

# 干旱胁迫对葡萄生理特性及显微结构影响的研究进展

陈 丽, 艾 军, 王 振 兴, 赵 滢

(中国农业科学院 特产研究所 吉林 吉林 132109)

**摘 要:** 文章综述了干旱胁迫对葡萄渗透调节物质、保护酶系统、光合作用及显微结构的影响; 指出了现今葡萄干旱胁迫研究中存在的问题, 展望了有关研究的发展方向, 从而为发展节水灌溉农业和选育优良品种提供了理论依据。

**关键词:** 葡萄; 干旱胁迫; 生理特性; 显微结构

**中图分类号:** Q 945. 78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—00092011(06)—0205—05

我国是世界上葡萄栽培面积较大的国家之一, 2008 年全国葡萄栽培面积已达到了  $4.5 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 居世界第 5 位<sup>[1]</sup>。葡萄栽培和加工已成为我国许多地区的支柱产业, 同时也是增加当地农民收入的一条重要途径。但我国 1/3 以上的葡萄种植区位于干旱和半干旱地区, 地域水分分布不均和生长季节频发的干旱不仅对葡萄生长发育造成了严重影响, 同时也降低了葡萄产量和品质, 严重制约了葡萄产业的发展。因此, 葡萄耐旱胁迫研究越来越受到重视, 并已开展了许多相关研究。现通过对已有的研究内容进行分析和总结, 综述了干旱胁迫对葡萄生理特性及显微结构的影响, 旨在探索葡萄对干旱胁迫的响应机制, 以便为生产栽培及抗旱葡萄品种的选育提供理论参考。

## 1 干旱胁迫对葡萄渗透调节物质的影响

渗透调节是植物适应水分胁迫的主要生理机制, 通过渗透调节可使植物在干旱条件下维持一定的膨压, 从而维持细胞生长、气孔开放和光合作用等生理过程的进行<sup>[2]</sup>。植物受到干旱胁迫, 一方面通过被动失水或从外界环境吸收无机离子使细胞内溶质浓度升高, 另一方面通过诱导参与渗透调节的基因的表达, 形成一些渗透调节物质。其中对无机离子的研究多是针对盐生植物, 而对葡萄等非盐生植物研究最多的则是脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白和甜菜碱。

第一作者简介: 陈丽(1984-), 女, 硕士, 现主要从事药用植物资源学研究。

通讯作者: 艾军(1968-), 男, 博士, 副研究员, 现主要从事果树资源学研究。E-mail: aijun1005@163.com。

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项基金资助项目(NYCYTX-30-01); 农业部作物种质资源保护资助项目(NB2010-2130135-36)。

收稿日期: 2011-01-13

## 1.1 对脯氨酸含量的影响

在正常环境下生长的植物, 体内游离脯氨酸(Pro)的含量较低, 与植物干重质量比一般为  $0.2 \sim 0.6 \text{ mg/g}$ , 在逆境条件下, 其含量显著增加, 可达  $40 \sim 50 \text{ mg/g}$ <sup>[3]</sup>。干旱胁迫使 Pro 含量增加主要有三方面原因: 一是 Pro 合成加强, 谷氨酸在失水萎蔫时能迅速转化为 Pro; 二是 Pro 氧化作用受抑制, 氧化中间产物逆转为 Pro; 三是干旱抑制蛋白质的合成, 蛋白质合成减弱, 抑制了 Pro 掺入蛋白质的过程。Pro 除了作为渗透调节物质, 其亲水基还可与蛋白质亲水基相互作用提高蛋白质的稳定性, 另外 Pro 还可以作为自由基清除剂, 调节细胞质 pH 值, 防止酶变性, 防止细胞质酸化。多数研究结果表明, 葡萄叶片内游离 Pro 含量在一定程度上能够反映植物体内的水分情况, 可以作为葡萄抗旱性的生理指标<sup>[4]</sup>。

