

普通油茶不同嫁接组合对苗木根系生长发育的影响

杨 邵^{1,2}, 姚小华^{1*}, 龙 伟¹, 滕建华³, 任华东¹, 束庆龙²

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 富阳 311400; 2. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036;
3. 浙江省金华市婺城区东方红林场, 金华 321025)

摘 要: 对普通油茶长林系列长林 3 号、长林 4 号、长林 18 号、长林 23 号、长林 27 号、40 号、长林 53 号、长林 166 号的穗条和普通油茶砧木开展嫁接苗根系研究。结果表明, 不同品种的接穗对油茶嫁接苗根系有很大的影响。不同品种的普通油茶接穗嫁接 2 年后, 苗木在根系体积、根系表面积、根系长度及根系生物量等指标上均表现显著差异, 根系总长为 1718.04 cm, 为最小的 3 倍; 根系表面积最大为 498.27 cm², 为最小的 3.1 倍; 根系体积最大为 12.16 cm³ 根系长度最长, 为最小的 3.2 倍。除个别例外, 所测量指标两两之间均成极显著相关。在不同根级之间, 在 0.0 < d ≤ 0.5 mm 根级根系长度最长, 但根系表面积和根系体积最小, 在 d > 2.0 mm 根级根系长度最短, 根系表面积和根系体积反而最大。

关键词: 普通油茶; 嫁接; 根系

中图分类号: S794.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2016)01-0083-05

Effects of different rootstock-scion combinations on root growth of *Camellia oleifera*

YANG Shao^{1,2}, YAO Xiaohua¹, LONG Wei¹, TENG Jianhua³, REN Huadong¹, SHU Qinglong²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400;

2. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

3. Dongfanghong Forest Farm of Zhejiang Province, Jinhua 321025)

Abstract: A study on characterization of grafted seedling of *Camellia oleifera* cultivars, Changling 3[#], 4[#], 18[#], 23[#], 27[#], 40[#], 53[#] and 166[#], was carried out. The results showed that the grafted seedlings of the eight *C. oleifera* cultivars showed significant differences in the root volume, root surface area, root length, root biomass and other indicators after two-year growth. The maximum total length of roots was 1718.04 cm, three times longer than the minimum. The largest root surface area was 498.27 cm², 3.1 times of the smallest. The maximum root volume was 12.16 cm³, 3.2 times of the minimum. In addition to a few exceptions, a highly significant correlation was found between every two indexes. Comparing with different root levels, we made conclusions as follows: in the group of 0.0 < d ≤ 0.5 mm, the root was the longest; however, the root surface area and root volume were the minimum., while in the group of d > 2.0 mm, the root was the shortest, and the root surface area and root volume were the biggest.

Key words: *Camellia oleifera*; grafting; root

油茶(*Camellia oleifera* Abel)为山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia* L.)常绿灌木或小乔木,是我国南方重要的经济林木。油茶与油棕(*Elaeis guineensis*

Jacq.)、油橄榄(*Olea europaea* L.)和椰子(*Cocosnucifera* L.)并称为世界 4 大木本食用油料植物^[1]。同时,茶油在工业、医药、化妆业等都有广

收稿日期: 2015-02-11

基金项目: 浙江省农业新品种选育重大科技专项重点项目“油茶高产优质新品种选育及示范”(2012C12908-16)资助。

作者简介: 杨 邵, 硕士研究生。E-mail: 997325410@qq.com

* 通信作者: 姚小华, 研究员, E-mail: yaohx168@163.com

泛的利用,也是一种重要的生物质原料^[2-3]。

根不仅起着固着植物的作用,而且从土壤中运输和吸收水分与养分,既是土壤资源的直接利用者又是产量的重要贡献者^[4],正是由于森林生态系统中年净初级生产量的一半以上被分配到地下部分的根系^[5-6],从而使得植物根系在生态系统的生物地球化学循环中扮演着重要角色,一般说来,通过细根周转输入到土壤中的养分相当于或多于通过地上部分凋落物输入量^[7-11]。在许多森林生态系统里,根系的生产量要占碳素年循环量的大约50%^[12],占全球年初级生产量的33%^[13]。林木根系作为森林生态系统整体的一部分,随着对其深入研究的同时,人们对其也越来越重视。油茶种苗培育技术研究方面较多,但对于该物种的砧穗组合效应研究较少,特别是良种穗条对根系生长的影响目前尚未有研究。本试验在浙江省金华市国家油茶、油桐良种育苗基地取样,通过对普通油茶两年生嫁接苗各参数进行测定和分析,探讨不同品种油茶根系各参数间的差异性,以期油茶嫁接苗高效繁殖和普通油茶嫁接苗生产实践提供理论保障。

