

高温胁迫对 25 个油茶品种渗透调节物质的影响

王国霞¹, 陈丽培¹, 寇刘秀², 杨玉珍¹, 冯发文³, 曹福亮⁴, 方炎明⁴

(1. 郑州师范学院, 河南 郑州 450044; 2. 河南省投资集团, 河南 郑州 450008;

3. 滑县林业局, 河南 安阳 456400; 4. 南京林业大学, 江苏 南京 210037)

摘要: 为探索高温条件下油茶渗透调节物质的变化规律, 以江西省林业科学院油茶种质资源圃中 25 个油茶优良品种为材料, 对成年大树的水培枝条进行常温对照、40 ℃ 和 45 ℃ 等 3 种温度处理, 处理时间 8 h, 并测定了其叶片中可溶性蛋白含量、游离脯氨酸含量和可溶性糖的含量。结果表明: 与常温对照相比, 40 ℃、45 ℃ 高温胁迫后, 25 个油茶品种的可溶性蛋白质平均含量分别增加 63.29%、77.88%, 游离脯氨酸平均含量分别增加 40.82%、83.97%, 可溶性糖平均含量分别增加 56.57%、147.26%; 油茶品种间上述各指标在同一温度胁迫下差异极显著。由此可见, 高温胁迫使油茶品种叶片中的可溶性蛋白含量、游离脯氨酸含量和可溶性糖含量均显著升高, 且不同油茶品种间存在显著的耐热性差异。

关键词: 油茶; 高温胁迫; 耐热性; 渗透调节物质

中图分类号: S794.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)04-0059-04

Effects of High Temperature Stress on Osmotic Adjustment Substances of 25 Varieties of *Camellia oleifera*

WANG Guo-xia¹, CHEN Li-pei¹, KOU Liu-xiu², YANG Yu-zhen¹,
FENG Fa-wen³, CAO Fu-liang⁴, FANG Yan-ming⁴

(1. Zhengzhou Normal University, Zhengzhou 450044, China; 2. Henan Investment Group, Zhengzhou 450008, China;

3. Huaxian Forestry Bureau, Anyang 456400, China; 4. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: In order to explore the change of osmotic adjustment substances in *Camellia oleifera* under high temperature stress, the hydroponic branches of 25 varieties of *Camellia oleifera* growing in the *Camellia oleifera* germplasm nursery in Jiangxi Academy of Forestry were respectively dealt with the temperatures of 40 ℃ and 45 ℃ and the normal temperature for 8 hours under hydroponic culture. And the contents of soluble protein, soluble sugar, and free proline in *Camellia oleifera* leaves were assayed. The results showed that compared with the situations under normal temperature, the content of soluble protein in leaves respectively increased by 63.29% and 77.88% under high temperature stress of 40 ℃ and 45 ℃, the content of free proline increased by 40.82% and 83.97%, and the content of soluble sugar increased by 56.57% and 147.26%. The difference of indexes was significant between different varieties under the same high temperature stress. These results demonstrated that high temperature stress made the contents of soluble protein, soluble sugar, and free proline in *Camellia oleifera* leaves increase remarkably, and there was great difference in the heat resistance among the varieties of *Camellia oleifera*.

Key words: *Camellia oleifera*; high temperature stress; heat resistance; osmotic adjustment substance

收稿日期: 2011-08-17

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目 (2006BAD03A0104)

作者简介: 王国霞 (1977-), 女, 河南平顶山人, 讲师, 博士, 主要从事经济林栽培利用研究。E-mail: wgxia191919@sina.com

逆境条件下植物细胞会积累一些调节物质,以提高细胞液浓度,降低其渗透势,增强适应胁迫的能力。因而,渗透调节是植物忍耐和抵御高温逆境的重要生理机制之一,其中可溶性糖、脯氨酸、可溶性蛋白是广受关注的植物体内重要的渗透调节物质^[1]。高温是植物生长过程中最常见的逆境因子之一,严重影响植物的生长及其果实的产量和品质(商品性和营养品质)^[2-5],其对植物的危害规律也一直是学术界关注的热点^[6-14]。

