.82	1.08	0.71	1.17
‘00-1-5’	23.8	16.7	43.9	27.8	0.84	0.93	0.93	1.11
‘00-1-10’	39.3	20.1	50.5	38.4	0.87	0.55	0.99	1.13
‘6-12-1’	21.2	17.6	36.0	25.6	0.95	1.05	0.98	1.11
‘6-12-4’	24.8	23.6	19.0	43.1	0.99	0.84	1.05	1.06
‘6-12-6’	11.2	29.4	61.2	36.1	1.01	0.95	0.83	1.02
“燕山-1” <i>V. yeshanensis</i> ‘Yanshan-1’ (CK1)	15.3	15.1	23.6	19.3	1.06	1.19	1.01	0.52
“河岸葡萄(♀)” <i>V. riparia</i> (CK2)	10.4	55.7	22.5	22.4	0.81	1.01	1.00	0.87

3号”“河岸葡萄(♀)”“1103P”“1-1-6”“贝达”“河岸-2”“6-12-6”均是先上升后下降。其余品种或杂种的电导率呈先下降后上升趋势。干旱胁迫第18天时,相对电导率最大的是“北醇”,为52.6%,最小的是“110R”,为15.7%。各品种或杂种在第18天的相对电导率比第0天低的品种有“3309”“SO4”“225Ru”“110R”“101-14”,其中“SO4”的相对电导率下降最多,比胁迫初期下降了28.9%。

叶绿素含量的变化趋势也分为2种,“5BB”“3309”“SO4”“225Ru”“狗脊”“110R”“101-14”“00-1-10”“6-12-4”“6-12-6”的叶绿素含量先减少再增加,“101-14”“00-1-10”“6-12-4”“6-12-6”的叶绿素含量在第18天的值均大于胁迫初期。其余品种或杂种叶绿素含量均是先增加后减少,对照“燕山-1”叶绿素下降幅度最大,达到50.9%。

2.3 干旱胁迫下不同砧木叶片脯氨酸及丙二醛含量的变化

由表3可以看出,干旱胁迫初期各个砧木的脯氨酸含量差异不大,到第12天时开始有较明显的变化,第18天时所有砧木的脯氨酸含量都有一定程度的增加,脯氨

酸增加最多的有“225Ru”和“狗脊”,都比第0天增加了3.6倍,增加最小的是“00-1-5”,比第0天增加了1.29倍。

随着干旱胁迫时间的延长,不同品种或杂种之间丙二醛含量变化趋势不同。丙二醛含量在第6天时达到最大值的品种或杂种有“5BB”“3309”“SO4”“狗脊”“110R”“101-14”“抗砧3号”“河岸葡萄(♀)”“1103P”“1-1-6”和“00-1-10”,之后又开始下降。而“225Ru”“5C”“燕山-1”的丙二醛含量都在第12天达到最高值,第18天又降低。“贝达”“6-12-1”“6-12-4”呈现持续下降趋势。第18天的丙二醛含量低于第0天的有“101-14”“抗砧3号”“1-1-6”“188-08”“贝达”“河岸-2”“北醇”“00-1-5”“00-1-10”“6-12-1”“6-12-4”“6-12-6”“燕山-1”,其余品种或杂种在第18天时的丙二醛含量都高于第0天。到第18天时,丙二醛含量最多的为“1-1-6”,达到 $18.60\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$,比对照“燕山-1”($8.68\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)高出114.3%,比“河岸葡萄(♀)”($9.39\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)高出98.1%。“188-08”的丙二醛含量最低,只有 $5.09\text{ }\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

表3 干旱胁迫下不同砧木叶片脯氨酸及丙二醛含量变化

Table 3 Change of content of Pro and MDA in leaves of different stocks under drought stress