## 1.2 对可溶性糖含量的影响

可溶性糖是重要的渗透调节物质之一。很多学者都对干旱胁迫下可溶性糖含量的变化进行了研究, 但结果却不尽相同。王云中等<sup>[5]</sup>发现干旱胁迫下葡萄叶片中可溶性糖含量增加, 抗旱性较强的品种比抗旱性较弱的增加幅度更大, 并指出增加的可溶性糖种类主要有肌醇、果糖和葡山甘(葡萄糖+山梨醇+甘露醇)。干旱胁迫下可溶性糖的累积主要有二方面原因, 一是淀粉等多糖水解为寡聚糖或单糖, 二是干旱胁迫使光合产物不能正常运出被植物利用而造成累积。而惠竹梅<sup>[4]</sup>等研究却发现, 在干旱胁迫条件下, 葡萄叶片中可溶性糖含量降低, 并没有积累, 这和朱万泽<sup>[6]</sup>在桉木上的研究结果相同, 他们都认为可溶性糖含量下降是生理受害症状表现, 干旱胁迫导致了可溶性糖的加速分解和合成减少。对于叶片成熟度而言, 李予霞等<sup>[7]</sup>的研究发现干旱胁迫使幼龄叶片的可溶性总糖含量增加, 而减少了在成熟叶片中的含量, 这说明干旱胁迫导致渗透调节物质由老组织向幼嫩组织运输并积累, 从而提高了幼嫩组织的干旱适应能力。刘崇怀<sup>[8]</sup>认为葡萄叶片内起渗透调节作用

的物质很多,可溶性糖类只起到部分作用,可溶性糖的积累量和变化的动态过程和各份材料的耐旱力没有直接的相关性。

### 1.3 对可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白的含量是植物细胞内酶系统稳定性的标志<sup>[9]</sup>。干旱胁迫下可溶性蛋白质含量在不同植物中也呈现不同的变化趋势。逆境胁迫下,膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)抑制蛋白质生物合成过程,长时间严重干旱胁迫使植物体内蛋白质分解代谢大于合成<sup>[10]</sup>。惠竹梅等发现随干旱胁迫时间的延长,葡萄叶片中可溶性蛋白质含量下降<sup>[4]</sup>。干旱引起蛋白质的降解的同时,植物为了避免胁迫造成伤害,会诱导产生一些抗逆蛋白质,且在不同植物中抗逆蛋白的种类和含量也不同。许宏<sup>[11]</sup>在对葡萄砧木和栽培品种的抗旱性进行研究中发现,所有葡萄品种叶片中可溶性蛋白质含量都显著增加。因此,可溶性蛋白可否作为葡萄的抗旱性指标还有待于进一步研究。

### 1.4 对甜菜碱含量的影响

甜菜碱作为一类无毒的季铵化合物是渗透调节物质中最重要的一种<sup>[12]</sup>。水分亏缺条件下许多种作物体内都会积累甜菜碱以适应干旱的环境。而王云中的研究结果显示,葡萄品种叶片中甜菜碱含量始终处于很低的水平,没有发生显著的变化<sup>[5]</sup>。外施甜菜碱可以提高植物的抗胁迫能力。霍晓兰<sup>[13]</sup>对干旱胁迫下盆栽葡萄幼苗喷施甜菜碱发现甜菜碱可显著促进葡萄幼树新梢生长,引起叶片含水量的显著增加,明显维护叶片SOD活性并减少了 $O_2^{\cdot -}$ 产生速率和MDA含量的增多,同时光合速率和蒸腾速率升高但未达显著水平。

## 2 干旱胁迫对葡萄保护酶活性的影响

在正常生长条件下,植物体内活性氧自由基的产生和清除处于动态平衡状态,当植物受到逆境胁迫后这种动态平衡会被破坏,导致活性氧自由基大量累积,使膜质发生过氧化作用或膜脂脱脂作用,破坏膜结构,对植物造成伤害。植物体内存在酶促和非酶促2类活性氧清除系统,这2种活性氧自由基清除系统常常协调发挥作用,使植物免受氧化伤害。关于葡萄干旱胁迫中抗氧化物质研究较多的是超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)3种酶。

