

DOI:10.11937/bfyy.201523006

不同辣椒品种耐低温性综合评价

赵恒栋¹, 李明¹, 王怀栋¹, 杨志刚², 马生碧³

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109; 2. 内蒙古农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特 010031; 3. 陕西省靖边县农业局, 陕西 榆林 718500)

摘要:以9个辣椒新品种为试材,分别测定辣椒生长指标和耐低温生理指标,采用隶属函数法进行分析评价,评价9个辣椒品种越冬生产耐低温性,以期为越冬栽培提供参考。结果表明:9个辣椒品种可以划分为3个不同耐低温等级组群,即耐低温性强组群(“1105”、“1101”和“1104”),耐低温性中等组群(“1103”、“亮剑”和“绿剑65”)和耐低温性弱组群(“红罗丹”、“奥黛丽”和“1102”);在冬季温室内平均气温低于10℃条件下,“1105”在9个辣椒品种中耐低温性最强,在生长指标和耐低温生理指标方面表现要优于其它品种,隶属函数平均值为0.826,为9个辣椒品种最高的。综合来看,“1105”具有较强的耐低温性,在保护地越冬栽培中具有推广价值。

关键词:辣椒;耐低温;隶属函数

中图分类号:S 641.303.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)23-0022-04

辣椒(*Capsicum annuum* L.)是保护地栽培的一种重要的喜温性蔬菜,在北方保护地种植面积较大,但由于冬季温度低,光照弱,影响了北方地区辣椒的生产。因此,在生产中需要能够适应不良环境条件,在一定的低温、弱光条件下栽培能正常生长、开花、结果的辣椒新品种^[1]。引进和筛选适宜北方高寒地区保护地越冬栽培

的辣椒新品种对于生产具有重要意义。

严慧玲等^[1]研究了10个不同甜椒品种及杂种一代对低温弱光的耐受性,将研究评价的10个甜椒新品种划分为耐冷力强,耐冷力中等和耐冷力弱3个类别。王慧等^[2]研究了低温胁迫对辣椒相关生理生化指标的影响,结果表明在8、15℃低温胁迫下,与25℃的正常生长条件相比较,叶绿素含量逐渐降低,可溶性糖含量和脯氨酸含量逐渐增加,过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)活性逐渐提高。郑楠等^[3]研究了嫁接对低温弱光下甜椒幼苗光合作用的影响,结果表明嫁接可显著提高甜椒幼苗的光合功能,减轻低温弱光对其光合作用的影响。此外,还有研究人员针对甜椒耐冷机理及耐冷材料的筛选方法开展了相关研究^[4-5]。随着北方地区日光温室面积的不断扩大,保护地辣椒种植面积也相应的增大,筛选出能够耐低温弱光的辣椒新品种是解决辣椒生

第一作者简介:赵恒栋(1975-),男,内蒙古乌兰察布人,硕士,实验师,现主要从事设施蔬菜栽培等研究工作。E-mail:zhaohengdong12@163.com.

责任作者:杨志刚(1984-),男,内蒙古凉城人,博士,助理研究员,现主要从事蔬菜育种和栽培等研究工作。E-mail: yangzhigang5995@163.com.

基金项目:内蒙古科技厅应用技术研究资助项目(20120804; 20130209)。

收稿日期:2015-07-23

Abstract: Taking eleven imported wine grapes as materials, the salt tolerance of different grapes was tested, four varieties with relatively stronger salt tolerance were screened according to salt injury index, shoot high as well as root numbers under different salt concentration. The proline and malondialdehyde (MDA) contents as well as superoxide dismutase (SOD) and peroxidase dismutase (POD) activities of three grapes with different salt tolerance were examined. The results showed that the MDA content of three varieties all increased, but that of ‘Dechaunac’ with weak salt tolerance increased more significantly. SOD and POD activity of ‘Vidal Blanc’ and ‘Villard Blanc’ with high salt tolerance keep increasing under different salt concentration, that of ‘Dechaunac’ increased under 0.20% NaCl whereas decreased under 0.40% NaCl, this result indicated that ‘Villard Blanc’ and ‘Vidal Blanc’ keeping high antioxidant enzyme activity was an important way for wine grape to resist oxidation induced by salt stress. The proline content of three varieties increased at different level under salt stress, but there was not positive correlation between proline content and salt tolerance.