品种或杂种 Variety or hybrid	脯氨酸含量 Pro content/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)				丙二醛含量 MDA content/($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)			
	第0天	第6天	第12天	第18天	第0天	第6天	第12天	第18天
“5BB”	0.05	0.07	0.07	0.10	10.04	13.59	12.67	10.71
“3309”	0.05	0.09	0.08	0.16	6.36	12.52	9.01	7.48
“SO4”	0.05	0.07	0.10	0.09	8.88	16.29	14.24	10.12
“225Ru”	0.05	0.08	0.10	0.18	8.93	12.16	14.10	9.70
“狗脊” “Dogridge”	0.05	0.08	0.08	0.18	9.30	13.77	11.46	9.43
“110R”	0.05	0.06	0.07	0.13	8.12	13.41	12.22	12.11
“101-14”	0.05	0.06	0.14	0.15	6.53	10.52	8.50	6.41
“5C”	0.05	0.08	0.12	0.14	7.51	10.80	11.08	7.59
“抗砧3号” “Kangzhen No.3”	0.05	0.06	0.10	0.14	8.49	12.07	11.06	7.65
“1103P”	0.05	0.06	0.07	0.10	8.01	12.70	12.36	10.16
“1-1-6”	0.06	0.07	0.10	0.13	23.36	29.24	23.72	18.60
“188-08”	0.05	0.06	0.08	0.15	6.70	7.65	6.27	5.09
“贝达” “Beta”	0.06	0.06	0.11	0.12	19.88	16.84	14.99	12.62
“河岸-2” <i>V. riparia</i> Mcadams	0.06	0.06	0.06	0.08	7.82	12.32	8.96	6.76
“北醇” “Beichun”	0.06	0.05	0.08	0.12	27.78	18.10	18.46	15.78
“00-1-5”	0.07	0.05	0.07	0.09	22.14	21.77	15.22	9.00
“00-1-10”	0.06	0.06	0.13	0.20	19.84	24.66	17.02	12.23
“6-12-1”	0.06	0.06	0.07	0.16	18.12	13.44	12.29	8.96
“6-12-4”	0.06	0.06	0.08	0.17	14.45	10.57	10.15	7.90
“6-12-6”	0.06	0.06	0.08	0.08	15.43	9.89	7.01	8.30
“燕山-1” <i>V. yeshanensis</i> “Yanshan-1” (CK1)	0.07	0.05	0.08	0.16	10.13	11.01	13.33	8.68
“河岸葡萄(♀)” <i>V. riparia</i> (CK2)	0.05	0.06	0.06	0.08	8.48	13.62	10.42	9.39

2.4 第12天和第18天葡萄砧木抗旱性的隶属函数值

由表4可以看出,通过隶属函数法对干旱胁迫第12天和第18天的各项指标进行综合评价后,多数砧木品种或杂株的抗旱水平是一致的,“225Ru”“110R”“101-14”“5C”“河岸-2”“抗砧3号”“燕山-1”“6-12-1”在第18天的

抗旱水平比在第12天时的抗旱水平高出一个级别。对胁迫第12天的指标综合评价后,22份砧木分为中抗类型和低抗类型,“抗砧3号”“燕山-1”和“6-12-4”为中抗类型,其余均为低抗类型。而对胁迫第18天的指标综合评价得出,“抗砧3号”和“燕山-1”为高抗类型,“225Ru”

‘110R’‘101-14’‘5C’“河岸-2”‘6-12-1’‘6-12-4’为中抗类型,其余品种或杂种为低抗类型。干旱胁迫时间越长越

能反映出葡萄砧木的抗旱性强弱。因此,以第 18 天的隶属函数值作为各砧木的抗旱性水平。

表 4

第 12 天和第 18 天葡萄砧木抗旱性隶属值

Table 4

Subordinate level of drought resistance of grape stocks on 12th day and 18th day

品种或杂种 Variety or hybrid	第 12 天		第 18 天	
	平均隶属度 SL	抗旱水平 Drought-resistance level	平均隶属度 SL	抗旱水平 Drought-resistance level
‘5BB’	0.500	LR	0.559	LR
‘3309’	0.429	LR	0.588	LR
‘SO4’	0.521	LR	0.502	LR
‘225Ru’	0.507	LR	0.673	MR
“狗脊”‘Dogridge’	0.425	LR	0.600	LR
‘110R’	0.623	LR	0.681	MR
‘101-14’	0.604	LR	0.722	MR
‘5C’	0.563	LR	0.710	MR
“抗砧 3 号”‘Kangzhen No. 3’	0.756	MR	0.818	HR
‘1103P’	0.573	LR	0.618	LR
‘1-1-6’	0.592	LR	0.557	LR
‘188-08’	0.571	LR	0.612	LR
“贝达”‘Beta’	0.625	LR	0.609	LR
“河岸-2” <i>V. riparia</i> Meadams	0.491	LR	0.743	MR
“北醇” ‘Beichun’	0.402	LR	0.356	LR
‘00-1-5’	0.383	LR	0.610	LR
‘00-1-10’	0.483	LR	0.612	LR
‘6-12-1’	0.524	LR	0.796	MR
‘6-12-4’	0.671	MR	0.686	MR
‘6-12-6’	0.444	LR	0.540	LR
“燕山-1” <i>V. yeshanensis</i> ‘Yanshan-1’ (CK1)	0.659	MR	0.814	HR
“河岸葡萄(♀)” <i>V. riparia</i> (CK2)	0.503	LR	0.534	LR