### 2.1 对SOD活性的影响

SOD是生物体内普遍存在的参与氧化代谢的酶,分为Cu-Zn SOD、Mn-SOD和Fe-SOD,其中Cu-Zn SOD存在于真核细胞质中,Fe-SOD存在于叶绿体中,二者都对过氧化氢( $H_2O_2$ )敏感,Mn-SOD存在于线粒体中,对 $H_2O_2$ 不敏感。在酶促活性氧自由基清除系统中SOD发挥着特别重要的作用,是植物体内清除活性氧系统的

第一道防线。SOD是植物体内清除 $O_2^{\cdot -}$ 的关键酶,产生的歧化产物 $H_2O_2$ 可被POD、CAT清除,生成无害的 $O_2$ 和 $H_2O$ ,可终止进一步的生物自由基链式反应,起到酶促防御系统的保护作用。普遍认为植物的体内的SOD活性与植物抗旱能力呈正相关。李筠<sup>[14]</sup>等发现转入Cu-Zn SOD基因能增强甘薯清除活性氧的能力,提高耐旱性。惠竹梅等<sup>[15]</sup>发现随干旱时间的延长葡萄叶片SOD活性上升,用 $CaCl_2$ 喷施叶片,SOD活性显著提高,增强了植株对逆境的抗性。

### 2.2 对POD活性影响

POD植物体内普遍存在且活性较高的一种酶,该酶催化以 $H_2O_2$ 为氧化剂的氧化还原反应,在氧化其它物质的同时,将 $H_2O_2$ 还原为 $H_2O$ ,是植物体内重要的保护酶之一。曹慧等<sup>[16]</sup>研究发现干旱胁迫使葡萄叶片中POD活性先升后降。许宏<sup>[11]</sup>发现干旱处理后POD活性降低。因此,POD活性能否可以作为葡萄砧木和栽培品种抗旱鉴定的指标有待进一步研究。关于POD活性与抗旱性的关系在其它作物中也存在争论,对大豆<sup>[17]</sup>植物的研究表明干旱胁迫下抗旱品种一般具有较高的POD活性,但王茅雁等<sup>[18]</sup>通过对玉米保护酶系统的研究发现POD活力在干旱胁迫下一直降低,且与品种抗旱性关系不大。干旱胁迫下POD活性表现不尽相同,可能是因为物种、胁迫程度不同,以及POD在生物体内复杂的功能较与多种代谢途径有关的原因。

### 2.3 对CAT活性的影响

CAT普遍存在于植物组织中,目前认为它主要存在于过氧化物酶体和乙醛酸循环体中,能清除植物体内由光呼吸或脂肪酸氧化过程中形成的 $H_2O_2$ ,以维持植物体内的 $H_2O_2$ 处于一个很低的浓度水平<sup>[19]</sup>,其活性的高低与植物的抗逆性有关。葡萄在遭遇干旱胁迫后CAT活性呈现先高后低的趋势,这和盐胁迫<sup>[20]</sup>、低温胁迫<sup>[21]</sup>等逆境中的研究结果相似。另外,CAT基因对干旱胁迫响应敏感,转CAT基因的植株由于CAT酶活性提高能在一定程度上增强植物抗逆境<sup>[22]</sup>。究竟是其基因表达量的增加而导致CAT活性上升还是由于酶被超氧阴离子诱导激活而活性上升还不清楚,有待进一步研究。

## 3 干旱胁迫对葡萄光合作用的影响

干旱胁迫对作物生长和代谢的影响是多方面的,其中以干旱胁迫对光合作用的影响最为突出。近年来国内外学者对干旱胁迫下作物的光合作用的进行了大量的研究,并且研究已由光合特性深入到了荧光特性,更好的反应了干旱胁迫对光合机构的影响。

