

DOI:10.11937/bfyy.201624006

软枣猕猴桃绿枝扦插生根效果

王 颖¹, 刘嘉仪¹, 马 志¹, 李金英¹, 陈安民², 吴 林¹

(1. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118; 2. 长白山野生猕猴桃繁育农业合作社, 吉林 白山 134300)

摘 要:以野生猕猴桃插穗为试材,利用正交实验方法对软枣猕猴桃绿枝扦插中的枝条部位、基质类型、生根剂种类及生根剂浓度等4个因素的4个水平进行了优选。结果表明:枝条部位(A)、生根剂种类(C)和生根剂浓度(D)对软枣猕猴桃绿枝扦插根系效果指数的影响均达到极显著水平,各因素对根系效果指数影响的主次顺序为生根剂浓度(D)>生根剂种类(C)>枝条部位(A)>基质类型(B);试验最佳组合为 A₃B₁C₄D₃,即采用一年生枝条的中下部做插穗,用苔藓做基质,经 1 000 mg·L⁻¹ NAA+1 000 mg·L⁻¹ IBA 处理后生根效果最好。

关键词:软枣猕猴桃;绿枝扦插;正交实验;生根效果

中图分类号:S 663.404⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0022-04

软枣猕猴桃(*Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) planch. ex Miq.) 属猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia*)多年生木质藤本植物,是我国珍贵的抗寒浆果果树资源^[1]。主要生长在中国东北地区,是当今世界新兴果树,果实酸甜可口,柔软多汁,含有丰富的营养成分,维生素 C 含量高达 430.8 mg·(100g)⁻¹,是苹果和梨的 80~100 倍,柑橘的 5~10 倍;并含有丰富的氨基酸(总氨基酸含量达 800~1 500 mg·(100g)⁻¹)、胡萝卜素等多种营养成分^[2-4],果实无任何污染,是非常理想的绿色食品和保健食品^[2,5-6]。

软枣猕猴桃是雌雄异株植物,实生繁殖周期长且早期鉴定难,故多采用营养繁殖进行苗木生产。但由于组织培养需要的技术含量较高,一般果农难以掌握,又由

于软枣猕猴桃是易生根树种,所以生产上常用扦插方法进行。近年来,国内学者对软枣猕猴桃扦插技术进行了许多研究^[7-10]。由于这些研究所采用的激素种类、激素浓度、插穗类型及扦插基质等扦插条件的不同,又单纯从生根率、生根量、根长等单方面分开来研究生根情况,而未能对软枣猕猴桃的扦插生根效果进行综合评定,因此所得结果存在分歧。为此,该试验采用正交实验设计,研究插穗不同部位、基质类型、生根剂种类和生根剂类型对软枣猕猴桃绿枝扦插根系效果指数的影响,并为软枣猕猴桃绿枝扦插筛选出最佳处理组合,以期提高软枣猕猴桃绿枝扦插的育苗技术,为广大果农提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试软枣猕猴桃插穗采自吉林省白山市长白山野生猕猴桃繁育基地。

1.2 试验方法

1.2.1 插穗处理 于 2014 年 6 月 12 日进行绿枝扦插试验。选择生长健壮、无病虫害、半木质化的当年生枝条。将枝条剪成 10 cm 左右的插穗,插穗上保留 3~4 个

第一作者简介:王颖(1974-),女,博士,讲师,研究方向为果树种质资源与遗传育种。E-mail:407390510@qq.com.

责任作者:吴林(1970-),男,硕士,教授,研究方向为果树栽培生理及产业化。E-mail:310710966@qq.com.

基金项目:吉林省科技厅资助项目(20140101217JC,20140204030NY);吉林省教育厅资助项目(吉教科合字 2013 第 51 号)。

收稿日期:2016-07-21

first rise, getting the maximum at the lead concentration of 300 mg·L⁻¹. IAA and GA₃ contents were consistent in lead concentration conditions, increased and then decreased. IAA content obtained maximum value at 100 mg·L⁻¹ pb concentration. The ratio of growth promoted hormones and aging promoted hormone as IAA/ABA, GA₃/ABA showed a downward trend after the first rise with increased concentration of lead, which indicated lead stress could alter the endogenous hormones of *Raphanus* L. seedlings and then regulate the growth of *Raphanus* L. seedlings. All results showed that the content of the endogenous hormones could be changed and control their growth in *Raphanus* L. seedlings under the lead stress.