1 材料与方法

1.1 材料

试验安排在浙江省金华市婺城区东方红林场育苗基地,该基地位于金华市琅琊镇,地理坐标:29°00'N,东经119°29'E,海拔高度54 m。金华地处亚热带季风区,四季分明,年平均气温18.2℃;雨量丰富,年均降水量1424 mm;日照充足,全年日照率为43%;无霜期年均257 d。土壤为红壤,2012年5月中旬选取大小基本一致,健康的普通油茶沙藏幼苗采用芽苗砧技术进行嫁接,接穗为长林

系列8个品种(长林3号、长林4号、长林18号、长林23号、长林27号、长林40号、长林53号和长林166号),树龄5年,生长正常,穗条取自中上部。2014年4月上旬取样,不同接穗嫁接苗重复10次(除长林18号重复9次)。

1.2 方法

将取样的油茶的苗挖出后,放入水中浸泡,待根系周围泥土软化后再用水缓缓将根系冲洗干净,放在吸水纸上,待吸水纸吸去残余的水分后测量。采用直尺、游标卡尺分别测定苗高、地径;采用EPSON V700双光源专用扫描仪、根系图像分析软件WinRHIZO Pr02005b对根系扫描并分析扫描图片,并得出相关根系指标。

1.3 数据分析

数据统计分析采用Excel2007及SPSS 19.0软件完成。

2 结果与分析

2.1 不同品种接穗对普通油茶根系影响特征

从表1方差分析中可以看出,普通油茶不同品种接穗嫁接苗根系长度、根系表面积、根系体积、根系干重量和根冠比等之间都存在显著差异(根冠比之间存在极显著差异),地上部分嫁接点以上的长度也存在显著差异。根系总长最大为长林166号,为1718.04 cm,最小为长林4号,仅为577.74 cm,达3倍;根系表面积最大也为长林166号,为498.27 cm²,最小的是长林4号,仅为160.88 cm²,达3.1倍;体积差异也比较大,最大为长林166号,可达12.16 cm³,最小为长林4号,仅为3.84 cm³,达3.2倍。

表1 不同品种接穗普通油茶组合间方差分析

Table 1 Analysis of variance in indexes of nurse seed grafted union with different scions of *Camellia oleifera*

变因 Variation	df	苗木直径/cm Diameter of seedling		苗木长度/cm Length of seedling		根系鲜质量/g Fresh mass of root		根系干质量/g Dry mass of root	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
		组合间 Inter-group	7	3.790	1.538	435.093	3.804*	343.068	1.929
组合内 Intra-group	71	2.464		114.387		177.880		37.738	

变因 Variation	df	根系长度/cm Length of roots		根系表面积/cm ² Surface area of roots		根系体积/cm ³ Volume of roots		根冠比/干质量 Ratio of root shoot to dry mass	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
		组合间 Inter-group	7	1361590	3.904*	102333	3.929*	61.118	2.836*
组合内 Intra-group	71	348739		26047		21.548		.040	

注:“***”表示在1%水平下差异显著;“*”表示在5%水平下差异显著。下同。

Note:“***”means significantly correlated at the 0.01 level, and “*”means significantly correlated at the 0.05 level. The same below.