油茶(*Camellia oleifera*)作为我国南方特有的重要木本食用油料树种,其主要产品——茶油中的不饱和脂肪酸高达 85%~97%,居各种食用油之冠^[15-16]。在极端高温条件下,油茶的生长也会受到抑制,表现为叶片萎靡、果实脱落,甚至死亡,直接影响油茶的产量和质量。随着温室效应的加剧,全球气温上升,极端高温天气频频出现,油茶产业也面临着高温胁迫的严峻挑战,因此,开展油茶对高温耐御机制的相关研究显得尤显重要。鉴于此,以江西省林业科学院选育出的 25 个优良油茶品种为材料,对其进行不同温度的胁迫处理,探索了高温条件下油茶渗透调节物质的变化规律,旨在为探讨油茶耐热机制和为耐热型油茶品种的选育提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料与试验设计

供试材料为江西省林科院选育的 25 个优良油茶品种:赣 190、赣 55、赣石 843、赣 447、赣 71、赣无 24、赣 68、赣 8、赣无 11、赣兴 46、赣无 16、赣 70、赣永 5、白皮中子(赣 77024)、赣 6、赣无 12、赣无 2、赣抚 20、赣石 834、赣无 1、赣无 15、赣兴 48、赣石 831、赣石 848 和赣永 6,于 2009 年 6 月在江西省林科院油茶种质资源圃成年结果大树上采集同一部位的枝条,进行保湿处理后带回实验室,迅速在人工气候箱中进行水培并进行不同温度处理:常温对照、40℃和 45℃,处理时间为 8 h,处理结束后采集同一部位的叶片进行生理指标的测定,每处理 3 个重复。

1.2 测定项目及方法

可溶性蛋白质的测定采用考马斯亮兰染色法;游离脯氨酸(Pro)含量测定采用酸式茚三酮法;可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[1,17]。

2 结果与分析

2.1 不同高温胁迫处理对油茶品种可溶性蛋白含量的影响

从图 1 可见,油茶在经历高温胁迫后,可溶性蛋

白含量均比对照显著增高。在对照条件下,25 个油茶品种的平均可溶性蛋白含量为 15.180 mg/g;经过高温处理后,各个油茶品种可溶性蛋白质含量均明显增加,40℃、45℃高温胁迫后平均可溶性蛋白质含量分别为 24.798 mg/g、27.003 mg/g,分别比对照增加 63.29%、77.88%。除了赣无 1、赣石 831、赣兴 48、赣永 6、赣无 11 和赣石 848 的可溶性蛋白含量表现为 40℃处理高于 45℃处理外,其他油茶品种的可溶性蛋白含量均表现为 45℃高温处理高于 40℃处理。方差分析表明,对照条件下和 40℃、45℃高温处理后,不同油茶品种间的可溶性蛋白质含量均存在极显著差异($F_{\text{对照}} = 3.529$, $P_{\text{对照}} < 0.01$; $F_{40^\circ\text{C}} = 2.6742$, $P_{40^\circ\text{C}} < 0.01$; $F_{45^\circ\text{C}} = 3.8254$, $P_{45^\circ\text{C}} < 0.01$),从一定程度上反映出不同油茶品种间存在抗热性差异,可溶性蛋白含量能够作为早期抗热选择的依据之一。

