

菜心高温半致死温度与耐热适应性

李光光¹ 张 华¹ 黄红弟¹ 张财顺²

(1. 广州市农业科学研究院 广东 广州 510308; 2. 华南农业大学 园艺学院 广东 广州 510642)

摘要:以6份菜心为材料,研究半致死温度(LT_{50})和田间高温下播种成活率与菜心耐热性的关系。利用SAS和EXE分析两者的相关性。结果表明,在不同的高温中,菜心的 LT_{50} 呈“S”型上升, LT_{50} 值在46~49℃之间。6个菜心材料耐热性从强到弱的顺序依次为:四九-19号菜心>四九黄菜心>油绿50天菜心>501菜心>油绿菜心701>特青迟心4号,该结果与田间高温下菜心播种成活率成显著正相关,可以作为菜心耐热性评价的指标。

关键词:菜心;耐热性;相对电导率;半致死温度

中图分类号:S634.03 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2012)增刊-0202-03

The LT_{50} and Heat Tolerance Adaptability of Flowering Chinese Cabbage in High Temperature

LI Guang-guang¹ ZHANG Hua¹ HUANG Hong-di¹ ZHANG Cai-shun²

(1. Guangzhou Institute of Agricultural Science, Guangzhou 510308, China; 2. Biotechnology Institute of Horticulture College, South China Agricultural University, Vegetables Department of Horticulture College, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Heat tolerance of 6 flowering Chinese cabbage cultivars were measured by semilethal temperature (LT_{50}) and the survival rate of seeded during high stress in field, and the correlation between those databases according to SAS and EXE software. The results showed that all cultivars increased following an S-curve in different high stress temperature. The LT_{50} was between 46℃ and 49℃. The heat tolerance of 6 cultivars decreased in the order of sijiu-19caixin, sijiu huang caixin, youlv 50 tian caixin, youlv 501 caixin, youlv 701 caixin, teqing chixin 4. The result was Significant positive correlation with the survival rate of seeded during high stress in field and it could be used as flowering Chinese cabbage heat resistance evaluation index.

Key words: Flowering Chinese cabbage; Heat tolerance; Relative electric conductivity; Semi-lethal temperature (LT_{50})

菜心(*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis* Tsen et Lee.)是白菜亚种的一个变种,是广东省目前栽培面积最大和市场供应主要的蔬菜。但广东省夏季田间温度可达40℃^[1],这种逆境条件对菜心的正常生长构成了严重的威胁。在作物抗逆性研究中植物组织的半致死温度(LT_{50})在理论研究和实践应用上都很重要,多数的研究结果表明半致死温度可以简便、灵敏、准确地评价作物的抗逆性^[2-4]。因此,本试验用半致死温度并结合田间高温的自然性来测定不同菜心材料的耐热性强弱,以便为菜心耐热性材料的选育提供帮助。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验所用材料为油绿501菜心(简称A)、油绿50天菜心(简称B)、四九-19号菜心(简称C)、四九黄菜心(简称D)、油绿菜心701(简称E)、特青迟心4号(简称F),其中C、D为耐热性强的菜心品种,A、B、E为耐热性一般的菜心品种,F为耐热性较差的菜心品种,以上材料均由广州市农业科学研究院提供。

1.2 试验方法

2011年8月将材料播种在广州市农业科学研

收稿日期:2012-08-10

基金项目:广东省特色蔬菜现代产业技术体系、广州市农业局招标项目(GZCQC1002FG08015)

作者简介:李光光(1982-),男,湖北襄阳人,硕士,主要从事菜心育种研究。

究院花都试验基地,各材料播种 100 ~ 200 粒种子,各有 3 个重复。待其长到采收期时,分别调查成活率。电导率的测定参照石永红等^[4]的方法略加改动,取菜心相同部位叶片,用去离子水漂洗 3 次,滤纸吸干叶片表面的水分,避开叶脉,用直径 1 cm 打孔器在叶片上取 10 个小圆片,加双蒸水 10 mL,室温静置 30 min,测定初始电导率 EC_0 ,将菜心叶片分别在 35、40、45、50、55、60、70℃ 下水浴 15 min,室温冷却后测定电导率 EC_1 ,最后沸水浴 15 min,室温冷却后测定电导率 EC_2 ,各处理分别有 3 个重复,计算相对电导率 $REC = (EC_1 - EC_0) / (EC_2 - EC_0) \times 100\%$ 。将处理温度和相对电导率用 Logistic 方程来拟合,根据朱根海等^[5]计算方法,算出高温下各菜心材料的半致死温度(LT_{50})。