从表 2 可以看出, 长林 166 号与其他不同接穗嫁接苗在根系长度、根系表面积、根系体积 (长林 3 号除外) 之间表现出显著性差异; 长林 166 号、长林 3 号在苗木长度上分别与长林 23 号表现出显著性差异, 其他不同接穗嫁接苗两两之间未表现出显著性差异; 根鲜重、根干重差异显著性完全一致, 长林 166 号、长林 3 号两者之间未表现出显著性, 分别与长林 4 号、27 号均差异显著; 长林 3 号

苗高与其他不同接穗苗均差异显著, 长林 23 号与长林 40 号差异显著; 从表 2 可以看出, 长林 18 号根冠比与长林 3 号、长林 4 号、长林 23 号、长林 27 号、长林 53 号、长林 166 号均差异显著, 长林 4 号分别与长林 18 号、长林 23 号、长林 27 号、长林 40 号、长林 53 号差异显著, 其他不同接穗嫁接苗两两间均无显著差异。

表 2 不同品种接穗对普通油茶嫁接苗生长的影响

Table 2 The effect of growth in nurse seed grafted union with different scions of *Camellia oleifera*

接穗 Scion	苗木 直径/cm Diameter of the upper union	苗木 长度/cm Length of the upper union	根系鲜 质量/g Fresh mass of roots	根系干 质量/g Dry mass of roots	根系 长度/cm Length of roots	根系表 面积/cm ² Surface area of roots	根系 体积/cm ³ Volume of roots	根冠比/ 干质量 Ratio of root shoot to dry mass
3 [#]	6.89±1.49 ^b	66.86±5.14 ^c	27.77±17.68 ^b	14.03±9.57 ^b	617.5±306.49 ^a	233.93±101.17 ^a	8.73±5.90 ^{bc}	0.77±0.18 ^{abc}
4 [#]	5.85±1.25 ^{ab}	54.14±5.00 ^{ab}	12.62±6.08 ^a	5.99±2.71 ^a	577.74±374.80 ^a	160.88±89.71 ^a	3.84±2.17 ^a	0.60±0.05 ^a
18 [#]	6.70±1.65 ^{ab}	51.80±9.96 ^{ab}	22.87±11.57 ^{ab}	10.89±5.69 ^{ab}	693.25±488.72 ^a	214.99±18.25 ^a	5.62±2.49 ^{ab}	1.03±0.16 ^d
23 [#]	5.24±0.82 ^a	44.47±7.94 ^a	13.20±3.99 ^a	5.48±1.36 ^a	823.55±352.47 ^a	251.26±19.30 ^a	6.18±3.33 ^{ab}	0.82±0.14 ^{bc}
27 [#]	6.19±1.22 ^{ab}	54.96±15.35 ^{ab}	19.76±8.05 ^{ab}	10.03±4.26 ^{ab}	765.79±357.14 ^a	231.08±105.63 ^a	6.38±3.70 ^{ab}	0.83±0.29 ^{bc}
40 [#]	5.58±1.80 ^{ab}	56.19±13.6 ^b	20.35±11.13 ^{ab}	9.02±4.94 ^{ab}	809.53±727.16 ^a	242.47±168.86 ^a	6.32±3.90 ^{ab}	0.94±0.24 ^{cd}
53 [#]	6.2±2.25 ^{ab}	48.24±15.63 ^{ab}	22.80±21.39 ^{ab}	9.84±8.58 ^{ab}	644.61±569.68 ^a	223.10±181.91 ^a	7.09±6.00 ^{ab}	0.78±0.21 ^{abc}
166 [#]	6.92±1.67 ^b	51.38±5.89 ^{ab}	28.41±16.52 ^b	12.62±7.21 ^b	1718.04±1095.15 ^b	498.27±296.28 ^b	12.16±6.99 ^c	0.68±0.22 ^{ab}

注: a, b 和 c 表示在 5% 水平显著差异。Note: a, b and c mean significant difference at the 0.05 level.