3 讨论

在正常情况下,植物体内脯氨酸含量并不高,但如果遭受水分、盐分等逆境胁迫时,其含量会明显增加,在葡萄^[8]、苹果^[14]等的抗旱性研究中可以发现,叶片游离脯氨酸含量的相对值可作为鉴定抗旱能力的指标之一。干旱胁迫还会削弱植株清除自由基的能力,导致胞内的水分下降,活性氧和自由基的含量增加,又促进膜脂过氧化,导致膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)的积累,MDA与一些细胞组分进行反应,使一些酶和膜受到严重破坏^[15]。前人研究表明^[16],取胁迫处理后的葡萄叶片测定丙二醛含量,随着干旱胁迫加重,葡萄叶片的丙二醛含量增加,尤以不抗旱品种的含量增加的最多,说明不抗旱的品种在干旱下受到的伤害最大,而抗旱力强的和抗旱力中等的品种,其丙二醛在总的增量上没有明显差异。

叶片相对含水量是植物体内的各种供水机制与保水机制综合作用的结果。干旱胁迫条件下叶片相对含水量较高,可以维持植物体内水分平衡,保证各种代谢正常进行。干旱胁迫条件下,随着土壤含水量的降低,植物体内水分亏缺加剧,细胞膜失水,同时代谢平衡遭到破坏,发生膜脂过氧化。细胞膜受伤害之后透性增

加,内含物外渗,可以根据外渗液电导率值的变化反映细胞膜的伤害程度^[17]。单一的抗旱性鉴定指标不能充分反映出植物对干旱适应的综合能力,而采用多项指标的综合评价,能较准确地反映植物的抗旱水平^[2,18]。

近年来对葡萄抗旱性的研究主要包括砧木品种^[7,19],中国野生种^[20-21]和栽培品种^[22]。潘学军等^[20]对贵州喀斯特山区野生葡萄实生苗抗旱机理进行研究得出,葛藟葡萄“小七孔-3”的抗旱性最强,毛葡萄“天河潭-2”最差。王跃进等^[2]研究结果表明,该试验中“燕山-1”属于高抗类型,与该试验结果一致。砧木品种在抗旱性方面的表现因品种差异,但不同研究者获得的结果也不尽一致。陈继峰等^[23]研究认为,特别抗旱的品种有‘520A’‘225Ru’‘5BB’,比较抗旱的砧木品种有‘SO4’‘5BB’‘3309C’“盐河”(‘Salt creek’)和“贝达”。KOUN-DOURAS等^[24]与 OZDEN等^[25]通过比较发现,‘5BB’的耐旱性很强,‘1103P’在耐旱性方面的综合表现优于‘SO4’‘5C’耐旱耐涝。陈绍莉等^[26]对 16 种葡萄砧木抗旱性的研究表明,“河岸 2 号”抗旱性极强,‘Dogridge’和“贝达”的抗旱性中等。刘三军等^[3]对当年生扦插苗的评价结果为砧木品种‘3309C’‘5BB’的抗旱性最强。该试验结果显示,‘5BB’‘3309’‘SO4’‘1103P’等的抗旱级

别较低,与前人的研究结果不一致,可能是由于试验环境等的差异引起的。该试验对一些杂种优株,如‘6-12-1’‘6-12-4’‘00-1-5’‘00-1-10’进行了抗旱性鉴定,筛选出了抗旱性较强的杂种,其中‘6-12-1’‘6-12-4’抗旱性中等,可用于进一步的抗逆性(如抗寒性、耐盐性)鉴定,为选育多抗砧木奠定基础。