2 结果与分析

2.1 不同温度下菜心电导率的动态变化

高温处理 6 份材料菜心叶片的电解质外渗率随着处理温度的升高而不断上升,呈“S”型曲线变化(图 1),而上升趋势各有不同,说明各材料的耐热性不同。当温度从 45℃ 上升到 55℃ 时,相对电导率急增,说明这个范围是菜心质膜被高温破坏的临界区。

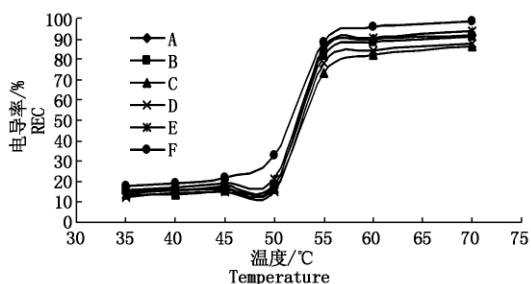


图 1 不同高温处理菜心叶片相对电解质外渗率变化

Fig.1 The relative electric conductivity of flowering Chinese cabbage leaves after exposure in different high temperatures

表 1 6 份菜心材料高温下相对电导率

回归方程及半致死温度(LT_{50})

Tab.1 Logistic equation of the relative electric conductivity of 6 chinese flowering cabbage cultivars and the median lethal temperature (LT_{50}) in high temperature

品种 Cultivar	拟合方程 Logistic equation	拟合度 R^2	半致死温度/℃ LT_{50}
A	$y = -0.2552x + 12.025$	0.8725	47.12
B	$y = -0.2293x + 10.893$	0.8683	47.51
C	$y = -0.2106x + 10.211$	0.8727	48.49
D	$y = -0.2365x + 11.376$	0.8729	48.10
E	$y = -0.2425x + 11.419$	0.8801	47.09
F	$y = -0.2267x + 10.58$	0.9073	46.67

2.2 高温胁迫下菜心半致死温度

6 份菜心材料在高温胁迫下的电解质外渗率所计算出的 Logistic 拟合方程以及 LT_{50} 结果见表 1。6 份

菜心材料的 LT_{50} 在 46 ~ 49℃ 之间,耐热性由强到弱排序为 C(48.49℃) > D(48.10℃) > B(47.51℃) > A(47.12℃) > E(47.09℃) > F(46.67℃)。

2.3 高温下菜心播种成活率试验

各菜心材料在高温下测定的电导率由于采样处理时间有差异,得到的半致死温度结果过于单一,需要对试验材料在自然高温下进行直接鉴定,对两者的结果进行相关性分析,为菜心耐热性提供更加科学的依据。

表 2 6 份菜心材料田间高温下的成活率

Tab.2 Survival of 6 flowering Chinese cabbage cultivars under the high temperature during a natural field

品种 Cultivar	播种总粒数 Total number of seeded	平均成活率 Average survival
A	300	0.195
B	300	0.145
C	300	0.245
D	300	0.213
E	600	0.074
F	600	0.033

经过田间高温直接鉴定,6 份菜心材料的播种成活率出现了不同程度的差异(表 2)。结果可知,6 份菜心材料在田间高温下成活率均较低,说明田间高温对各材料的生长代谢有明显的阻碍作用,从而导致各材料出现了明显的耐热性差异,材料 F(特青迟心 4 号)的成活率最低,表现出明显的热敏性,而材料 C(四九-19 号菜心)的成活率最高,表现出较好的耐热性。用 EXE 方差分析各材料间的 $F = 53.93$ ($P = 0.000001 < 0.01$),差异极显著,其耐热性由强到弱排序为 C > D > A > B > E > F,该结果与各材料的 LT_{50} 值基本上一致。用 SAS 统计软件分析可知,高温下 6 份菜心的 LT_{50} 值与播种成活率达到显著正相关性 ($F = 0.85499$, $P = 0.03 < 0.05$),说明可以用 LT_{50} 值作为菜心耐热性鉴定的指标。