表 3 不同普通油茶品种嫁接苗各参数相关性分析

Table 3 Analysis of correlation in indexes of nurse seed grafted union with different scions of *Camellia oleifera*

指标 Index	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
I	1.000									
II	0.560**	1.000								
III	0.844**	0.608**	1.000							
IV	0.842**	0.556**	0.902**	1.000						
V	0.852**	0.604**	0.993**	0.911**	1.000					
VI	0.842**	0.558**	0.885**	0.982**	0.896**	1.000				
VII	0.555**	0.309**	0.490**	0.608**	0.527**	0.549**	1.000			
VIII	0.661**	0.364**	0.620**	0.751**	0.655**	0.699**	0.970**	1.000		
IX	0.763**	0.445**	0.776**	0.903**	0.801**	0.869**	0.788**	0.908**	1.000	
X	-0.133	-0.315**	-0.324**	0.006	-0.324**	0.019	0.006	0.003	-0.008	1.000

I. 苗木直径/cm Diameter of the upper union; II. 苗木长度/cm Length of the upper union; III. 地上部分鲜质量/g; IV. 地下部分鲜质量/g; V. 地上部分干质量; VI. 地下部分干质量/g; VII. 根系长度/cm Length of roots; VIII. 根系表面积/cm² Surface area of roots; IX. 根系体积/cm³ Volume of roots; X. 根冠比/干质量 Ratio of root shoot to dry mass.

2.2 不同普通油茶品种嫁接苗各参数相关性分析

从表 3 中可知, 苗木长度、嫁接点以上高度、地上部分鲜质量、地上部分干质量、地下部分鲜质量、地下部分干质量、根系长度、根系表面积、根系体积两两之间均成极显著正相关, 苗木直径与地上部分鲜质量、地上部分干质量、地下部分干质量 ($r=0.844^{**}$, 0.852^{**} , 0.842^{**} , 0.842^{**}), 地上部分

鲜质量与地上部分干质量、地下部分鲜质量、地下部分干质量 ($r=0.993^{**}$, 0.902^{**} , 0.885^{**}), 地下部分鲜质量与地上部分干质量、地下部分干质量、根系长度、根系表面积、根系体积 ($r=0.911^{**}$, 0.982^{**} , 0.903^{**}), 地上部分干质量与地下部分干质量、根系体积 ($r=0.896^{**}$, 0.801^{**}), 地下部分干质量与根系体积 ($r=0.869^{**}$), 根系表面积与根系长度、根系体积 ($r=0.970^{**}$,

0.908^{**})的系数均在0.8以上,估计精度在95%的可靠性水平也都在90%以上。根冠比值与地上部分鲜质量、地上部分干质量、苗木长度($r=-0.324^{**}$, -0.324^{**} , -0.315^{**})均表现出极显著负相关,但与地上部分鲜质量、地下部分干质量未表现出显著相关,根冠比值与地上部分存在较为密切的关系。

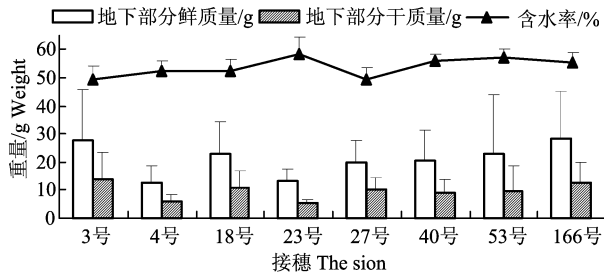


图1 不同普通油茶品种嫁接苗木根系生物量及含水率
Figure 1 Root biomass and moisture content of nurse seed grafted union with different scions of *Camellia oleifera*

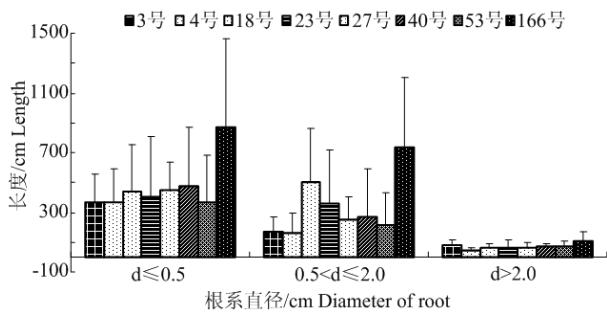


图2 不同普通油茶品种苗木根系长度
Figure 2 Root length of nurse seed grafted union with different scions of *Camellia oleifera*