参考文献

- [1] 蔡伟,李瑞臣,徐月华,等. 葡萄抗旱性研究进展[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2005(3):33-36.
- [2] 王跃进,杨亚州,张剑侠,等. 中国葡萄属野生种及其种间 F_1 代抗旱性鉴定初探[J]. 园艺学报,2004,31(6):711-714.
- [3] 刘三军,张秋叶,王红磊. 葡萄品种的抗旱性抗盐性及抗涝性的鉴定评价研究[J]. 宁夏科技,2002(1):33-34.
- [4] 惠竹梅,孙万金,张振文. 外源 Ca^{2+} 对水分胁迫下酿酒葡萄黑比诺主要抗旱生理指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报,2007,35(9):137-140.
- [5] 王恒振,史红梅,王媛媛,等. 干旱胁迫对葡萄生理生化影响的研究进展[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2011(3):71-75.
- [6] 冀鹏飞,薛斌,刘志华,等. 干旱胁迫下葡萄根系的生理生化变化与抗旱性的关系[J]. 北方园艺,2012(4):17-20.
- [7] 陈绍莉,郭修武. 葡萄砧木抗旱性鉴定与研究[J]. 中国果树,2009(1):38-42.
- [8] 孙茜,任磊,马文婷,等. 四种葡萄砧木抗旱性的鉴定[J]. 湖北农业科学,2015,54(3):624-626.
- [9] 杨静慧,杨恩琴,杨焕婷. 苹果砧木资源抗旱性研究[J]. 华北农学报,1996,11(2):81-86.
- [10] 郝再彬,苍晶,徐仲. 植物生理实验[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.
- [11] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [12] 薛香,吴玉娥. 小麦叶片叶绿素含量测定及其与 SPAD 值的关系[J]. 湖北农业科学,2010,49(11):2702-2703.
- [13] 李志丹,韩瑞宏,廖桂兰,等. 植物叶片中叶绿素提取方法的比较研究[J]. 广东第二师范学院学报,2011,31(3):80-83.
- [14] 杨素苗,杜纪壮,李保国,等. 土壤水分胁迫对红富士苹果叶片渗透调节特性的影响[J]. 河北农业科学,2015(2):25-28.
- [15] 吴林,李亚东,刘洪,等. 果树水分胁迫研究进展[J]. 吉林农业大学学报,1996,18(2):91-97.
- [16] 常永义,吴红,牛军强. 干旱胁迫对葡萄叶片生理指标的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2005(2):11-14.
- [17] 杨亚州. 中国葡萄属野生种抗旱性鉴定与抗旱基因的 RAPD 标记[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2003.
- [18] 陈珂,蒋祺,类延宝,等. 植物对干旱胁迫的生理响应[J]. 安徽农业科学,2009,37(5):1907-1908.
- [19] 陈继峰. 葡萄抗逆性砧木品种与利用[J]. 山西果树,2002(1):33.
- [20] 潘学军,张文娥,杨秀永,等. 贵州喀斯特山区野生葡萄实生苗抗旱机理研究[J]. 西北植物学报,2010,30(5):955-961.
- [21] 杨亚州,王跃进,张剑侠,等. 中国葡萄属野生种抗旱基因的分子标记及遗传分析[J]. 园艺学报,2007,34(5):1087-1092.
- [22] 王勇,李玉玲,骆强伟,等. 6 个葡萄品种(系)抗旱性比较研究[J]. 中国农学通报,2014,30(19):219-222.
- [23] 陈继峰,刘三军,孔庆山,等. 葡萄砧木的抗逆性试验[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2000(2):16-17.
- [24] KOUNDOURAS S, TSIALTAS I T, ZIOZIOU E, et al. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) under contrasting water status: Leaf physiological and structural responses[J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2008, 128:86-96.
- [25] OZDEN M, VARDIN H, SIMSEK M, et al. Effects of rootstocks and irrigation levels on grape quality of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz[J]. African Journal of Biotechnology, 2010(25):3801-3807.
- [26] 陈绍莉,刘金昌. 葡萄砧木抗旱性初步鉴定[J]. 河北果树,2008(3):9-11.

Evaluation of Drought Resistance of Grape Rootstocks

HAO Tingting, ZHANG Bo, ZHANG Jianxia

(College of Horticulture, Northwest Agriculture and Forestry University/State Key Laboratory of Crop Stress Biology in Arid Areas (Northwest Agriculture and Forestry University)/Key Laboratory of Horticultural Plant Biology and Germplasm Innovation in Northwest China, Ministry of Agriculture, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking 22 grape rootstock varieties or hybrids as materials, the relative water content (RWC), relative conductivity, chlorophyll content, proline (Pro) and MDA of one-year-old potted plant were determined in different drought stress time (0, 6, 12, 18 days). The drought-resistance level with subordinate function was evaluated. The results showed that the drought-resistance level of tested materials could be divided into three types according to the results of five indicators on 18th day. The control ‘Yanshan-1’ and variety ‘Kangzhen 3’ belonged to high resistance; ‘225Ru’ ‘110R’ ‘101-14’ ‘5C’, *V. riparia* Mcadams, ‘6-12-1’ ‘6-12-4’ belonged to middle resistance; ‘1103P’ ‘188-08’ ‘00-1-5’ ‘00-1-10’ ‘Beta’ ‘Dogridge’ ‘3309’ ‘5BB’ ‘1-1-6’ ‘6-12-6’ ‘SO4’ ‘Beichun’ and control *V. Riparia* (♀) belonged to low resistance. Variety of high resistance ‘Kangzhen 3’ and middle resistance ‘225Ru’ ‘110R’ ‘101-14’ ‘5C’ could be used in grape production of arid and semi-arid areas, hybrid of middle resistance as ‘6-12-1’ ‘6-12-4’ could be used for further screening of adversity resistance (such as cold hardiness, salt tolerance, etc.) and laid the foundation of new variety breeding.

Keywords: grape; rootstock; hybrid; drought resistance; comprehensive evaluation