3 结论与讨论

逆境对植物的伤害首先使细胞质膜的选择性丧失,电解质和某些有机物大量渗漏。植物细胞膜的稳定性是其抗逆性鉴定的适宜指标^[6-7],多数研究表明热胁迫下的植物变异与其本身的表现较一致^[8-10]。半致死温度值是评价一个作物抗逆性比较准确的指标^[11]。本试验计算出的菜心材料 LT_{50} 在 46 ~ 49℃ 之间,各品种间的差异不是很大。许瑛等^[12]认为仅凭某一时期的逆境半致死温度来评价植物的抗逆性是不可靠的,本研究认为作物在逆境

下的直观表现可以用田间自然高温处理试验材料使其某些性状表现差异来鉴别作物的抗逆性强弱,因此用田间高温播种菜心表现并结合试验推算的菜心 LT_{50} 值进行相关性分析。分析结果可知两者之间存在显著的正相关,因此用 LT_{50} 值可以大致推断出菜心的耐热性强弱。试验得出的结果显示,耐热性较好的菜心材料是四九-19 号菜心和四九黄菜心,这两者属于早菜心类型,而极不耐热性的菜心是特青迟心 4 号,属于晚熟菜心类型。这与生产上的表现较为一致。

蔬菜耐热性在其逆境条件下主要研究物候期和生理生化变化等,而分子生物学研究蔬菜耐热性集在热激蛋白 HSP 上^[13],黄瓜耐热遗传研究表明,耐热性状是由多基因控制的数量遗传,存在主效基因控制^[10]。菜心是广东省特色蔬菜,目前种植和消费区域也主要限于广东省内,对菜心的研究,特别是从菜心耐热性状的遗传和分子生物学研究目前还没有深入,因此揭示菜心某些主要性状和机理以便为菜心育种和生产提供帮助,已成为菜心研究的当务之急。

参考文献:

- [1] 李植良,孙保娟,罗少波,等. 高温胁迫下华南茄子的耐热性表现及其鉴定指标的筛选[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(2): 244-248.
- [2] 严寒静,谈 锋. 茄子叶片生理特性与抗寒性的关系[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(4): 21-24.
- [3] 郭卫东,张真真,蒋小韦,等. 低温胁迫下佛手半致死温度测定和抗寒性分析[J]. 园艺学报, 2009, 36(1): 81-86.
- [4] 石永红,万里强,刘建宁,等. 多年生黑麦草高温半致死温度与耐热性研究[J]. 草业科学, 2010, 27(2): 104-108.
- [5] 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研究[J]. 南京农业大学学报, 1986, 3: 11-16.
- [6] Hafeezur R, Saeed A M, M Saleem. Heat tolerance of upland cotton during the fruiting stage evaluated using cellular membrane thermostability[J]. Field Crops Research, 2004, 85: 149-158.
- [7] Samba T, Anthony E H. Comparison of selection for either leaf-electrolyte-leakage or pod set in enhancing heat tolerance and grain yield of cowpea[J]. Field Crops Research, 2004, 86: 239-253.
- [8] 王冬梅. 番茄耐热性鉴定方法的研究及其种质资源的筛选鉴定[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2003.
- [9] 徐剑锋. 甜椒耐热机理及热胁迫下生理、生化变化的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2003.
- [10] 张 鹏. 黄瓜耐热性遗传分析[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2006.
- [11] 徐 康,夏宜平,徐碧玉,等. 以电导法配合 Logistic 方程确定茶梅小玫瑰的抗寒性[J]. 园艺学报, 2005, 32(1): 148-150.
- [12] 许 瑛,陈发棣. 菊花 8 个品种的低温半致死温度及其抗寒适应性[J]. 园艺学报, 2008, 35(4): 559-564.
- [13] 徐小万,曹必好,陈国菊,等. 蔬菜耐热综合评价研究进展[J]. 长江蔬菜, 2008, 2: 40-43.