Keywords: lead stress; *Raphanus* L. seedlings; endogenous hormones

芽,插穗中上部保留半片叶,上剪口在离芽眼 0.5~1.0 cm 处平剪,用石蜡封顶保湿,剪口破基部芽体斜剪(45°)成马蹄形以扩大生根面积。

1.2.2 试验设计 选用 4 因素 4 水平 $L_{16}(4^4)$ 正交实验,见表 1。处理数 16 个,每个处理 10 根插穗,3 次重复。

表 1 软枣猕猴桃绿枝扦插正交实验因素和水平

Table 1 Factors and levels of *Actinidia arguta* of soft-wood cuttage

水平 Level	因素 Factors			
	枝条部位 Branch position	基质类型 Cutting medium	生根剂种类 Auxin	生根剂浓度 Auxin concentration
	(A)	(B)	(C)	(D)/(mg·L ⁻¹)
1	梢部	苔藓	NAA	100
2	中上部	河沙	IBA	500
3	中下部	园土	ABT	1 000
4	基部	河沙+园土	NAA+IBA	清水对照(CK)

注:表中“河沙+园土”和“NAA+IBA”的配比为体积比 1:1。

Note: Volume ratio is 1:1 for ‘river sand+ garden soil’ and ‘NAA+IBA’ in Table 1.

1.2.3 扦插技术及插后管理 试验在吉林省白山市长白山野生猕猴桃繁育基地荫棚中进行。选择 54 cm×28 cm、32 孔穴盘,扦插前对基质进行消毒,扦插深度为 3 cm,插穗基部马蹄面向下,插穗与水平方向约 45°。以试验设计的不同浓度、不同种类的生根剂喷洒插穗基质(注意不要喷洒到插穗中上部芽体)。扦插后基质早晚

温度平均保持在 10~17℃,白天平均气温为 20℃,日最高气温不超过 32℃,夜晚平均温度为 10℃,最低温度不低于 2℃。用全自动间歇喷雾保持湿度,保持空气相对湿度 95%以上,基质相对湿度在 70%左右。扦插 2 周后开始用 800 倍多菌灵喷洒进行消毒灭菌,每周 1 次,生根后用 0.2% 尿素进行叶面追肥,每周 1 次。

1.3 数据分析

于扦插后 2 个月调查全部插穗生根情况,记录每组试验插穗的生根情况,计算平均生根数、平均根长和生根率,计算根系效果指数(根系效果指数=平均根长×根系数量×生根率/生根插穗数^[1])。用 DPS 软件对生根数、根长和生根率进行 LSD 多重比较;对根系效果指数进行方差分析和 LSD 多重比较。

2 结果与分析

2.1 正交实验结果的直观分析

表 2 列出了正交实验 16 种组合的结果,由均值和极差 R 值可以看出,各因子对插穗生根数影响的主次关系为 D>A>C>B,较优组合为 $A_3B_2C_4D_3$;对生根长度影响的主次关系为 D>A>B>C,较优组合为 $A_3B_2C_4D_3$;对插穗生根率影响的主次关系为 D>A>C>B,较优组合为 $A_3B_1C_4D_3$;对根系效果指数影响的主次关系为 D>C>A>B,较优组合为 $A_3B_1C_4D_3$ 。

表 2 不同处理的正交实验结果

Table 2 Analysis of orthogonal experimental design and result of different treatments