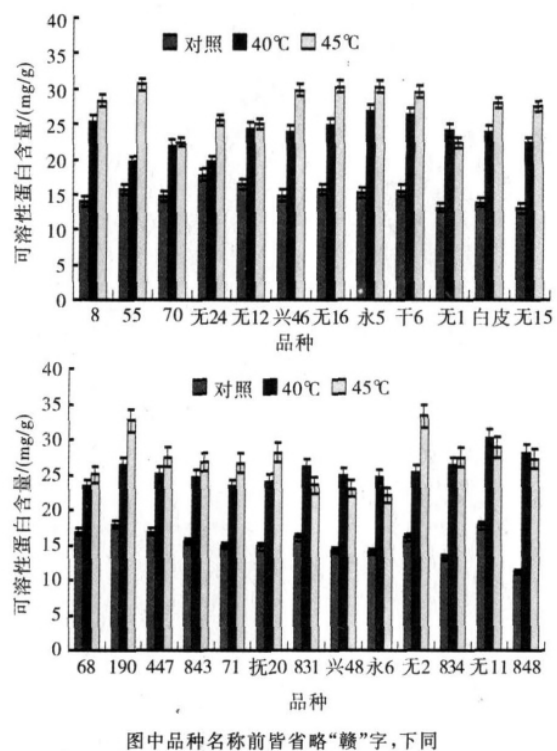


图 1 高温胁迫对 25 个油茶品种可溶性蛋白含量的影响

2.2 不同高温胁迫处理对油茶品种游离脯氨酸含量的影响

高温胁迫后油茶品种的脯氨酸含量均比对照增加(图 2)。在对照条件下,25 个油茶品种的平均脯氨酸含量为 25.87 $\mu\text{g/g}$,方差分析结果表明,各品种间差异不显著($F = 0.417$, $P > 0.05$)。在高温胁迫下,脯氨酸含量均有增大趋势,且随着胁迫温度的上升而增加;在 40℃高温胁迫条件下,各品种脯氨

酸含量平均为 $36.43 \mu\text{g/g}$, 平均比对照增加 40.82% , 方差分析结果表明, 品种间差异极显著 ($F=6.276, P<0.01$); 在 45°C 高温处理条件下, 各品种脯氨酸含量平均为 $47.58 \mu\text{g/g}$, 平均比对照增加 83.97% , 方差分析结果表明, 各油茶品种间脯氨酸含量差异极显著 ($F=5.97, P<0.01$), 其中赣68、赣无15、赣无11、赣石447、赣石843和赣190增幅较大, 含量均为对照的2倍以上。

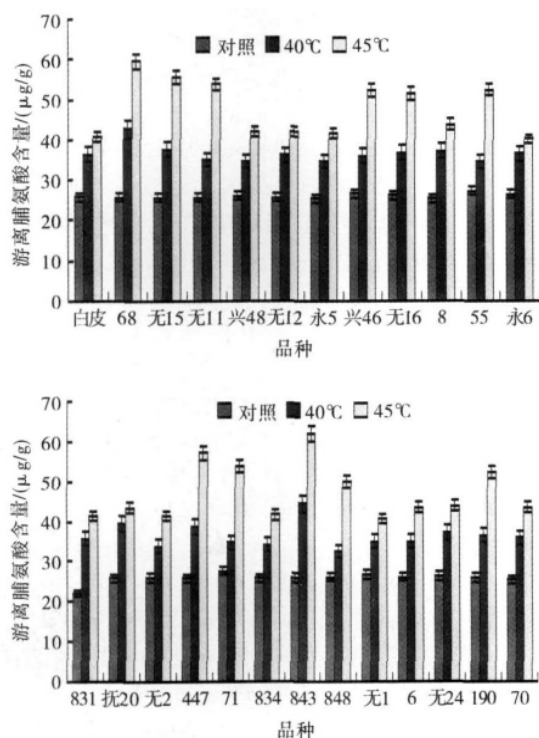


图2 高温胁迫对25个油茶品种游离脯氨酸含量的影响

2.3 不同高温胁迫处理对油茶品种可溶性糖含量的影响

在对照条件下, 25个油茶品种的平均可溶性糖含量为 4.0722 mg/g 。与对照相比, 高温胁迫下不同油茶品种的可溶性糖含量均增加, 且随着胁迫温度的上升而增大(图3)。在 40°C 、 45°C 高温胁迫条件下, 25个油茶品种的平均可溶性糖含量分别为 6.3759 mg/g 、 10.0690 mg/g , 分别比对照增加 56.57% 、 147.26% , 方差分析结果表明, 油茶品种间可溶性糖含量差异极显著 ($F_{40^\circ\text{C}}=47.3535, P_{40^\circ\text{C}}<0.01$; $F_{45^\circ\text{C}}=36.8214, P_{45^\circ\text{C}}<0.01$)。

3 结论与讨论

渗透调节是植物耐热和抵御高温逆境的重要生理机制。正常情况, 植物体内脯氨酸合成酶类有反馈抑制作用, 故游离脯氨酸含量不高; 当植物处于逆境胁迫下, 脯氨酸合成酶类对脯氨酸反馈抑制的敏