### 3.1 对光合色素的影响

光合色素参与光合作用过程中光能的吸收、传递和

转化,其含量直接影响植株的光合能力,其中叶绿素和类胡萝卜素与光合作用的关系较密切,以叶绿素 a 最为重要<sup>[23]</sup>。研究干旱胁迫下叶绿素含量的变化有助于揭示干旱胁迫对葡萄光合作用的影响。干旱胁迫下葡萄叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量、类胡萝卜素都是逐渐减少的,其中叶绿素 a 比叶绿素 b 降低的多, a/b 的值较稳定基本稳定在 2.9 ~ 3.1<sup>[11, 24]</sup>。而陈绍莉等<sup>[25]</sup>在对葡萄砧木进行抗旱性研究时发现,部分抗旱性强的砧木品种在胁迫期间叶绿素含量一直在增加。可见部分抗旱砧木对缺水环境的适应能力非常强,干旱胁迫下光合作用仍能维持较高水平。

### 3.2 对光合特性的影响

光合作用同时受到气孔和非气孔限制 2 个因素的影响,气孔因素限制是植物对水分亏缺的早期响应,在胁迫后期非气孔因素成为限制光合速率的主导因子<sup>[26]</sup>。干旱胁迫使葡萄叶片净光合速率、蒸腾速率、气孔导度下降,胞间 CO<sub>2</sub> 浓度先降后升<sup>[16, 27]</sup>。严巧娣等<sup>[28]</sup>发现干旱条件下葡萄净光合速率日变化呈不明显的双峰曲线,有轻度的中午光合下调现象。这种干旱胁迫使光合速率产生“午休”的现象在欧李<sup>[29]</sup>、苹果<sup>[30]</sup>等果树中均有发现。

### 3.3 对叶绿素荧光的影响

叶绿素荧光动力学是以光合作用理论为基础,利用体内叶绿素 a 荧光作为天然探针,研究和探测植物光合生理状况及各种外界因子对其细微影响的新型植物活体测定的诊断技术,与“表现性”的气体交换指标相比,叶绿素荧光参数更具有反应“内在性”的特点,利用叶绿素荧光动力学方法可以快速、灵敏、无损伤探测干旱胁迫对植物光合作用的影响<sup>[31-32]</sup>。徐建伟等<sup>[33]</sup>对葡萄叶绿素荧光研究结果显示,随着干旱胁迫强度的加强可变为荧光(Fv)下降,PSII的原初光能转换效率(Fv/Fm)和量子产额减少(Yield),光电子传递效率(Etr)降低。都可以作为葡萄抗旱品种快速鉴定的指标。但近年来许多外国学者研究表明,Fv/Fm 在评价干旱胁迫时并不敏感,很多试验表明对照与处理间 Fv/Fm 的值并没有明显差异,而 PI 指数和 ΦPSII 对胁迫和恢复反应敏感<sup>[34-36]</sup>。光化学淬灭反映的是 PSII 天线色素吸收的光能用于光化学电子传递的部分,光化学淬灭系数(qP)越大,说明 PSII 的电子传递活性愈大。非光化学淬灭反映的是 PSII 天线色素吸收的光能不能用于光合电子传递而以热的形式耗散掉的部分。葡萄中 qP 和非光化学淬灭系数(qNP)在胁迫初期都逐渐变大,在胁迫后期出现相反对应的变化趋势,在恢复过程中比较稳定,但 qP 和 qNP 不宜作为快速鉴定抗旱品种的指标<sup>[33]</sup>。

