

高浓度 CO₂ 对三种澳大利亚园林植物插条的影响

樊汉明

(华南植物园, 广州 510520)

摘要 在繁殖棚内昼夜施放 CO₂, 使棚内 CO₂ 浓度保持在 800±100μl L⁻¹, 对三种澳大利亚园林植物: *Chamelaucium uncinatum*、*Correa reflexa* 和 *Prostanthera incisa* 进行插条试验。结果表明: 高浓度 CO₂ 处理的 *Chamelaucium uncinatum* 和 *Correa reflexa* 插条干物质重量和淀粉含量显著增加, 使插条出根早、出根率高和根量多, 插后 40d 的插条出根率分别比对照高 26.6% 和 33.4%。然而, 同样的 CO₂ 处理对 *Prostanthera incisa* 的插条没有明显影响。这可能是由于后者对 CO₂ 处理不敏感之故。

关键词 *Chamelaucium uncinatum*; *Correa reflexa*; *Prostanthera incisa*; 二氧化碳; 插条繁殖

INFLUENCE OF CO₂ ENRICHMENT ON ROOTING OF THREE AUSTRALIAN ORNAMENTAL PLANTS

Fan Hanming

(South China Botanical Garden, Guangzhou 510520)

Abstract Cuttings of *Chamelaucium uncinatum* and *Correa reflexa* in the plastic chamber enriched with CO₂ both day and night at an average level of 800μl L⁻¹ showed a significant increase of dry weight and starch content. In comparison with control, the short time of recovering of starch content to initial level and a progressive rise of starch content in high CO₂ treated cuttings resulted in the earlier rooting, higher rooting percentage and more roots. After cutting for 40 days, the rooting rates of the CO₂ enriched cuttings of *Chamelaucium uncinatum* and *Correa reflexa* were respectively 26.6% and 33.4% higher than that of the controls. However, the effect of CO₂ enrichment on cuttings of *Prostanthera incisa* was inconspicuous, probably because these cuttings were insensitive to CO₂ treatment.

Key words *Chamelaucium uncinatum*; *Correa reflexa*; *Prostanthera incisa*; Carbon dioxide; Cutting propagation

施放 CO₂ 能减少叶面气孔开闭度和蒸腾失水, 增加水分的有效利用, 增强光合作用, 加速生长^[1]; 并促进水稻开花, 提高结实率, 达到增产丰收的目的^[2]。国外已广泛开展应用高浓度 CO₂ 促进各类园林植物的插条繁殖试验。Monlar^[3] 报告高 CO₂ 对平铺圆柏等多种植物的插条繁殖有明显的促根效果。French^[4] 发现高浓度的 CO₂ 对插条繁殖的某些杜鹃花品种有促根效果, 对另

一些品种却有抑制作用, 而且在不同季节有不同的反应。澳大利亚具有丰富的野生花卉资源, 不少具有观赏价值的野生花卉由于繁殖技术问题而未能商品化生产^[5], 如 *Chamelaucium uncinatum* 和 *Correa reflexa* 就是其中二例。本试验选择这二种植物和较易插条出根的 *Prostanthera incisa* 作为试验对象, 在高浓度 CO₂ 条件下进行插条繁殖, 观测高 CO₂ 对这些插条干物质重量、淀粉含量和出根率的影响, 以求改进繁殖方法, 为大规模生产提供试验依据。

1 材料与方法

长度约 12cm 的插条分别采自 3 种澳大利亚观赏植物: *Chamelaucium uncinatum* (桃金娘科), *Correa reflexa* (芸香科) 和 *Prostanthera incisa* (唇形科)。母树盆栽于澳大利亚 CSIRO, Division of Horticulture 的玻璃温室。插穗为半木质化的带顶芽枝条, 插穗剪取后随机抽取 10 条为一组, 称取鲜重并用 1000 μ l L⁻¹ 的 IBA 浸泡插条基部约 5s, 待稍干后插于繁殖筛内, 扦插基质为泥炭土: 珍珠岩: 河沙 = 1:1:1, pH 为 4.4。插后用无离子水淋透一次, 然后把繁殖筛分成两大组, 分别放置于两个 3.6m 长 \times 2.5m 宽 \times 2.5m 高的塑料薄膜繁殖棚, 棚内的相对湿度保持在 95 \pm 3%。其中一个繁殖棚日夜施放 CO₂, 使棚内 CO₂ 浓度保持在 800 \pm 100 μ l L⁻¹, 另一繁殖棚不施放 CO₂ 作为对照, 其 CO₂ 浓度维持约 350 μ l L⁻¹。在试验期间(9-12月), 棚内温度白天平均最高为 30.2 \pm 0.5 $^{\circ}$ C, 晚间平均最低 18.5 \pm 0.3 $^{\circ}$ C。棚内午间光照度控制在 350-400 μ mol photons m⁻²s⁻¹。