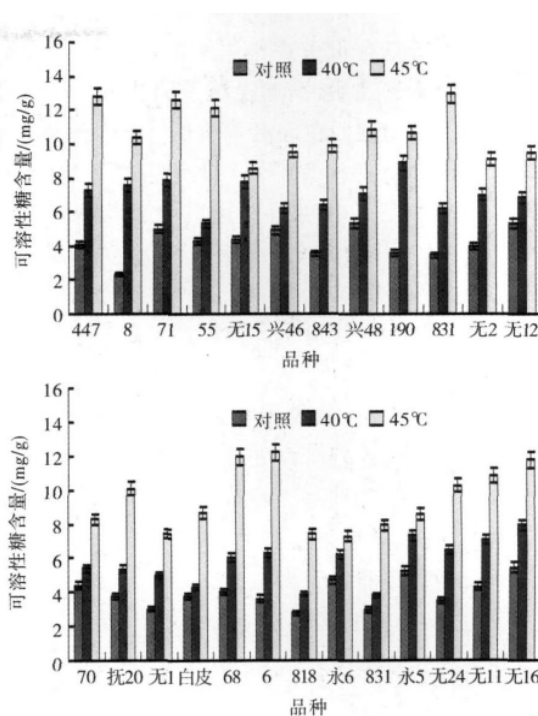


图3 高温胁迫对25个油茶品种可溶性糖含量的影响

感性降低, 导致体内游离脯氨酸含量增加^[6-7, 18]。脯氨酸含量的大幅增加有利于水分的保持, 从而减轻由于高温引起蒸腾作用加剧而产生的伤害。逆境胁迫下植物体内游离脯氨酸积累是一个普遍现象^[19-22]。另有研究表明, 在热胁迫时许多耐热的植物品种比不耐热的品种脯氨酸积累多^[23], 可见, 脯氨酸含量是一个较好的衡量油茶耐热性的指标。本研究结果表明, 在高温胁迫下油茶游离脯氨酸含量均比常温对照明显增加, 这与上述研究一致; 结果还表明, 油茶脯氨酸的积累和胁迫温度呈现一定的相关性, 即游离脯氨酸含量随着胁迫温度增加而增加; 另外, 同一高温胁迫下不同油茶品种间脯氨酸含量差异极显著, 说明油茶品种间耐热性差异明显。

高温胁迫诱发细胞脱水是高温伤害的重要原因^[7, 9], 而可溶性糖作为渗透调节物质对于植物维持体内水分平衡具有重要意义。油茶体内可溶性糖含量在 40°C 的高温胁迫下与常温对照相比增幅不大, 可能是由于油茶在遭受低程度高温胁迫时体内的水分吸收和丧失尚能保持平衡, 而当应对更高温度的胁迫时 (45°C), 含量急剧上升, 说明 45°C 对油茶的渗透调节能力造成了很大的挑战。另外, 45°C 条件下赣447、赣831、赣68、赣6等可溶性糖含量增幅较其他品种显著, 则可能说明这几个品种耐热性和其他品种相比具有较大差异。

在与植物抗性生理有关的物质代谢研究中, 对

作为生命物质具有很重要作用的蛋白质研究较多。多数学者的研究表明,高温逆境下蛋白质的稳定性与抗逆性密切相关。在高温下植物可溶性蛋白含量与植物抗热性呈正相关^[24-25]。本研究结果显示,高温胁迫后各油茶品种可溶性蛋白含量均有较大增长,但不同品种间增幅差异显著,表示不同油茶品种间耐热性差异显著。

目前已有许多针对不同树种苗期对高温胁迫响应的研究^[5,12,26-29],但对于以生产林产品获得经济效益的经济林木来说,对成年林木的耐热机制进行研究要比对幼龄苗进行研究更有实践指导意义。本研究通过分析油茶几种渗透调节物质在高温胁迫下的变化发现,油茶品种间存在明显的耐热性差异,即一部分油茶品种更能忍受高温的挑战。可通过进一步研究,结合其他一些耐热性指标如半致死温度等建立耐热性评价体系^[27,30-32],选育出一批耐热优良品种,以应对全球复杂气候挑战。

致谢:感谢江西省林业科学院在项目完成过程中提供的大力帮助!