## 4 干旱胁迫对葡萄叶片显微结构的影响

干旱对植物的影响是多方面、多层次的,除外部形

态外,也会影响其内部结构,干旱胁迫发生时,葡萄叶片内部结构发生一系列变化来适应不利的环境。李晓燕<sup>[37]</sup>等发现葡萄叶片组织结构与其抗旱性有密切的相关性,叶片组织结构紧密度 CTR(栅栏组织/叶厚增大)值越大,其抗旱性越强,一般砧木的 CTR 值大于品种。表皮细胞变小且排列致密,叶片上表皮细胞的大小可以作为鉴定抗旱性的一个标志<sup>[37]</sup>,抗旱性强的砧木种类细胞小于栽培种类,抗旱性强的品种细胞小于抗旱性差的品种。气孔大小、形态、密度、气孔指数也与干旱胁迫下的植株的适应性、抗逆性有密切的关系<sup>[38]</sup>,抗性强的品种气孔小并形成下陷气孔,抗性弱的品种气孔较大并突出叶表面,气孔密度越大,气孔指数越大,抗旱性越强。李连国等<sup>[39]</sup>还发现葡萄中存在中心巨型气孔及其周围环形放射状排列的气孔构成的气孔群,认为这种结构是葡萄叶片对地球上水分环境多样性的一种最佳适应方式。

近年来有关逆境对叶片显微结构的影响多集中在对其超微结构的研究上,结果显示不同逆境胁迫对细胞超微结构的影响具有相似性。叶绿体中基粒数目减少,基粒类囊体膨胀,类囊体排列方式发生变化,产生扭曲变形现象<sup>[40-41]</sup>。淀粉粒数量减少,说明植物对胁迫采取了积极的防御措施,促进淀粉粒降解来合成更多的有机溶质,以调节渗透压<sup>[41-42]</sup>。而沈嘉<sup>[43]</sup>却发现干旱胁迫下葡萄叶片中淀粉粒却是增加的,认为长期的干旱环境使线粒体中酶活性降低,呼吸作用减弱,产生的 ATP 减少,从而使光合产物运输所需能量供应不上,导致淀粉积累在叶绿体中。嗜银颗粒数量增多、体积变大且有些呈现相互聚集的趋势,嗜银颗粒通常认为是类囊体降解以及脂质类的降解物聚集的结果<sup>[41, 44]</sup>。线粒体数量增多,嵴减少,且基质变得更加稀薄<sup>[45]</sup>。但由于线粒体是有氧呼吸的场所,是消耗氧的细胞器,产生的活性氧较少,对活性氧诱发的膜质过氧化较不敏感,所以比叶绿体受损表现迟钝且程度较弱<sup>[46]</sup>。干旱胁迫对叶绿体和线粒体的结构造成了破坏,表明植物代谢的基础遭到破坏,这势必会影响植物的生长发育。

## 5 存在问题与展望

逆境胁迫对植物的影响是多种因素的综合表现,与植物本身和环境都有很大的关系,尽管许多学者已从不同方面对葡萄的水分胁迫和抗旱性进行了研究,并取得了一些进展,但与一些模式作物相比研究还是不够深入、不够全面。通过对国内外研究现状的比较,发现我国在对逆境胁迫方面的研究和国外还存在一些差距。目前,国内外有很多学者运用叶绿素荧光技术来检测和评价植物耐旱性,快速叶绿素荧光诱导动力学曲线比以往调制式荧光所获得的参数更加敏感,而且可以同时检测光系统Ⅰ和光系统Ⅱ,在育种和评价植物耐旱性方面非

常有效,然而目前这项技术在葡萄耐旱机制的研究中还很少。另外,国外学者对逆境下光合作用的研究已不仅局限在光合荧光性能的研究上了,他们还还对与光合代谢有关的酶如核酮糖-1,5-二磷酸羧化酶(RuBPC)、硝酸盐还原酶(NR)等也进行了研究,而国内在这方面的研究报道还相对较少。以往对资源进行抗性评价时多是针对单项生理或生态指标进行分析后就下定结论,具有一定的局限性,为避免这一缺陷,通常应运用统计手段,对多项指标进行聚类分析后再做结论,使评价结果更接近作物的实际抗旱能力。另外,生产中作物不仅仅只在某一个生长期受到一种环境胁迫,可能整个生育期会同时受到高温、干旱、强光等多种胁迫的共同影响,国外已有从整个生育期和多种胁迫的综合研究,而我国在这方面尚属空白。最后,国内外对葡萄的研究多针对酿酒家葡萄品种,而对抗性较好的山葡萄等野生属葡萄的研究更是只停留在资源评价、栽培管理、品种选育等初级层次上,今后的研究方向应转向应用基因工程的手段,从抗性强的品种中筛选重组与抗旱性相关的基因,改变作物的遗传基础,创造抗旱新品种。