每次试验于插后 0, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40d 分别在两个繁殖棚内收取 10 个插条, 统计其出根率, 出根数量和最长根的长度, 接着置于烘箱内以 85 \pm 5 $^{\circ}$ C 的温度烘至恒重, 并把烘干的材料研磨成粉末, 用 Robinson 的方法^[6]测定其淀粉含量。

每次试验重复三次, 结果采用 t 测验法比较 CO₂ 处理与对照的差异显著性。

2 实验结果

2.1 高 CO₂ 对插条干物质重量的影响

从三个供试种类看, 插条的干物质重量(平均每克插前鲜重在收获时的干物重毫克数)始终保持平稳上升的趋势, 而高 CO₂ 处理插条的干重与对照比较, 都有不同程度的增加(表 1)。从表 1 看出, 插后 10d, 高 CO₂ 处理的三个种类的插条干重分别为插前的 113% (*Chamelaucium uncinatum*), 105% (*Correa reflexa*) 和 121% (*Prostanthera incisa*), 而在对照组, 其干重分别为插前的 100%、101% 和 114%。这说明了对照处理的 *Chamelaucium uncinatum* 和 *Correa reflexa* 的插条干物质重量基本维持在插前水平, 而 *Prostanthera incisa* 的干物质重量已比插前增加 14%。插后 20-30d, 干物质重量有较大幅度的增加, 在高 CO₂ 处理的插条更为明显: *Chamelaucium uncinatum* 插条干物质重量相对增长率从 25d 的 146% 增至 30d 的 176%, 而 *Correa reflexa* 则从 121% 增至 125%, *Prostanthera incisa* 从 20d 的 141% 增至 25d 的 177%。

2.2 高 CO₂ 对插条淀粉含量的影响

Chamelaucium uncinatum 和 *Correa reflexa* 的插条淀粉含量(每克干物质重量含淀粉的毫克

表1 插条干物质重量的变化
Table 1 Changes in dry weight of cuttings (mg DW/cutting)

处理 Treatment	插后天数 Days after cutting							
	0	10	15	20	25	30	35	40
<i>Chamelaucium uncinatum</i>								
+CO ₂	280 (1.00)	318* (1.13)	343* (1.23)	368** (1.31)	409* (1.46)	492** (1.76)	489* (1.75)	528* (1.89)
CK	280 (1.00)	279 (1.00)	305 (1.09)	317 (1.15)	333 (1.19)	362 (1.29)	357 (1.28)	373 (1.33)
<i>Correa reflexa</i>								
+CO ₂	404 (1.00)	423* (1.05)	459* (1.13)	479** (1.18)	488** (1.21)	505** (1.25)	521** (1.25)	549* (1.36)
CK	404 (1.00)	408 (1.01)	432 (1.07)	442 (1.09)	453 (1.12)	464 (1.14)	473 (1.17)	486 (1.20)
<i>Prostanthera incisa</i>								
+CO ₂	279 (1.00)	337 (1.21)	378 (1.35)	394 (1.41)	494* (1.77)	506 (1.81)	565* (2.03)	597 (2.14)
CK	279 (1.00)	317 (1.14)	371 (1.33)	383 (1.37)	438 (1.56)	500 (1.79)	526 (1.88)	589 (2.11)

*t 测验在 0.05 水平上显著 Significant at $p < 0.05$ ** 为 0.01 极显著水平 Significant at $p < 0.01$ by t-test
括号内的数字为相对比值 Numbers in parenthesis are the relative values.

