

杀菌剂和生长调节剂对九重葛插穗生长 和生化指标的影响

戴必胜¹, 熊凤琴¹, 李辉钦²

(1 清远职业技术学院 生物系, 广东 清远 511500; 2 汕头市教育局, 广东 汕头 515000)

摘要: 用多菌灵 + 福美双和 NAA + IBA 对九重葛 *Bougainvillea spectabilis* 插穗浸泡处理后扦插, 测定了插穗的形态生长指标、内源性激素 IAA、ABA 和可溶性糖含量的动态变化。结果表明: NAA + IBA 和适宜的多菌灵 + 福美双均可提高插穗的生根, 促进根的生长, 成活率显著地高于对照 ($P < 0.01$); 533 mg · L⁻¹ 多菌灵 + 福美双和 200 mg · L⁻¹ NAA + IBA 处理都提高了插穗叶和插穗基端的 IAA 和可溶性糖含量, ABA 的含量下降。用 533 mg · L⁻¹ 多菌灵 + 福美双和 200 mg · L⁻¹ NAA + IBA 分别浸泡插穗 1.5 h, 成活率达到 95.6%, 比单独用 200 mg · L⁻¹ NAA + IBA 处理的成活率提高了 6.67%; NAA + IBA 对插穗体内物质的运输不利, 多菌灵 + 福美双可促进插穗的物质运输。

关键词: 杀菌剂; 生长调节剂; 九重葛; 插穗; 生长指标; 生化指标

中图分类号: Q945.52

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2007)03-0056-06

Effects of Fungicides and Growth Regulators on Growth and Biochemical Characteristics of *Bougainvillea spectabilis* Softwood Cutting

DAI Bi-sheng¹, XIONG Feng-qin¹, LI Hui-qin²

(1 Biological Department, Qingyuan Polytechnic College, Qingyuan 511500, China;

2 The Education Bureau of Shantou City, Shantou 515000, China)

Abstract: Growth characteristics, content of IAA and ABA in endogenous hormones and soluble sugar content were studied during rooting of the softwood of *Bougainvillea spectabilis* by using treatments of carbendazim + thiram, NAA + IBA and water control. The results showed that NAA + IBA and carbendazim + thiram could promote rooting, and the cuttings survival rate ($P < 0.01$). The softwood cuttings soaked respectively in 533 mg · L⁻¹ carbendazim + thiram and 200 mg · L⁻¹ NAA + IBA, had higher IAA and soluble sugars content, less ABA content in leaves and basal stems. The softwood cuttings soaked for 1.5 h in 533 mg · L⁻¹ carbendazim + thiram and 200 mg · L⁻¹ NAA + IBA respectively, had survival rate 95.6%, and more than 6.67% compared to that of the treatment of 200 mg · L⁻¹ NAA + IBA. NAA + IBA was harmful for the matter transportation of softwood cuttings, but carbendazim + thiram promoted the matter transportation of softwood cuttings.

Key words: fungicides; growth regulator; *Bougainvillea spectabilis*; softwood cutting; growth characteristics; biochemical characteristics.

九重葛 *Bougainvillea spectabilis* 又名叶子花、三角梅, 其叶色艳丽, 深受人们的喜爱。该植物常开花, 但其花管甚小, 较难授粉结果^[1], 扦插是繁殖九重葛

的主要途径。不少学者应用植物生长调节剂和不同基质对九重葛的扦插繁殖进行了研究^[2-3], 但扦插环境复杂, 土壤病原微生物多, 插穗常被病菌感染而腐

收稿日期: 2007-01-09

作者简介: 戴必胜 (1961—), 男, 副教授, E-mail: bishengdai@126.com

基金项目: 广东省科技计划项目 (2004B36001015)