处理 Treatment	A	B	C	D	穗生根数 Average root number per spike/条	A	B	C	D	平均根长 Average root length/cm
1	1	1	1	1	3.54	1	1	1	1	2.54
2	1	2	2	2	7.22	1	2	2	2	3.67
3	1	3	3	3	8.87	1	3	3	3	3.31
4	1	4	4	4	2.21	1	4	4	4	2.11
5	2	1	2	3	9.55	2	1	2	3	4.69
6	2	2	1	4	2.41	2	2	1	4	2.74
7	2	3	4	1	5.12	2	3	4	1	3.14
8	2	4	3	2	5.73	2	4	3	2	2.79
9	3	1	3	4	2.72	3	1	3	4	3.11
10	3	2	4	3	12.41	3	2	4	3	5.87
11	3	3	1	2	9.43	3	3	1	2	4.66
12	3	4	2	1	6.10	3	4	2	1	4.23
13	4	1	4	2	10.42	4	1	4	2	5.99
14	4	2	3	1	5.97	4	2	3	1	4.74
15	4	3	2	4	3.64	4	3	2	4	2.66
16	4	4	1	3	9.35	4	4	1	3	3.59
K_1	5.46	6.56	6.18	5.18		2.91	4.08	3.38	3.66	
K_2	5.70	7.00	6.63	8.20		3.34	4.26	3.81	4.28	
K_3	7.67	6.77	5.82	10.05		4.47	3.44	3.49	4.37	
K_4	7.35	5.85	7.54	2.75		4.25	3.18	4.28	2.66	
R	2.21	1.16	1.72	7.30		1.56	1.08	0.90	1.71	
较优组合 Better effect	A_3	B_2	C_4	D_3		A_3	B_2	C_4	D_3	

表 2(续)

Table 2(continued)

处理 Treatment	A	B	C	D	生根率 Rooting rate/%	实际生根率 Actual rooting rate/%	A	B	C	D	根系效果指数 Rooting effect
1	1	1	1	1	24.69	17.45	1	1	1	1	0.09c
2	1	2	2	2	31.56	27.38	1	2	2	2	0.38c
3	1	3	3	3	32.26	28.48	1	3	3	3	0.43c
4	1	4	4	4	20.85	12.66	1	4	4	4	0.04c
5	2	1	2	3	62.41	78.54	2	1	2	3	1.05abc
6	2	2	1	4	13.23	5.24	2	2	1	4	0.05c
7	2	3	4	1	42.45	45.54	2	3	4	1	0.29c
8	2	4	3	2	35.14	33.12	2	4	3	2	0.19c
9	3	1	3	4	27.52	21.35	3	1	3	4	0.08c
10	3	2	4	3	90.01	100.00	3	2	4	3	2.19a
11	3	3	1	2	63.62	80.24	3	3	1	2	0.93abc
12	3	4	2	1	55.36	67.68	3	4	2	1	0.48c
13	4	1	4	2	90.01	100.00	4	1	4	2	1.87ab
14	4	2	3	1	30.49	25.74	4	2	3	1	0.22c
15	4	3	2	4	31.57	27.41	4	3	2	4	0.10c
16	4	4	1	3	61.35	77.00	4	4	1	3	0.77bc
K ₁	27.34	51.16	40.72	38.25			0.24	0.77	0.46	0.27	
K ₂	38.31	41.32	45.23	55.08			0.40	0.71	0.50	0.84	
K ₃	59.13	42.48	31.35	61.51			0.92	0.44	0.23	1.11	
K ₄	53.36	43.18	60.83	23.29			0.74	0.37	1.10	0.07	
R	31.79	9.84	29.48	38.22			0.69	0.40	0.87	1.04	
较优组合 Better effect	A ₃	B ₁	C ₄	D ₃			A ₃	B ₁	C ₄	D ₃	

2.2 插穗根系效果指数的方差分析

根系效果指数可以作为扦插繁殖的主要指标,所以对其进行方差分析。从表 3 可以看出,枝条部位、生根剂种类和生根剂浓度对软枣猕猴桃绿枝扦插的根系效果指数的影响均达到极显著水平;基质类型对根系效果指数的影响无显著性差异。

2.3 插穗根系效果指数的多重比较

枝条部位、生根剂种类和生根剂浓度对软枣猕猴桃绿枝扦插的根系效果指数均有显著的影响,可以在显著因素中选择最优水平。由表 4 可以看出,用枝条中下部作为插穗,根系效果指数数值最高,为 0.92;用 NAA+