Keywords: wine grape; salt resistance; proline; malondialdehyde; superoxide dismutase; peroxidase dismutase

产业发展的主要问题。该试验以 9 个甜辣椒新品种为试验材料,采用隶属函数法对其进行耐低温性评价,以期在生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料是内蒙古农业大学职业技术学院引进的 9 个甜辣椒新品种及杂交组合,详见表 1。

表 1 供试辣椒新品种编号、果形、遗传情况及来源

Table 1 Code, fruit shape, genetic background and originations of new pepper varieties

编号 Number	品种(组合)名称 Variety name	果形 Fruit shape	遗传情况 Genetic background	来源 Origin
1	“红罗丹”	长灯笼形	杂交种	先正达公司
2	“绿剑 65”	牛角形	杂交种	韩国
3	“亮剑”	牛角形	杂交种	赤峰市农研所
4	“奥黛丽”	长灯笼形	杂交种	先正达公司
5	“1101”	牛角椒	杂交种	内蒙古农牧业科学院
6	“1102”	长灯笼形	杂交种	内蒙古农牧业科学院
7	“1103”	长灯笼形	杂交种	内蒙古农牧业科学院
8	“1104”	长灯笼形	杂交种	内蒙古农牧业科学院
9	“1105”	长灯笼形	杂交种	内蒙古农牧业科学院

1.2 试验方法

试验于 2014 年 9 月至 2015 年 2 月在内蒙古农业大学职业技术学院试验温室进行,辣椒生理指标在内蒙古农业大学职业技术学院实验室进行测定。2014 年 8 月 15 日育苗,9 月 25 日定植,水肥管理和栽培措施均相同。

试验采取随机区组排列,共计 9 个品种,3 次重复,共 27 个小区,每小区面积 15.6 m²。试验采用起垄栽培,大行距 70 cm,小行距 50 cm,每小区 2 个栽培垄,采用膜下滴灌进行灌溉。每 667 m² 定植辣椒 2 500 株左右。

1.3 项目测定

1.3.1 生长指标测定 株高用卷尺测量茎基部到顶部生长点的距离;茎粗用游标卡尺测量茎基部粗度;节间长用卷尺测量第一花序相邻上下叶片间距离。以上生长形态指标测定时间为辣椒生长中后期(1 月 7 日)。

1.3.2 生理指标测定 叶绿素含量采用研磨比色法^[5]测定,可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[5]测定,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝法^[5]测定,脯氨酸含量采用酸性茚三酮比色法^[5]测定,丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法^[5]测定。每个材料取 10 个叶片样品,在每个样品取样混合后称重进行测定,每份材料重复测定 3 次,数据为 3 次重复值的均值。

1.4 数据分析

辣椒基本的果实数据采用 Excel 统计分析软件进行统计,方差分析应用 SAS 9.0 软件进行数据分析。隶属函数计算公式: $R(X_i) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$,反隶属

函数计算公式: $R(X_i) = 1 - (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$,式中 X_i 为指标测定值, X_{max} 、 X_{min} 为所有品种某一指标的最大值和最小值。各品种各指标数值转换后进行累加,取其平均值以评价各品种的抗寒性^[1]。

2 结果与分析

2.1 试验期间露地及日光温室的温度变化

由图 1 可以看出,内蒙古地区 11 月 15 日到第 2 年 2 月中旬,是一年中温度最低的季节。在 11 月 15 日以后,露地日平均气温降至 0℃ 以下,在 1 月中下旬达到最低的一 15℃。温室日平均气温 12 月初前维持在 10℃ 以上,进入 12 月后,日平均温度降到了 10℃ 以下,在 1 月中下旬达到最低的 5℃ 以下。进入 2 月份后气温开始回升。在试验进行期间,辣椒生长环境处于低温胁迫状态。试验期间,温室日平均气温最低时只有 3.23℃,但出现的极端低温时期持续时间不长,辣椒植株没有出现冻害症状。

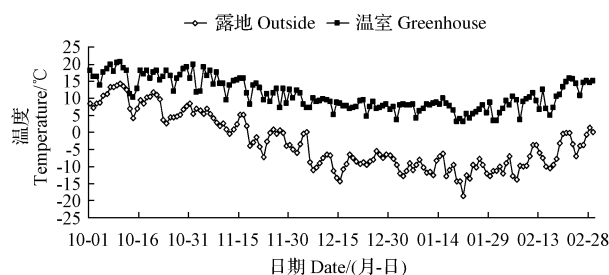


图 1 露地及温室的温度变化

Fig. 1 The change of daily mean temperature under greenhouse and outside during experiment