烂,成活率不高.有关九重葛扦插环节插穗的防腐少见报道.多菌灵、福美双既可以促进植物种子的发芽生根^[4-5],对植物病害的防治报道也不少^[6-7],但多是对基质处理或对病株进行灌根防治.土壤施药劳动强度大、成本高、药物易残留,而且土壤影响因子复杂,药效往往不稳定.本文用多菌灵+福美双和NAA+IBA对九重葛插穗进行浸泡处理,观察插穗的生根过程,分析生根期插穗内源激素IAA、ABA及可溶性糖的含量变化,研究多菌灵+福美双和NAA+IBA对九重葛插穗的作用机理,以期多菌灵、福美双、NAA+IBA促进植物生长提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为九重葛 *Bougainvillea spectabilis*,选自广东榕景实业有限公司花卉苗圃生产基地(简称:基地).因为母树年龄和枝条大小对植物插穗生根有影响^[2],试验选用同龄九重葛为母株,截取一年生已木质化、直径为1.0~1.2 cm的枝条,剪成10 cm长插穗,保留上部2~3片叶,每片叶剪去2/3,然后按形态学上下端平行排列,每30支用细绳捆扎备用.

试验杀菌剂选择多菌灵($w=15\%$)+福美双($w=15\%$)可湿性粉剂(简称多+福),深圳市瑞德丰农药有限公司提供;植物生长调节剂为萘乙酸(NAA)和吲哚丁酸(IBA).

采用5 g/L的高锰酸钾喷洒消毒过的河沙为基质.

1.2 试验设计与管理

1.2.1 试验方案 试验采用随机区组设计.试验1(2005年3—5月)设5个处理,分别为350、450、550、650、750 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 5种不同质量浓度的多+福溶液,以清水为对照,每处理浸泡90支插穗(3个重复,每重复30支,随机排列).试验2(2005年5—7月)设1个试验区 and 1个取样区,各设3个处理,分别为533 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的多+福溶液、200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的NAA+IBA混合液[$V(\text{NAA}):V(\text{IBA})=3:1$,下同]、533 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的多+福和200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的NAA+IBA混合液,另设一清水为对照,浸泡插穗方法同试验1.

1.2.2 插穗处理与扦插管理 对插穗形态学下端浸泡,深度3 cm,时间3 h(试验2处理3的插穗分别在533 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的多+福溶液和200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的NAA+IBA溶液中各浸泡1.5 h).预处理后,对各处理的插穗作好标记,按间距10 cm×10 cm扦插.试验全程采用弱光(白色塑料大棚内)喷雾控温湿管

理,棚内温度25~30℃,湿度85%~90%,基质的水质量分数为15%~20%.

1.3 试验方法与数据分析

1.3.1 生长指标的测定 试验1、试验2扦插第60 d收集同处理的插穗,对各处理的插穗作如下指标的测定:(1)统计插穗的成活率,并计算平均值;(2)每处理中随机取10棵成活株,分别统计:①每株的生根数;②将10株所有的根从根基端剪下,混合后随机排序,取每次排序的第5、第10、第15条根,测定每条根的长度和根基端的直径(投影放大法),重复10次,取平均值.

1.3.2 生化指标的测定 试验2扦插后每隔7 d从取样区不同处理的3个重复中随机抽取3支插穗,观察生根情况,并随机取插穗的叶和1.0~1.5 cm的插穗基端组织,清洗干净、沥干水分、称质量后,立即存于-30℃的低温冰箱内保存,用于对插穗不同部位内源激素IAA、ABA和可溶性糖含量的测定.测定方法:IAA采用高效液相色谱法(HPLC)^[8],色谱仪为1090 A型,美国惠普公司生产;ABA采用酶联免疫法(ELISA)^[8],试剂盒由汕头大学医学院提供.可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[8].

1.3.3 试验数据分析与处理 试验数据采用DPS数据处理软件中单因素方差分析(Duncan's新复极差法)进行显著性检验,其中插穗成活率要进行对数转换后再进行方差分析.试验2多+福的处理浓度参照周贱平^[9]报道的Q值分析法[本文在Q值计算时的生根率用生根成活率(即成活率)代替],根据试验1的结果分析确定.