### 参考文献

- [1] 马爱红,郭紫娟,李海山,等.我国葡萄产业发展概况[J].河北农业科学,2009,13(12):6-9.
- [2] HISAOTC. Physiological effects of plant in response to water stress [J]. Ann Rev. Plant Physiol 1973 24: 519-570.
- [3] 李合生. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 402.
- [4] 惠竹梅,房玉林,郭玉枝,等.水分胁迫对葡萄幼苗4种主要生理指标的影响[J].干旱地区农业研究,2007,25(3):142-149.
- [5] 王云中,韩忻彦,张建成,等.水分胁迫下葡萄叶片中几种物质含量的变化[J].华北农学报,2003,18(3):72-75.
- [6] 朱万泽,王金锡,薛建辉.台湾桫椤和四川桫椤种源苗木对水分胁迫的生理响应[J].西北植物学报,2005,25(10):1969-1975.
- [7] 李予霞,崔百明,董新平,等.水分胁迫下葡萄叶片脯氨酸和可溶性总糖积累与叶龄的关系[J].果树学报,2004,21(2):170-172.
- [8] 刘崇怀.水分胁迫对葡萄叶片碳水化合物含量的影响[J].葡萄栽培与酿酒,1993(4):3-6.
- [9] 张文婷,刘富强,王华田,等.城市绿地植物萱草和结缕草的抗旱性研究[J].中国农学通报,2008,24(8):327-331.
- [10] Dhindsa R S. Inhibition of protein synthesis by products of lipid peroxidation [J]. Phytochem, 1982(31):309-313.
- [11] 许宏.葡萄砧木和栽培品种抗旱性研究[D].泰安:山东农业大学,2004.
- [12] Rhodes D, Hanson A D. Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds In higher Plant [J]. Annu review of Plant Physiology and plant molecular biology, 1993, 44: 357-384.
- [13] 霍晓兰.生长调节剂对水分胁迫下幼龄葡萄生长及抗旱性生理代谢影响的研究[D].太原:山西农业大学,2003.
- [14] 李筠,邓西平,郭尚洙,等.转铜/锌超氧化物歧化酶和抗坏血酸过氧化物酶基因甘薯的耐旱性[J].植物生理与分子生物学报,2006,32(4):451-457.
- [15] 惠竹梅,孙万金,张振文.外源 $\text{Ca}^{2+}$ 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(自然科学版),2007,

35(9):135-139.