2.2 不同辣椒品种生长指标分析

由表 2 可知,不同辣椒品种在生长中后期株高差异明显,其中“1105”株高最高,达到 50.62 cm,其次依次为“绿剑 65”和“亮剑”,株高分别为 48.91、48.23 cm,3 个品种株高与其余 6 个品种达到差异显著水平。“1102”株高最低为 24.73 cm。“1105”、“红罗丹”、“奥黛丽”、“1102”、“1103”、“1101”等 6 个品种茎粗值较大且无显著差异,介于 10.35~9.60 mm,“绿剑 65”茎粗值最小为 7.98 mm,与其它品种差异达到显著水平。辣椒节间长表现与株高类似,“1105”、“亮剑”和“绿剑 65”节间长最长,分别为 6.07、6.02、6.63 cm,3 个品种与“红罗丹”、“1101”、“1102”、“1103”均达到显著差异,其中“1102”节间长最小为 4.01 cm。

2.3 不同辣椒品种耐寒性生理指标分析

由表 3 可知,不同辣椒品种可溶性糖含量差异较大,“1105”含量最高为 29.55 mg/g,其次为“1101”,这 2 个品种含量均显著高于其余 7 个品种。“1103”和“红罗丹”可溶性糖含量处于较低水平。“1103”、“1104”、

表 2
日光温室越冬栽培下
9 个辣椒品种的生长性状

Table 2 The growth characters of 9 varieties of pepper in wintering cultivation under solar greenhouse

品种 Variety	生长指标 Growth index		
	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/mm	节间长 Internode length/cm
“红罗丹”	30.26±0.56d	10.07±0.12a	4.40±0.08c
“奥黛丽”	40.85±0.32b	10.00±0.06a	5.52±0.10b
“亮剑”	48.23±0.42a	8.47±0.21c	6.02±0.05ab
“绿剑 65”	48.91±0.29a	7.98±0.15d	6.63±0.02a
“1101”	29.06±0.21de	9.59±0.14ab	4.31±0.07c
“1102”	24.73±0.51f	9.91±0.08ab	4.01±0.11d
“1103”	37.82±0.37c	9.60±0.21ab	4.39±0.16c
“1104”	35.72±0.89cd	9.34±0.17b	5.86±0.08b
“1105”	50.62±1.02a	10.35±0.18a	6.07±0.04ab

注:表中不同的小写字母表示达到了差异性显著($\alpha < 0.05$),下表同。

Note: Different lowercase letters mean significant difference ($\alpha < 0.05$), the same as below.

表 3
日光温室越冬栽培下 9 个辣椒品种的生理指标

Table 3 The physiological index of 9 varieties of pepper in wintering cultivation under solar greenhouse

品种 Variety	生理指标 Physiological index				
	可溶性糖含量 Soluble sugar content/(mg·g ⁻¹)	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content/(mg·g ⁻¹)	脯氨酸含量 Proline content/(μg·g ⁻¹)	丙二醛含量 MDA content/(μmol·g ⁻¹)	叶绿素含量 Chlorophyll content/(mg·g ⁻¹)
“红罗丹”	9.61±0.39f	16.63±3.32d	96.52±5.01de	2.94±0.12e	0.62±0.03d
“奥黛丽”	14.01±0.23de	18.11±2.24c	96.78±1.06de	4.11±0.11ab	0.41±0.01f
“亮剑”	12.81±0.32e	18.05±2.50c	97.84±2.12d	3.40±0.37d	0.59±0.01de
“绿剑 65”	18.27±1.02c	16.27±2.70d	97.04±2.90d	3.75±0.30c	0.49±0.02e
“1101”	21.53±1.66b	19.69±1.25b	126.07±3.98a	3.93±0.18b	0.71±0.02c
“1102”	16.73±0.21d	15.61±2.63e	92.82±0.26e	3.67±0.18c	0.70±0.04c
“1103”	9.66±0.92f	22.91±1.38a	103.64±7.39c	4.37±0.01a	1.05±0.04a
“1104”	16.83±0.33d	20.51±0.56ab	82.27±1.32f	3.67±0.27c	0.84±0.02b
“1105”	29.55±0.14a	20.68±0.86ab	117.89±3.69b	3.14±0.19d	0.70±0.02c