2 结果与分析

2.1 多+福对九重葛扦插的影响

试验表明,多+福溶液浸泡插穗可以提高插穗的成活率,对插穗根的生长也有促进作用.由表1可见,不同多+福质量浓度处理的插穗成活率差别较大,各处理中,以550 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理的平均成活率最高,比对照高出18.89%($P<0.01$),高于和低于此质量浓度时,插穗的成活率都明显下降.试验表明,550 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 多+福处理可显著地提高插穗的生根数($P<0.05$),也可以促进插穗根的伸长生长($P<0.05$),对根直径的增粗也明显($P<0.05$).不同质量浓度的多+福溶液处理对插穗各生长指标的影响不尽一样.对350、450、550、650、750 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的多+福和清水处理的Q值分别为27.18、30.08、31.26、29.26、26.88和24.07.分析表明,在350~750 mg/L 范围,多+福的处理质量浓度与插穗Q值之间呈极显著二次曲线模

型关系,方程为 $y = -0.0001x^2 + 0.1067x + 1.9411$, $0.1067, x_{\max} = 533.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,即多+福浸泡插穗3 h $R = 0.9844$,对原方程求导得: $dy/dx = -0.0002x +$ 的理论最佳质量浓度为 $533.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

表1 多菌灵+福美双对插穗形态生长指标的影响¹⁾
Tab.1 The effect of carbendazim + thiram on growth of softwood cuttings

ρ (多菌灵 carbendazim + 福美双 thiram)/(mg · L ⁻¹)	成活率 survival rate/%	每穗生根数 no. of roots	根长 root lengths/mm	根直径 root diameters/mm
350	77.8 ± 5.1 aAB	24.5 ± 7.03 ab	23.20 ± 4.57 abAB	1.13 ± 0.12 ab
450	84.4 ± 1.9 aA	28.5 ± 6.38 a	25.78 ± 4.51 aAB	1.11 ± 0.07 ab
550	87.8 ± 1.9 aA	29.6 ± 5.08 a	26.93 ± 5.27 aA	1.16 ± 0.11 a
650	83.3 ± 3.3 aA	26.7 ± 6.82 ab	25.58 ± 3.75 aAB	1.14 ± 0.11 ab
750	77.8 ± 3.8 aAB	23.6 ± 6.08 ab	21.32 ± 3.30 bAB	1.08 ± 0.10 ab
0(对照 control)	68.9 ± 8.4 bB	21.7 ± 5.46 b	20.40 ± 4.27 bB	1.06 ± 0.07 b

1) 同列数据后具不同字母者为差异显著(小写为 $P < 0.05$,大写为 $P < 0.01$,Duncan's 新复极差法)

2.2 多+福和 NAA + IBA 对插穗形态生长指标影响的比较

2.2.1 插穗的生根过程 抽样观察发现,经 NAA + IBA 处理的插穗生根最早,但中期生根速度有所减慢,在扦插后第 14 d 可见插穗剪口缘皮表面出现点状突起,切口部有愈伤组织形成,第 14 ~ 21 d 少数插穗有生根出现,第 35 ~ 42 d 插穗生根较普遍,根伸长也较快,第 42 d 的生根率达到了 90% 以上、根长达 2 cm 左右. 观察还发现,NAA + IBA 和多+福共同处理的插穗(处理 3)根系生长最健壮. 总体看,各处理的插穗愈伤组织和不定根原基诱导期在 0 ~ 21 d,不定根形成期在 14 ~ 35 d,不定根伸长期约在 30 d 之后. 其中,多+福处理的插穗生根稍迟,比 NAA + IBA 处理的晚 2 ~ 5 d,对照组的生根最慢,比 NAA +

IBA 处理的晚 6 ~ 8 d.
2.2.2 插穗的生根数、根长、根直径与成活率 从表 2 可见,多+福处理的插穗成活率高出对照 23.3% ($P < 0.01$),甚至比用 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NAA + IBA 处理的还高,多+福处理的插穗生根状况虽不如 NAA + IBA,但多+福浸泡后插穗的生根数和根长均优于对照($P < 0.01$). NAA + IBA 处理的插穗生根数比多+福处理的多($P < 0.01$),根长度明显长于多+福处理($P < 0.01$),根直径也较粗,成活率低于多+福处理的原因可能与插穗基端腐烂有关. 从表 2 还可见,多+福与 NAA + IBA 配合处理的成活率比单一用多+福或 NAA + IBA 处理的都高,根系生长也最健壮. 说明杀菌剂与生长调节剂可以协同促进插穗的生长.