- [16] 曹慧,周磊.水分胁迫下非气孔因素对葡萄叶片光合作用的影响[J].潍坊学院学报,2007,7(2):56-61.
- [17] 孔照胜,武云帅,岳爱琴,等.不同大豆品种抗旱性生理指标综合分析[J].华北农学报,2001,16(3):40-45.
- [18] 王茅雁,邵世勤,张建华,等.水分胁迫对玉米保护酶系活力及膜系统结构的影响[J].华北农学报,1995,10(2):43-49.
- [19] 郭春芳,孙云,张云,等.茶叶叶片抗氧化系统对土壤水分胁迫的响应[J].福建农林大学学报(自然科学版),2008,37(6):580-586.
- [20] 李会云,郭修武.盐胁迫对葡萄砧木叶片保护酶活性和丙二醛含量的影响[J].果树学报,2008,25(2):240-243.
- [21] 刘伟,曲凌慧,刘洪庆,等.低温胁迫对葡萄保护酶和氧自由基的影响[J].北方园艺,2008(5):21-24.
- [22] 程华,李琳玲,常杰,等.植物抗氧化酶的研究进展[C].中国园艺学会第八届青年学术讨论会暨现代园艺论坛论文集,2008:766-773.
- [23] 姜卫兵,高光林,俞开锦,等.水分胁迫对果树光合作用及同化代谢的影响研究进展[J].果树学报,2002,19(6):416-420.
- [24] Bertamini M, Zulini L, Muthuchellian K, et al. Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. *Riesling*) plant [J]. Photosynthetica, 2006, 44(1):151-154.
- [25] 陈绍莉,郭修武.葡萄砧木的抗旱性鉴定与研究[J].中国果树,2009(1):38-43.
- [26] Comic C, Massacci A. Leaf photosynthesis under drought stress [J]. Photosynthesis and Environment. Ed. Baker, N. R. . Kluwer Acad. Publs, 1996:347-366.
- [27] 房玉林,惠竹梅,陈洁,等.水分胁迫对葡萄光合特性的影响[J].干旱地区农业研究,2006,24(2):135-138.
- [28] 严巧娣,苏培玺.不同土壤水分条件下葡萄叶片光合特性的比较[J].西北植物学报,2005,25(8):1601-1606.
- [29] 牛洪斌,白润娥,张宪.水分胁迫对欧李光合速率日变化的影响[J].湖北民族学院学报(自然科学版)2000,18(2):15-17.
- [30] 曹慧,兰彦平,王孝威,等.水分胁迫对短枝型果树光合速率日变化的影响[J].山西农业科学,2000,28(3):53-55.
- [31] 罗俊,林彦铨,张木清,等.甘蔗叶绿素a荧光参数对干旱胁迫的响应[J].甘蔗糖业,2000(2):15-20.
- [32] 李晓,冯伟,曾晓春.叶绿素荧光分析技术及应用进展[J].西北植物学报,2006,26(10):2186-2196.
- [33] 徐建伟,席万鹏,方憬军,等.水分胁迫对葡萄叶绿素荧光参数的影响[J].西北农业学报,2007,16(5):175-179.
- [34] Boussadia O, Ben Maniem F, Mechri B, et al. Response to drought of two olive tree cultivars (cv Koroneki and Meski) [J]. Scientia Horticulturae, 2008(116):388-393.
- [35] RAZAVI F, POLLET B, STEPPE K, et al. Chlorophyll fluorescence as a tool for evaluation of drought stress in strawberry [J]. Photosynthetica, 2008, 46(4):631-633.
- [36] Zlatev Z S, Ivan Yordanov. Effects of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in bean plants [J]. Bulg. J. Plant Physiol, 2004, 30(3-4):3-18.
- [37] 李晓燕,李连国,刘志华,等.葡萄叶片组织结构与抗旱性关系的研究[J].内蒙古农牧学院学报,1994,15(3):30-32.
- [38] 李小燕,李连国,刘志华,等.葡萄叶片气孔的研究 II-气孔与葡萄生态适应性[J].内蒙古农牧学院学报,1992,13(4):69-73.
- [39] 李连国,李晓燕,刘志华,等.葡萄叶片气孔的研究 I-气孔形态与分布[J].内蒙古农牧学院学报,1991,12(3):24-28.