表2 插条淀粉含量的变化
Table 2 Changes in starch content of cuttings (mg g⁻¹DW)

处理 Treatment	插后天数 Days after cutting							
	0	10	15	20	25	30	35	40
<i>Chamelaucium uncinatum</i>								
+CO ₂	125 (1.00)	121** (0.97)	124** (0.99)	161** (1.29)	228* (1.82)	273** (2.18)	268* (2.14)	250** (2.00)
CK	125 (1.00)	63 (0.50)	84 (0.67)	97 (0.78)	148 (1.18)	175 (1.40)	155 (1.24)	145 (1.16)
<i>Correa reflexa</i>								
+CO ₂	113 (1.00)	110** (0.97)	112* (1.00)	177* (1.55)	193* (1.71)	184** (1.62)	162* (1.43)	155* (1.37)
CK	113 (1.00)	90 (0.79)	92 (0.81)	118 (1.04)	149 (1.32)	132 (1.17)	131 (1.16)	129 (1.14)
<i>Prostanthera incisa</i>								
+CO ₂	48 (1.00)	71 (1.48)	101* (2.10)	105* (2.18)	104 (2.16)	89 (1.85)	62 (1.29)	50 (1.04)
CK	48 (1.00)	59 (1.22)	63 (1.31)	69 (1.43)	78 (1.62)	67 (1.25)	56 (1.16)	41 (0.85)

*表示 t 测验在 0.05 显著水平 Significant at $p < 0.05$; ** 为 0.01 极显著水平 Significant at $p < 0.01$ by t-test
括号内的数字为相对比值 Numbers in parenthesis are the relative values

数)在整个扦插过程中呈下降-回升-下降的趋势(表2)。从表2看出,插后10d,这二种插条的淀粉含量在CO₂处理下均为插前的97%,而对照分别为插前的50%(*Chamelaucium uncinatum*)和79%(*Correa reflexa*),随后淀粉含量慢慢回升。在CO₂处理下插条淀粉含量恢复到插前水平比对照提前约5d。这两种插条分别在插后30d和25d达到其淀粉含量的最大值,然后慢慢下降。*Prostanthera incisa*插条淀粉含量没有出现前期下降现象;插后10d,CO₂处理与对照的插条淀粉含量分别为插前的148%和122%,并继续增长。在插后20-25d出现最大值,随后慢慢下降。在三个试验中,*Chamelaucium uncinatum*和*Correa reflexa*的插条淀粉含量处理组明显高于

对照组, 而 *Prostanthera incisa* 的插条的淀粉含量除插后 15-20d 外, 其余时间差别不显著。

2.3 高 CO₂ 对插条出根的影响

从表 3 看出, *Chamelaucium uncinatum* 在插后 20d 已经出根, 此时 CO₂ 处理与对照插条的出根率分别为 13.3% 和 6.7%。插后 30d, CO₂ 处理的开始进入出根高峰期, 出根率达 80%; 此时对照为 40%。在插后 40d 的最后一次调查中, CO₂ 处理的出根率比对照高 26.6%, 在整个出根过程中高 CO₂ 处理对出根数量也有明显的效果。*Correa reflexa* 的情况亦十分相似, 而且高 CO₂ 处理的插条在插后 15d 的出根率为 13.3%, 而对照的在插后 20d 出根率为 10%, 出根时间提前 5d。在插后 40d 的调查中高 CO₂ 处理的出根率比对照高 33.4%。而 CO₂ 对 *Prostanthera incisa* 插条的出根率, 出根数量和根长均没有明显的影响效果。