表2 多菌灵+福美双和 NAA + IBA 对插穗形态生长指标的影响¹⁾
Tab.2 Effects of carbendazim + thiram and NAA + IBA on growth of softwood cuttings

处理 ttreatment	成活率 survival rate/%	每穗生根数 no. of roots	根长 root lengths/mm	根直径 root diameters/mm
多菌灵 carbendazim + 福美双 thiram	90.0 ± 3.3 aA	30.7 ± 2.41 bB	26.18 ± 1.16 bB	1.10 ± 0.11 bcAB
NAA + IBA	88.9 ± 3.8 aA	36.5 ± 4.30 aA	28.94 ± 2.30 aA	1.17 ± 0.06 abA
多菌灵 carbendazim + 福美双 thiram + NAA + IBA	95.6 ± 5.1 aA	37.1 ± 3.21 aA	27.75 ± 1.77 abAB	1.19 ± 0.09 aA
清水 water	66.7 ± 3.3 bB	20.8 ± 6.16 cC	20.40 ± 2.31 cC	1.01 ± 0.13 cB

1) 同列数据后具不同字母者为差异显著(小写为 $P < 0.05$,大写为 $P < 0.01$,Duncan's 新复极差法)

2.3 多+福和 NAA + IBA 对插穗可溶性糖含量的影响

试验表明,在扦插生根期,各处理插穗基端和叶的可溶性糖质量分数在第 14 d 达到高峰,14 d 后都呈不同程度的下降趋势(图 1). 从图 1a 可见,NAA + IBA 处理的插穗,叶内可溶性糖质量分数一直保持较高水平,且高于其他处理,而插穗基端的则不同(图 1b),NAA + IBA 处理的插穗在 14 ~ 28 d 的可溶

性糖质量分数下降明显,21 ~ 35 d 可溶性糖质量分数反而低于其他处理组,说明可溶性糖从叶部向插穗基端的运输存在障碍. 多+福处理的则相反,叶部的可溶性糖质量分数低于 NAA + IBA 和多+福与 NAA + IBA 配合处理的插穗,插穗基端的可溶性糖质量分数在 21 d 之后一直高于 NAA + IBA 处理. 多+福与 NAA + IBA 配合处理的插穗,叶内的可溶性糖质量分数一直低于 NAA + IBA 处理,高于多+

福处理,但插穗基端可溶性糖质量分数在扦插期一直处于较高水平. 对照插穗的可溶性糖质量分数无论在叶内还是在插穗基端都一直处在较低水平,且插穗基端的可溶性糖质量分数比多 + 福处理的低很

多. 说明 NAA + IBA 可以促进插穗可溶性糖的产生,但不利于叶部向基端的运输,多 + 福对可溶性糖从叶向基端的运输有促进作用.