2.4 利用隶属函数法对不同辣椒品种进行综合评价

通过采用隶属函数法对 9 个辣椒品种的 8 个指标进行了综合评价。由表 4 可以看出,9 个辣椒品种耐低温隶属平均度由高到低分别为:“1105”>“1101”>“1104”>“1103”>“亮剑”>“绿剑 65”>“红罗丹”>“奥黛丽”>“1102”。耐低温最强的品种为“1105”,耐低温性

“1105”3 个品种可溶性蛋白质含量较高,均显著高于其余 6 个品种,“1102”含量最低,显著低于其余 8 个品种。“1101”脯氨酸含量为 126.07 μg/g,显著高于其它品种,其次为“1105”,含量为 117.89 μg/g,显著高于其余 7 个品种。“1104”和“1102”脯氨酸含量最低,2 个品种含量显著低于其余 7 个品种。丙二醛含量最低的为“红罗丹”和“1105”,“红罗丹”丙二醛含量显著低于其余 8 个品种,“1105”丙二醛含量显著低于“奥黛丽”、“绿剑 65”、“1101”、“1102”、“1103”、“1104”等 6 个品种。9 个品种中“1103”叶绿素含量最高,显著高于其它品种,其次为“1104”,“奥黛丽”叶绿素含量最低,显著低于其余 8 个品种。

最弱的品种为“1102”。根据隶属函数数值大小可以将 9 个辣椒品种耐低温性分为 3 个组群类型,即耐低温性强的品种组,包括“1105”、“1101”和“1104”等 3 个品种,耐低温中等的品种组,包括“1103”、“亮剑”和“绿剑 65”等 3 个品种,耐低温性弱的品种组,包括“红罗丹”、“奥黛丽”和“1102”3 个品种。

表 4
辣椒在低温下各指标的隶属函数值

Table 4 The membership function value of all indexes on pepper grown in low temperature

品种 Variety	隶属函数值 Membership function value									耐低温排序 Low temperature resistant sorting
	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	节间长 Internode length	可溶性糖 Soluble sugar	可溶性蛋白质 Soluble protein	丙二醛 MDA	脯氨酸 Proline	叶绿素 Chlorophyll	平均隶属度 Average membership function value	
“红罗丹”	0.214	0.884	0.149	0.000	0.140	1.000	0.325	0.330	0.380	7
“奥黛丽”	0.623	0.851	0.576	0.221	0.342	0.180	0.331	0.000	0.391	8
“亮剑”	0.908	0.210	0.767	0.161	0.333	0.675	0.355	0.276	0.461	5
“绿剑 65”	0.934	0.000	1.000	0.434	0.090	0.433	0.337	0.132	0.420	6
“1101”	0.167	0.678	0.115	0.598	0.559	0.307	1.000	0.474	0.487	2
“1102”	0.000	0.816	0.000	0.357	0.000	0.485	0.241	0.455	0.294	9
“1103”	0.506	0.685	0.145	0.003	1.000	0.000	0.488	1.000	0.478	4
“1104”	0.424	0.573	0.706	0.362	0.671	0.488	0.000	0.669	0.486	3
“1105”	1.000	1.000	0.786	1.000	0.694	0.857	0.813	0.460	0.826	1

3 讨论与结论

北方高寒地区越冬生产茄果类蔬菜面临的主要问题就是低温弱光^[7]。该试验中,关键生产时期温室内

温度偏低,日均气温在 10℃下,低温限制了辣椒生长,筛选出能够适应低温环境的品种对于提升越冬茬辣椒栽培效益具有重要作用。

辣椒的生长形态指标是低温对辣椒生长影响反映的重要指标。严慧玲等^[1]将生长指标和冷害指数、叶绿素含量作为评价指标,采用隶属函数法对 11 个辣椒品种进行了耐低温弱光性评价,并将 11 个品种划分为 3 个耐低温弱光等级。毛爱军等^[4]研究了低温对 6 个甜椒品种生长的影响,结果表明并且耐低温材料与不耐低温材料的株高、节间长、落叶数和叶片数这 4 项指标的变化分别达到显著差异。该试验中,通过采用株高、茎粗和节间长 3 个生长形态指标对辣椒耐低温性进行评价,“1105”整体表现较优,在低温环境下,生长指标优于其它品种。