IBA 作为生根剂,根系效果指数数值最高,为 1.10;用浓度为 1 000 mg·L⁻¹ 的生根剂处理插穗,根系效果指数值最高,为 1.11。从基质类型上来看,各个基质对根系效果指数的影响无显著性差异,但用苔藓基质,根系效果指数最高,为 0.77;故可根据实际情况来选择基质。综上所述,软枣猕猴桃绿枝扦插的最佳处理组合为 A₃B₁C₄D₃。即采用一年生枝条的中下部做插穗,用苔藓做基质,经 1 000 mg·L⁻¹ NAA+1 000 mg·L⁻¹ IBA 处理后生根效果最好。该试验中未涉及到此组合,但 10 号组合(A₃B₂C₄D₃)试验结果与之接近,可认为 10 号组合为该试验的最佳组合。

表 3

软枣猕猴桃绿枝扦插根系效果指数的方差分析

Table 3

Analysis of variance of rooting effect of soft-wood cuttage of *Actinidia arguta*

变异来源 Variance source	平方和 SS	自由度 df	均方 MS	F 值	临界值 F _α
枝条部位 Branch position(A)	1.176 9	3	0.392 3	4.876 3 **	F _{0.01} (3,30)=4.51
基质类型 Cutting medium(B)	0.472 6	3	0.157 5	1.957 9	F _{0.05} (3,30)=2.92
生根剂种类 Auxin(C)	1.642 0	3	0.547 3	6.803 2 **	
生根剂浓度 Auxin concentration(D)	2.833 4	3	0.944 4	11.739 6 **	
误差 Error value	0.241 4	3	0.080 5		
总和 Sum	6.366 1				

表 4

软枣猕猴桃绿枝扦插因素中水平间根系效果指数的多重比较

Table 4

Multiple comparison of rooting effect of soft-wood cuttage of *Actinidia arguta*

枝条部位 Branch position(A)	根系效果指数 Rooting effect	基质类型 Cutting medium(B)	根系效果指数 Rooting effect	生根剂种类 Auxin(C)	根系效果指数 Rooting effect	生根剂浓度 Auxin concentration(D)/(mg·L ⁻¹)	根系效果指数 Rooting effect
梢部 Shoot tip	0.24b	苔藓 Moss	0.77a	NAA	0.46ab	100	0.27bc
中上部 Upper part	0.40ab	河沙 Sand	0.71a	IBA	0.50ab	500	0.84ab
中下部 Lower part	0.92a	园土 Garden soil	0.44a	ABT	0.23b	1 000	1.11a
基部 Basal part	0.74ab	河沙+园土 Sand+Garden soil	0.37a	NAA+IBA	1.10a	清水对照(CK) Water	0.07c

3 结论与讨论

在对植物进行无性繁殖的有关研究中,常常需要同时考察 3 个或 3 个以上的试验因素,且每个因素均有多个水平,若进行全面试验,特别是为了增加试验的准确性和可靠性要进行多次重复,这样在人力、物力上的消耗是非常巨大的。该试验采用正交实验设计方法对软枣猕猴桃绿枝扦插生根效果进行了优化,仅用 16 个组合就满足了试验要求,远远低于单因素单水平的试验组合数(4^4)256 个。研究结果表明软枣猕猴桃绿枝扦插的生根性状主要受枝条部位(A)、生根剂种类(C)和生根剂浓度(D)的影响,各因素影响的主次顺序为生根剂浓度(D)>生根剂种类(C)>枝条部位(A)。基质类型对其无差异显著性,原因可能是采用穴盘进行扦插育苗,所用基质均有较好的透气性,并在试验前进行了严格的消毒杀菌等处理,试验过程所依托的环境条件控制标准,充分满足了软枣猕猴桃生根所需要的温度、湿度等方面的要求,基本排除了非试验因素的干扰,保证了试验数据的可靠性。

该试验结果表明,软枣猕猴桃绿枝扦插的最佳处理组合为 $A_3B_1C_4D_3$ 。即采用一年生枝条的中下部做插穗,用苔藓做基质,经 $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA+ $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA 处理后生根效果最好。虽然试验中未涉及到此组合,但由于基质类型对生根影响无显著性差异,故认为 10 号组合($A_3B_2C_4D_3$)为该试验的最佳组合。