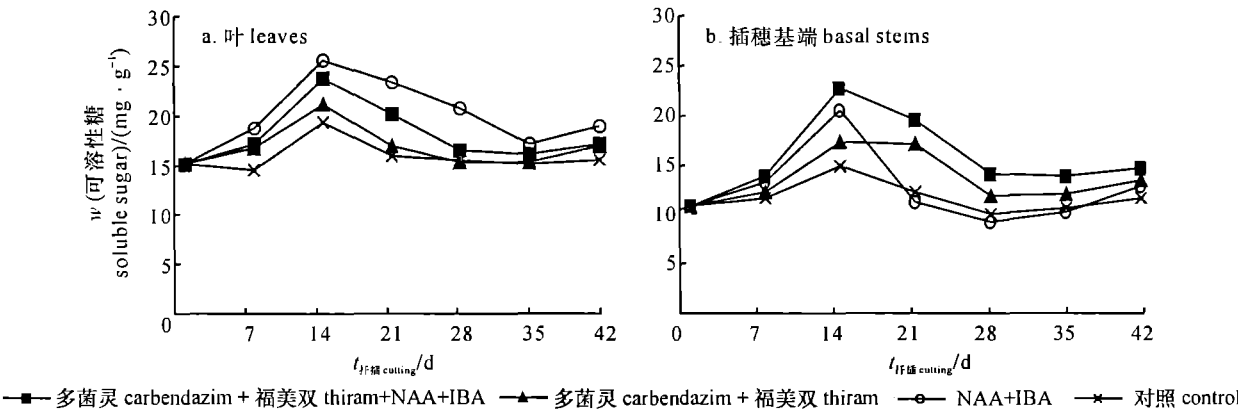


图 1 不同处理的插穗糖质量分数的变化
Fig. 1 Changes of sugar mass fraction in softwood cuttings of different treatments

2.4 多 + 福和 NAA + IBA 对插穗 IAA 和 ABA 含量的影响

2.4.1 IAA 含量 由图 2 可见,生根过程中,NAA + IBA 处理和多 + 福 + NAA + IBA 处理的插穗,基端的 IAA 含量波动很大,扦插第 7 d 都出现一个峰值, NAA + IBA 处理的 IAA 质量分数达到 292.7 ng/g,第 7 ~ 14 d 这 2 个处理的质量分数急剧下降, NAA + IBA 处理的下降最明显,第 14 d 的质量分数只有 29.9 ng/g,之后,IAA 的质量分数都缓缓回升,多 + 福 + NAA + IBA 处理的 14 d 后仍然处于较高水平;多 + 福和对照的 IAA 质量分数生根期则一直处于较平稳的上升趋势,对照组上升幅度较小,多 + 福处理的在 14 d 后一直高于 NAA + IBA 处理(图 2b). 叶内 IAA 的质量分数则不同(图 2a),在生根期,不同处理的插穗都表现出上升趋势, NAA + IBA 处理的质量分数最高,并一直保持到第 35 d,28 d 后呈下降

趋势,可能是外源 NAA + IBA 的消耗和不定根形成改善了体内的物质代谢. 多 + 福和对照处理的叶内 IAA 质量分数变化与插穗基端的基本相似.

2.4.2 ABA 含量 生根期,插穗基端和叶内的 ABA 质量分数也变化较大(图 3). 不同处理的插穗基端的 ABA 质量分数都在第 14 d 最高,对照插穗明显高于其他 3 个处理,并一直保持到不定根生成. 插穗基端的多 + 福、NAA + IBA 和多 + 福 + NAA + IBA 3 个处理的 ABA 质量分数在第 1 周都有所下降,然后缓缓上升,14 d 后开始下降,总体变化都不大(图 3b). 插穗叶部 ABA 的质量分数变化较大,各处理的插穗在第 1 周 ABA 质量分数缓慢上升,7 d 后上升明显,14 d 达到峰值,之后开始下降(图 3a),对照组的 ABA 质量分数也一直最高. 整个扦插期 NAA + IBA 处理和多 + 福 + NAA + IBA 处理的插穗叶部 ABA 的质量分数均较低,多 + 福处理的居中.