# 植物组织培养技术应用研究进展

张东旭<sup>1</sup>, 周增产<sup>1</sup>, 卜云龙<sup>1</sup>, 张洁<sup>2</sup>, 张晓文<sup>3</sup>, 张成波<sup>4</sup>

(1. 北京京鹏环球科技股份有限公司 园艺事业部 北京 100094 2. 河北农业大学 生命科学院, 河北 保定 071000;  
3. 北京市农业机械研究所 科研中心 北京 100096; 4. 中国农业科学院 北京 100081)

**摘要:** 文章对植物组织培养技术在育种、工厂化育苗、种质资源保存、次生代谢物生产、光自养型培养以及高新技术在组培生产上的应用等方面的发展现状进行了简要的概述。  
**关键词:** 植物组织培养技术; 育种; 转基因; 光自养组培技术; LED  
**中图分类号:** Q 943.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)06-0209-05

自德国植物生理学家 *Haberlandt* 提出细胞全能性理论以来, 在无数科学家的努力下, 植物组织培养经过近百年的发展历程后, 该技术日趋完善和成熟<sup>[1]</sup>。随着科学技术的不断发展, 研究领域的不断拓展与深入, 植物组织培养技术的应用也越发的广泛。在生物研究方面, 已由最初的无性快繁逐步渗透到植物生理学、病理学、遗传学、育种学以及生物化学等各个研究领域, 成为生物学科中重要研究技术和手段; 在工厂化育苗方面,

产生巨大的经济及社会价值; 同时植物组织培养技术的发展也促进设施农业、食品、工业、医药业等领域发展现就植物组织培养技术应用研究进展作一简单综述。

## 1 在植物育种上的应用

植物组织培养技术对培育优良作物品种开辟了全新的途径。目前, 国内外已把植物组织培养普遍应用于作物育种, 并在单倍体育种、胚胎育种、细胞融合育种、细胞突变育种、基因工程育种等方面取得了较大进展<sup>[2]</sup>。

### 1.1 单倍体培养育种

通过对植物的花药、花粉、未受精的子房或胚珠进行组织培养获得单倍体(其中以花药和花粉培养应用最为广泛), 单倍体在培养过程中利用秋水仙素处理, 可使

**第一作者简介:** 张东旭(1980-), 男, 河北张家口人, 硕士, 现主要从事细胞工程、园艺、植物工厂及设施农业方面的生产与研究工作。  
Email: zhangdongxu8010@163.com.  
收稿日期: 2011-01-17

[40] 陈立松, 刘星辉. 水分胁迫对荔枝叶片超微结构的影响[J]. 福建农业大学学报, 2001, 30(2): 171-174.  
[41] 史兰波, 李云荫. 水分胁迫对冬小麦幼苗几种生理指标和叶绿体超微结构的影响(简报)[J]. 植物生理学通讯, 1990(2): 28-31.  
[42] Bussis D, Heineke D. Aechmation of potato plants to polyethylene glycol-induced water deficit II contents and subcelualr distribution of organic solutes [J]. Journal of Experimental Botany, 1998(49): 1361-1370.  
[43] Butler R D, Simon E W. Ultrastructural aspects of senescence in plants.

Strehler R Led Advances on Gerontological Research[ M]. London: Academic Press, 1971; 73-129.  
[44] 李晶, 马书荣, 阎秀峰, 等. 干旱胁迫对红松幼苗针叶超微结构的影响[J]. 木本植物研究, 2000(3): 324-328.  
[45] 吴凯, 周晓阳. 环境胁迫对植物超微结构的影响[J]. 山东林业科技, 2007(3): 80-84.  
[46] 沈嘉. 人工模拟干旱胁迫对赤霞珠幼苗叶片及根系超微结构的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2009.

## Research Progress on Effect of Drought Stress on the Physiological Property and Microstructure in Grapevine

CHEN Li, AI Jun, WANG Zhen-xing, ZHAO Ying

(Institute of Special Wild Economic Animal and Plant Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Jilin, Jilin 132109)

**Abstract:** The effects of drought stress on physiological process contended osmotic factors, activity of defense enzyme and photosynthesis and microstructure of grapevine were summarized. At the same time, the review showed the shortcoming of nowadays research and the direction for the future in order to provide theoretical basis on developing water-saving irrigation agriculture and breeding drought-resistance varieties.  
**Key words:** grapevine, drought-stress; physiological property; microstructure