石进校等^[11]研究表明, $50\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA+ $50\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA 混合液处理美味猕猴桃“米良 1 号”插条 1 h 以上,即可保留一定的根长,又可促进根数和根粗。龚弘娟等^[12]研究表明,IBA 处理“中华猕猴桃”扦插生根优于 NAA,但较低浓度的 IBA($500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)处理效果与较高浓度的 NAA($1\ 500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)处理效果相当。该试验

研究结果也表明,较高浓度($1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)的 IBA+NAA(1:1)处理插穗生根效果最好。

以往的研究表明,在插穗浸渍时间上各有不同,目前普遍采用高浓度快蘸法^[12]。该研究未做此项试验,而是在扦插完成后用配好的生根剂喷洒插穗基部的方法。这种方式可以大大节省插条处理的时间,适宜软枣猕猴桃苗木与其它苗木的大量扦插繁殖,故生产上可广泛推广。

参考文献

- [1] 李昌禹,杨义明,赵淑兰,等.软枣猕猴桃杂种胚挽救及快繁体系的建立[J].特产研究,2007(2):32-33.
- [2] 饶卫华,敖礼林,熊振芳.软枣猕猴桃生物学特性及其商业栽培技术[J].现代园艺,2007(5):26.
- [3] 马月申,袁福贵,赵淑兰.软枣猕猴桃果实营养成分的测定[J].特产研究,1992(1):44-45.
- [4] 饶卫华,敖礼林,熊振芳.软枣猕猴桃的基本特性及其商业栽培前景[J].中国南方果树,2007(4):63.
- [5] 赵淑兰,沈育杰,杨义明,等.软枣猕猴桃优良品系 9701、8134 的选育[J].特产研究,2007(1):47-48.
- [6] 李希才,闫朝福,孔令忠,等.软枣猕猴桃树体矮化及高产技术的研究[J].黑龙江生态工程职业学院学报,2007,20(5):29-30.
- [7] 陈晓东.软枣猕猴桃苗木繁育技术的研究[J].中国林副特产,2005(4):23,74.
- [8] 王占勤.软枣猕猴桃扦插繁育试验[J].山西林业科技,2012,41(3):39-41,45.
- [9] 褚衍东,冯永刚.软枣猕猴桃苗木扦插繁殖技术[J].中国林副特产,2015(1):67-68.
- [10] 穆玉善,凌云阁.长白山 3 种野生猕猴桃硬枝扦插技术研究[J].林业实用技术,2012(12):43-44.
- [11] 石进校,刘应迪,李菁.美味猕猴桃米良 1 号插条生根的研究[J].长沙大学学报,2002,16(2):54-56.
- [12] 龚弘娟,李洁维,蒋桥生,等.不同植物生长调节剂对中华猕猴桃扦插生根的影响[J].广西植物,2008,28(3):359-362.

Orthogonal Experiment Optimization of *Actinidia arguta* in Rooting Effect on Soft-wood Cuttage

WANG Ying¹, LIU Jiayi¹, MA Zhi¹, LI Jinying¹, CHEN Anmin², WU Lin¹

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Agricultural Cooperatives of Changbai Mountain Wild Kiwifruit Breeding Center, Baishan, Jilin 134300)

Abstract: $L_{16}(4^4)$ orthogonal experiment design was performed with four factors of branch position, type of cutting medium, type of auxin and auxin concentration on rooting effect of soft-wood cottage of *Actinidia arguta* were studied. The results showed that the rooting effect on soft-wood cottage of *Actinidia arguta* were obvious by branch position(A), type of auxin(C) and auxin concentration(D). From strong to less the influencing order of factor was auxin concentration (D)>type of auxin(C)>branch position(A)>type of cutting medium(B). And the best combination selected was $A_3B_1C_4D_3$ which was using the lower part of annual branch as the cutting shoot, using moss as the cutting medium and using $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NAA+ $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ IBA as the rooting hormone.

Keywords: *Actinidia arguta*; soft-wood cottage; orthogonal experiment; rooting effect