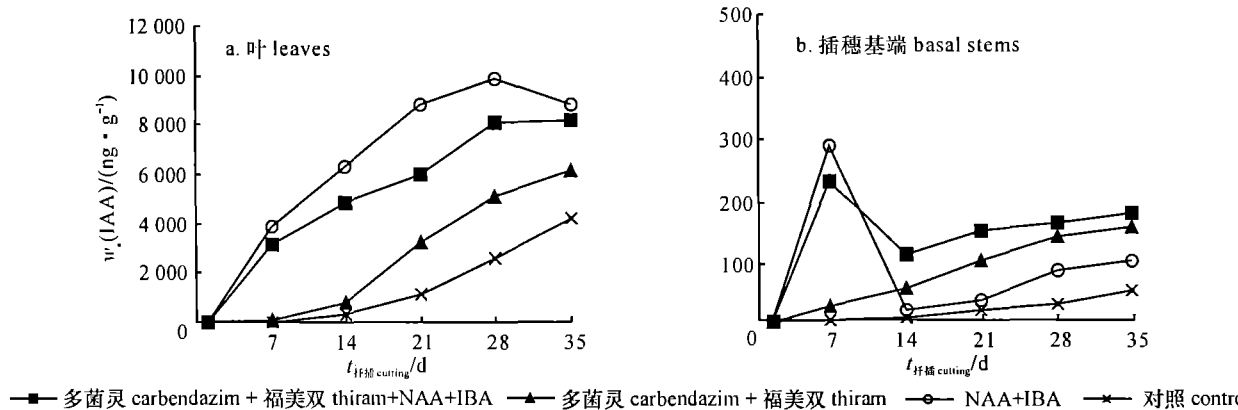


图 2 不同处理的插穗 IAA 质量分数的变化
Fig. 2 Changes of IAA mass fraction in softwood cuttings of different treatments

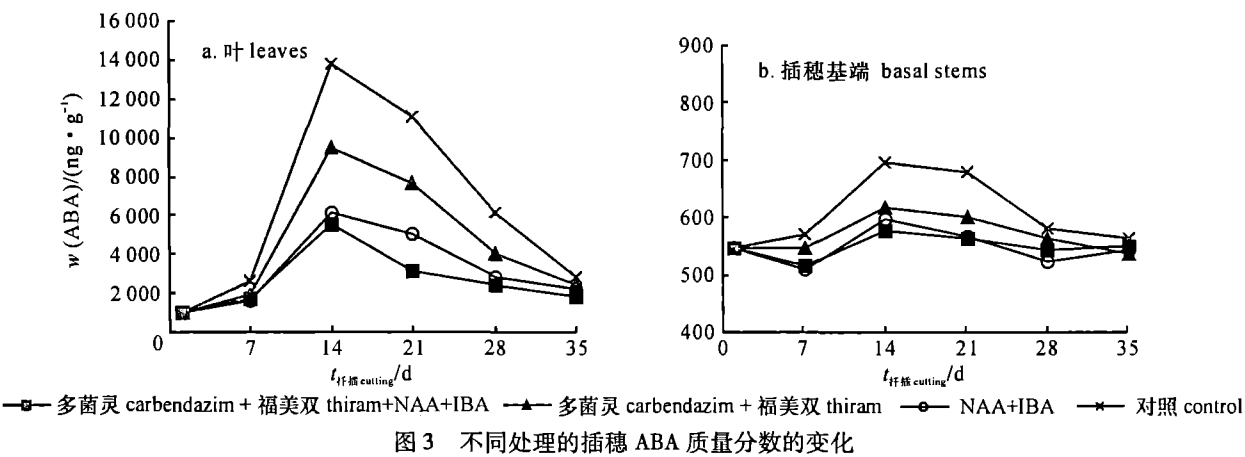


图3 不同处理的插穗 ABA 质量分数的变化

Fig.3 Changes of ABA mass fraction in softwood cuttings of different treatments

2.4.3 IAA 与 ABA 质量分数的比值 对插穗叶和基端 $w(\text{IAA})/w(\text{ABA})$ 的分析发现,在生根过程中,各处理的插穗基端和叶内的 $w(\text{IAA})/w(\text{ABA})$,总的趋势是随着扦插时间的推移比值不断地提高,只是 NAA + IBA 和多 + 福 + NAA + IBA 处理的均在扦插后第 7 d 出现峰值,于第 14 d 降到低谷,然后一直处于上升趋势(表 3)。对比插穗生根过程的观察结果发现,插穗基端和叶内 $w(\text{IAA})/w(\text{ABA})$ 的提高与不定根的生成相对应,说明根细胞的分化和生长与 $w(\text{IAA})/w(\text{ABA})$ 的比值有关。