表 3 高 CO₂ 对插条出根的影响

Table 3 Effects of CO₂ enrichment on rooting of cuttings

处理 Treatment	插后天数 Days after cutting					
	15	20	25	30	35	40
<i>Chamelaucium uncinatum</i>						
+CO ₂	出根率 Rooting percentage(%)	13.3	60.0*	80.0**	80.0*	83.3*
	根数 No. of roots	1	9*	14*	14*	14*
	根长 The longest root (cm)	0.2	3	10	13	20
CK	出根率 Rooting percentage(%)	6.7	23.3	40.0	53.3	56.7
	根数 No. of roots	1	3	7	8	9
	根长 The longest root(cm)	0.1	2	6	9	12
<i>Correa reflexa</i>						
+CO ₂	出根率 Rooting percentage(%)	13.3*	43.3*	70.0*	83.3*	86.7*
	根数 No. of roots	3*	18*	45*	52*	78*
	根长 The longest root(cm)	0.2	0.9	3	6	9
CK	出根率 Rooting percentage(%)	10.0	36.7	50.0	53.3	63.3
	根数 No. of roots	3	16	22	38	53
	根长 The longest root(cm)	0.3	1.5	2	8	10
<i>Prostanthera incisa</i>						
+CO ₂	出根率 Rooting percentage(%)	33.3	76.7	100	100	100
	根数 No. of roots	7	63	70	72	74
	根长 The longest root(cm)	0.2	9	14	20	19
CK	出根率 Rooting percentage(%)	23.3	66.7	90.0	96.7	100
	根数 No. of roots	5	53	66	66	68
	根长 The longest root(cm)	0.2	6	9	18	19

*表示 t 测验在 0.05 显著水平 Significant at p<0.05; **为 0.01 极显著水平 Significant at p<0.01 by t-test

3 讨论

在插条过程中, 插条的干物质重量与淀粉含量的升降趋势不是完全相同, 说明了插条的干物质重量并非全部来源于淀粉^[6]。在插条初期, *Chamelaucium uncinatum* 和 *Correa reflexa* 的淀粉含量出现下降, 说明了刚脱离母树的插条在呼吸过程中消耗了有机物质, 分解了淀粉, 而 CO₂ 在降低呼吸作用, 减少淀粉的消耗有一定的效果^[7]。在插条 10d 以后, 淀粉含量慢慢回升, 说明了插条已经稳定, 开始进行光合作用, 制造有机物质, 增加淀粉的积累^[1], 也导致干物质重量的增加, 在高 CO₂ 处理下更为明显。尽管 CO₂ 对插条出根的机理还未确切了解, 但与高浓度的 CO₂

能促进插条光合作用, 增加淀粉和其它可溶性碳水化合物的积累及其互相转化有关^[4]。然而高 CO₂ 对 *Prostanthera incisa* 的插条出根没有效果, 正如 French^[4] 对杜鹃的试验一样, 不同品种的插条对 CO₂ 有不同的促根效果。因此在生产应用上, 对 *Prostanthera incisa* 进行插条繁殖时没有必要施放 CO₂ 促根。但为了加快 *Chamelaucium uncinatum* 和 *Correa reflexa* 的繁殖速度, 在插后 30d 内应昼夜施放 CO₂ 以促进出根, 当插条的淀粉含量达到最大值后, 即插条出根开始进入高峰期时则可停止施放 CO₂, 以节约生产成本。

CO₂ 除了对插条的干物质重量、淀粉含量有影响外, 对其它生理现象如水势、蒸腾和呼吸作用均有影响, 而这些生理现象与插条出根又有着一定的联系^[6,7]。同时作者在其它一些试验中发觉到高 CO₂ 对插条中的脱落酸转移可能存在某种影响, 而其中的内在关系还有待进一步探索。

参考文献

- 1 Kimball B A. Influence of elevated CO₂ on crop yield. Carbon Dioxide Enrichment of Greenhouse Crops, 1986, VII 105-115
- 2 王忠, 顾蕴洁, 高煜珠. CO₂ 促进水稻开花的效应. 植物生理学通讯, 1987, (3):29-31
- 3 Monlar J M, Cumming W A. Effect of CO₂ on propagation of softwood, conifer and herbaceous cuttings. Can J Plant Sci, 1968, 48, 595
- 4 French C J. Propagation and subsequent growth of *Rhododendron* cuttings: varied response to CO₂ enrichment and supplementary lighting. J Amer Soc Hort Sci, 1989, 114(2):251-259
- 5 Morcombe M. Australia's Wildflower., Kyodo Printing Co(s'pore) Pty Ltd. 1983, 6-9
- 6 Grant W J R, Fan H M, Downton W J S et al.. Effects of CO₂ enrichment on the physiology and propagation of two Australian ornamental plants. Scientia Horticulturae, 1992, 52:337-342
- 7 Bunce J A, Caulfield F. Reduce respiratory carbon dioxide effects during growth at elevated carbon dioxide in three herbaceous perennial species. Ann Bot, 1991, 67:325-330