有研究表明^[2,9],可溶性糖、可溶性蛋白质和脯氨酸等有机物小分子可以作为植物逆境胁迫的评价指标。王慧等^[10]研究了低温胁迫对辣椒相关生理生化指标的影响,结果表明在 8、15℃低温胁迫下,叶绿素含量逐渐降低,可溶性糖含量和脯氨酸含量逐渐增加。朱晨曦^[7]研究表明当低温弱光环境低于 18℃时,甜椒的叶绿素含量均下降。该试验中,不同辣椒品种渗透调节物质含量存在差异,其中“1105”可溶性糖、可溶性蛋白质、脯氨酸含量在 9 个品种较高,丙二醛含量处于较低水平,说明该品种具有较强的耐低温性。这与最终通过隶属函数法进行评价结果相同。

该试验采取形态指标与耐低温生理指标相结合,采

用隶属函数评价法对辣椒品种耐低温性进行了评价,最终表明,9 个辣椒品种在耐低温性方面可以分为 3 个不同组群,即耐低温强组群,耐低温中等组群和耐低温弱组群;“1105”是 9 个品种耐低温性最强的辣椒品种,在北方高寒地区进行越冬栽培具有很好的推广价值。

参考文献

- [1] 严慧玲,范妍芹.不同甜椒品种苗期低温弱光耐受性的鉴定[J].热带农业科学,2011(7):7-10.
- [2] 王慧,周小梅.低温胁迫对辣椒相关生理生化指标的影响[J].山西农业科学,2015(2):152-154.
- [3] 郑楠,王美玲,王洪涛,等.嫁接对低温弱光下甜椒幼苗光合作用的影响[J].应用生态学报,2009(3):591-596.
- [4] 毛爱军,耿三省.低温对甜椒生长发育的影响及甜椒耐低温筛选方法的研究[J].中国辣椒,2001(1):17-21.
- [5] 刘鹏,李勃,刘庆忠,等.冷锻炼诱导甜椒抗冷力的生化机理研究[J].山东农业科学,2003(3):11-14.
- [6] 李合生,孙群,赵世杰,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [7] 朱晨曦.辣椒耐低温弱光性研究[D].长沙:中南大学,2014:6-7.
- [8] 高青海,吴燕,徐坤.茄子嫁接苗根系对低温环境胁迫的响应[J].应用生态学报,2006,17(3):390-394.
- [9] 姚明华,徐跃进,李晓丽,等.茄子耐冷性生理生化指标的研究[J].园艺学报,2001,28(6):527-531.
- [10] 王慧,周小梅.低温胁迫对辣椒相关生理生化指标的影响[J].山西农业科学,2015(2):152-154.

The Comprehensive Evaluation About Tolerance of Low-temperature in Different Pepper Varieties

ZHAO Hengdong¹, LI Ming¹, WANG Huaidong¹, YANG Zhigang², MA Shengbi³

(1. Vocational and Technical College, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou, Inner Mongolia 014109; 2. Farming and Animal Husbandry Institute, Inner Mongolia Academy of Sciences, Hohhot, Inner Mongolia 010031; 3. Jingbian Agriculture Bureau in Shaanxi, Yulin, Shaanxi 718500)

Abstract: 9 new pepper varieties were used as materials, the growth index and physiological index of tolerance of low-temperature of 9 pepper varieties were evaluated with the methods of membership function. The tolerance of low-temperature of 9 peppers were studied and evaluated to offer reference for wintering cultivation in greenhouse. The results showed that the 9 pepper varieties were divided into 3 species groups with different tolerance of low-temperature. The first species group showed strong tolerance of low-temperature which included ‘1105’, ‘1101’ and ‘1104’. The tolerance of low-temperature of second species group were moderate which included ‘1103’, ‘Liangjian’ and ‘Lyu Jian 65’. Tolerance of low-temperature of the third species group were the weakest which included ‘Red Rodin’, ‘Audrey’ and ‘1102’. The ‘1105’ showed the strongest ability of tolerance of low-temperature, which grown winter greenhouse where mean temperature was below 10℃. The plant growth index and tolerance of low-temperature physiological indexes were better than other varieties. Membership function mean was 0.826. In general, ‘1105’ showed a strong tolerance of low-temperature, had extended value for cultivation over wintering in greenhouse.

Keywords: pepper; tolerance of low-temperature; membership function