表 3 不同处理对插穗 $w(\text{IAA})/w(\text{ABA})$ 的影响¹⁾

Tab.3 Effects of different treatments on $w(\text{IAA})/w(\text{ABA})$ of softwood cuttings								
$t_{\text{扦插cutting}}/\text{d}$	叶 leaves				插穗基端 basal stems			
	处理 1 treatment 1	处理 2 treatment 2	处理 3 treatment 3	对照 control	处理 1 treatment 1	处理 2 treatment 2	处理 3 treatment 3	对照 control
1	0.011 0	0.011 0	0.011 0	0.011 0	0.014 6	0.014 6	0.014 6	0.014 6
7	0.031 8	2.440 3	1.819 0	0.010 4	0.061 8	0.576 8	0.456 3	0.023 5
14	0.084 7	1.044 5	0.879 2	0.023 3	0.100 3	0.050 1	0.202 2	0.023 6
21	0.418 3	1.758 4	1.917 5	0.102 9	0.181 0	0.078 7	0.272 8	0.041 3
28	1.282 2	3.473 2	3.343 9	0.423 6	0.255 5	0.175 8	0.309 2	0.067 3
35	2.573 5	4.066 1	4.490 2	1.489 1	0.300 6	0.197 8	0.331 6	0.106 9

1) 处理 1 为多菌灵 carbendazim + 福美双 thiram; 处理 2 为 NAA + IBA; 处理 3 为多菌灵 carbendazim + 福美双 thiram + NAA + IBA

3 讨论

植物的易感病原物复杂,不同病原物对药物的敏感性不一样^[10]。插穗被剪切受伤,抵御疾病的能力下降,单纯对基质作常规的消毒处理不能完全杀死土壤中复杂的病原物,也不能有效阻止来自其他环境(例如:空气、水分)病原物的侵入,并且在基质复杂的环境中许多药物易发生变化和流失^[6,11],对基质施药易导致药剂的防腐作用降低或杀菌剂剂量不足。所以常规扦插的插穗腐烂病很常见,成活率不高。

多菌灵、福美双均属高效、低毒、广谱、内吸性杀菌剂,对植物具有保护和治疗作用^[6-7,12]。可湿性粉剂提高了药剂的极性,使有效成分易被溶解并快速

地进入植物体内^[13]。多 + 福可以在植物体内上下运输,疏通导管和筛管,促进植物体内营养物质的转运^[10,14],使插穗体内物质代谢的供需库畅通,保障了插穗基端物质的供给。所以多 + 福处理的插穗生根加快,成活率提高。

植物内源激素和可溶性糖多在幼嫩的叶和芽内合成,并向茎基端和其他部位运输,促进植物根的生长。试验表明,叶内的 IAA、ABA、可溶性糖质量分数均比插穗基端的高,但各处理的插穗叶内与插穗基端的 IAA、ABA、可溶性糖质量分数差别悬殊较大,尤其是 NAA + IBA 处理的插穗,在扦插第 14 d 叶内的 IAA 质量分数与插穗基端的相差高达 212 倍,远高于其他处理。说明 NAA + IBA 处理的插穗叶内合成的 IAA 在向插穗基端的运输过程中存在障碍。试验结

果与文献[15]报道的一致。插穗基端的组织细胞内贮藏有较丰富的糖类,IAA 可促使细胞内贮藏的营养物质释放,为插穗细胞分裂和分化提供所需的营养。所以各处理的插穗叶和基端的可溶性糖质量分数差别不大。

IAA 对不定根的形成有促进作用,而 ABA 则抑制生根。试验表明,NAA + IBA 可以促进九重葛插穗内源激素 IAA 的合成,对 ABA 的合成有抑制效应。多 + 福也能提高插穗基端的 IAA 质量分数,抑制 ABA 的合成。但多 + 福处理的插穗基端 IAA 质量分数变化与 NAA + IBA 处理的不同,在生根期没有出现峰值。因此多 + 福与 IAA 的合成直接关联性不大,可能是多 + 福疏通了插穗体内物质代谢的供需库,使 IAA 和营养物质向基端的运输加快。ABA 的合成与植物的生理代谢受阻有关,多 + 福促进了插穗内 IAA 和可溶性糖的运输,使插穗基端的含糖量高,为生根过程提供了碳骨架和能源物质^[16]。可溶性糖是植物营养状况、代谢强弱、抗逆性的重要指标,因而 ABA 的合成被抑制。多菌灵、福美双能促进植物种子发芽生根的机理可能也是如此。