参考文献:

- [1] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 2 版. 北京:科学出版社,2004.
- [2] 赵德法,王安乐,陈朝辉. 持续高温的发生规律对农业生产的影响[J]. 山西农业科学,2004,32(1):76-79.
- [3] 敬海霞,王晨阳,郭天财,等. 花后高温胁迫对不同筋型小麦籽粒品质的影响[J]. 河南农业科学,2010(6):5-8.
- [4] 胡吉帮,王晨阳,郭天财,等. 灌浆期高温和干旱对小麦灌浆特性的影响[J]. 河南农业大学学报,2008,42(6):597-601.
- [5] 鹿金安,马德华,张延军. 高温处理对黄瓜幼苗蛋白质含量的影响[J]. 天津农业科学,2001,7(1):10-13.
- [6] 陈培琴,郁松林,詹妍妮,等. 植物在高温胁迫下的生理研究进展[J]. 中国农学通报,2006,22(5):223-227.
- [7] 利容千,王建波. 植物逆境细胞及生理学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2002.
- [8] 苏德荫. 高温对小麦的生理障碍及伤害机理(综述)[J]. 山西农业科学,1992,20(5):35-38.
- [9] 范双喜,谷建田,韩莹琰. 园艺植物高温逆境生理研究进展[J]. 北京农学院学报,2003,18(2):147-151.
- [10] 董灵迪,石琳琪,焦永刚,等. 不同番茄品种耐热性及耐热机理研究[J]. 华北农学报,2009,24(增刊):126-129.
- [11] 刘瑞侠,李艳辉,陈绍宁,等. 干旱高温协同胁迫对玉米幼苗抗氧化防护系统的影响[J]. 河南农业大学学报,2008,42(4):363-366.
- [12] 曲复宁,王云山,张敏,等. 高温胁迫对仙客来根系活力和叶片生化指标的影响[J]. 华北农学报,2002,17(1):127-131.
- [13] 罗永松,林茂. 光皮树造林的主要胁迫因子及应对措施[J]. 现代农业科技,2010(4):245-246.
- [14] 杨建婷,柴青,刘玉华,等. 冀西北高原区高温胁迫对韭菜叶绿素荧光的影响[J]. 华北农学报,2010,25(5):132-136.
- [15] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 北京:中国林业出版社,1988.
- [16] 何方,何柏,李忠海,等. 茶油产品品质等级标准制订说明[J]. 经济林研究,2004,22(4):105-108.
- [17] 李合生. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [18] 王贵元,林小芳. 蔬菜作物高温逆境及其耐热性研究进展[J]. 安徽农学通报,2006,12(11):84-85.
- [19] 张庆峰,徐胜,李建龙. 高温胁迫下高羊茅生理生化特性研究[J]. 草业科学,2006,23(4):26-28.
- [20] 曲复宁,王云山,张敏,等. 高温胁迫对仙客来根系活力和叶片生化指标的影响[J]. 华北农学报,2002,17(1):127-131.
- [21] 耶兴元,马锋旺,王顺才,等. 高温胁迫对猕猴桃幼苗叶片某些生理效应的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(12):33-37.
- [22] 刘应迪,李和平,肖冬林. 高温胁迫下藓类植物游离脯氨酸含量的变化[J]. 吉首大学学报:自然科学版,2001,22(1):1-3.
- [23] 张昭其,段学武,庞学群,等. 冷激对采后香蕉几个与耐热性有关的生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯,2002,38(4):333-335.
- [24] 王志和,于丽艳,曹德航,等. 短期高温处理对大白菜几个生理指标的影响[J]. 西北农业学报,2005,14(3):82-85.
- [25] 张施君,周厚高,潘文华,等. 麝香百合的抗热生理指标初探[J]. 中国农学通报,2005,21(3):240-242.
- [26] 汤照云,吕明,张霞,等. 高温胁迫对葡萄叶片三项生理指标的影响[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2006,24(2):198-200.
- [27] 陈志刚,谢宗强,郑海水. 不同地理种源西南桦苗木的耐热性研究[J]. 生态学报,2003,23(11):2327-2333.
- [28] 刘招龙,孙益林,郭艳玲. 亚硒酸钠对高温胁迫下梨苗APX、SOD 和 CAT 活性的影响[J]. 现代农业科技,2006(6S):16-17.
- [29] 田彩萍,姚延禧. 高温胁迫对枣树幼苗生长发育的影响[J]. 天津农业科学,2011,17(3):15-17.
- [30] 孙震,董丽,高大伟. 四种野生地被植物抗热性的研究[J]. 中国园林,2007(8):24-27.
- [31] 张燕利,高捍东,吴锦华. 4 种景天科植物耐热性测定[J]. 西南林学院学报,2010,30(6):52-54.
- [32] 李秀玲,刘君,宋海鹏,等. 应用 Logistic 方程测定 13 种观赏草的耐热性研究[J]. 江苏农业科学,2010(3):184-186.