试验还表明,随着不定根的生成,体内 IAA 的质量分数大体呈上升趋势,IAA 与 ABA 质量分数的比值也随之升高,此结果与郑均宝^[17]报道的结果一致;NAA + IBA 处理的插穗在扦插后第2周下降,可能是根原基发生时对 IAA 有所消耗和叶部来源的 IAA 运输不畅有关。不定根形成后插穗具有了吸收外界营养的能力,改善了插穗的物质代谢,促进了叶片的光合作用,物质的运输得到改善,所以在扦插的中后期各处理的插穗基端,IAA 和可溶性糖质量分数均呈上升趋势。

综上所述,多 + 福能促进插穗的生长与多 + 福促进了插穗体内的物质运输有关,NAA + IBA 虽然可以促进插穗体内内源激素的合成,但对插穗的物质运输不利。试验表明,多 + 福与 NAA + IBA 组合处理插穗比单独用多 + 福或 NAA + IBA 的效果好,而且用杀菌剂浸泡处理插穗还可以克服单纯对基质消毒导致的药剂量不稳定、效果不佳的弊端,可以避免对土壤施药引起的环境污染,操作方法简便,用药量少。

参考文献:

- [1] 王芬芬.三角梅生物学特性及引种栽培[J].亚热带植物通讯,1999,28(2):47-51.
- [2] 范小峰.叶子花扦插繁殖技术研究[J].甘肃农业大学学报,2003,(4):442-445.
- [3] 杨晓盆,王跃进.植物生长调节剂对叶子花扦插生根效应的研究[J].山西农业大学学报,1999,19(3):238.
- [4] 丁成龙,程云辉.多菌灵对美洲狼尾草种子发芽的影响研究[J].种子,2000(5):13-16.
- [5] 卞红正,陈树仁.可浸种型水稻种衣剂的开发与应用研究[J].种子,2002(2):13-15.
- [6] 牛瞻光,江树人,唐文华.多菌灵残留动态与荧光菌 P₃₂ 在棉花根际定殖及防治黄萎病的关系研究[J].棉花学报,2000,12(1):22-26.
- [7] 吴学宏,刘西莉,刘鹏飞,等.15% 恶·霜·福种衣剂对西瓜幼苗生长及其抗病性相关酶活性的影响[J].中国农业大学学报,2003,8(3):61-64.
- [8] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2003:127-197.
- [9] 周贱平,卢俊鸿,廖伟清.基质和植物生长调节剂对九重葛插穗生根的影响[J].园艺学报,1994,(2):205-206.
- [10] KIDD H, JAMES D R. The agrochemicals handbook [M]. 3rd ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry Information Services, 1991:2-13.
- [11] 徐宝才,岳永德,胡颖蕙,等.多菌灵的光化学降解研究[J].环境科学学报,2000,20(5):616-620.
- [12] 徐瑞富,蒋学杰,张玉泉.多菌灵对土壤微生物呼吸作用的影响[J].河南农业科学,2005,8:66-68.
- [13] 李俊凯,郭敦成.灭菌促长剂增效机理的初步研究[J].中国农业科学,1999,32(2):112,66-71.
- [14] 李俊凯,郭敦成.多菌灵草酸盐双向传导本质原因的初步探讨[J].华中农业大学学报,2001,20(1):23-27.
- [15] 张晓平,方炎明,黄绍辉.杂种鹅掌楸扦插生根过程中内源激素的变化[J].南京林业大学学报:自然科学版,2004,28(3):79-82.
- [16] 张玉松.5种外源基质对台湾种茉莉扦插生根的效应[J].福建农业大学学报,1999(1):44-47.
- [17] 郑均宝.几种木本植物插穗生根与内源 IAA、ABA 的关系[J].植物生理学报,1991,17(3):313-316.

【责任编辑 李晓卉】