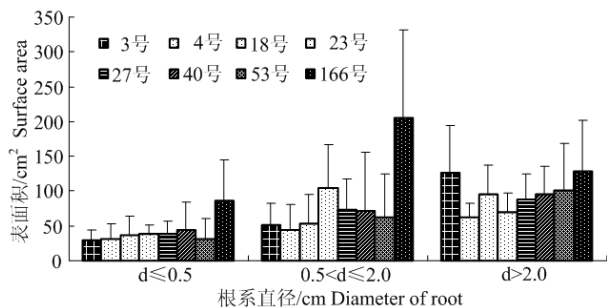


图3 不同普通油茶品种苗木根系表面积
Figure 3 Root surface area of nurse seed grafted union with different scions of *Camellia oleifera*

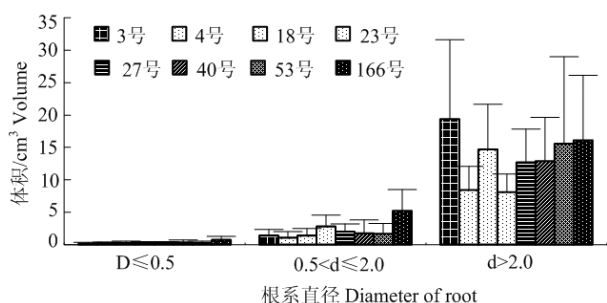


图4 不同普通油茶品种苗木根系体积
Figure 4 Root volume of nurse seed grafted union with different scions of *Camellia oleifera*

2.3 不同普通油茶品种嫁接苗木根系生物量与根系分级

2.3.1 不同普通油茶品种嫁接苗木根系生物量及含水率 从图1可以看出,不同长林品种的接穗对普通油茶嫁接苗木根系生物量影响比较大,经方差分析表现为显著差异,其中以长林3号根系生物量最大($W_{干质量} = 14.03$ g),其次为长林166号、长林18号、长林27号、长林53号、长林40号、长林4号,长林23号根系生物量最少($W_{干质量} = 5.48$ g),含水率通过方差分析表现出极显著差异,变化范围较小,主要集中在50%~60%之间。

2.3.2 不同普通油茶品种嫁接苗木根系长度 从图2可知,不同普通油茶品种嫁接苗木的不同根系长度存在较大差异,根系长度均在 $0.0 < d \leq 0.5$ mm根级的毛细根最长,其次为 $0.5 < d \leq 2.0$ mm,根系长度最小的根级为 $d > 2.0$ mm,在同一根级中不同普通油茶品种嫁接苗木根系长度也存在较大差异,如在 $0.0 < d \leq 0.5$ mm根级中,长林166号根系长度最大,其次分别为长林40号、长林27号、长林18号、长林23号、长林3号和长林4号,长林53号根系长度最小,在相同径级的根系表面积和根系体积中,除个别例外,与 $0.0 < d \leq 0.5$ mm根级根系长度表现出的规律相似。

2.3.3 不同普通油茶品种嫁接苗木根系表面积 从图3可以看出,不同普通油茶品种嫁接苗木不同根级之间表面积和同一根级内根系表面积存在较大差异,除个别例外,根系表面积在 $d > 2.0$ mm最大,其次为 $0.5 < d \leq 2.0$ mm,在 $0.0 < d \leq 0.5$ mm根级根系面积最小,在相同径级的根系长度和根系体积中,除个别例外外,与 $0.5 < d \leq 2.0$ mm根级根系表面积表现出的规律相似,在 $0.5 < d \leq 2.0$ mm根级内,长林4号根系表面积最小,长林166号根系表面积最大,其次分别为长林23号、长林27号、长林40号、长林53号、长林18号和长林3号,长林4号根系表面积最小。

2.3.4 不同普通油茶品种苗木根系体积 从图4中可以看出,不同普通油茶品种嫁接苗木在根系体积上不同根系径级间与根系长度表现出的规律相反,在 $0.0 < d \leq 0.5$ mm根级根系体积最小,其次为 $0.5 < d \leq 2.0$ mm,在 $d > 2.0$ mm根级根系体积最大,

在 $d>2.0$ mm 根级根系体积中, 长林 3 号根系体积最大, 其次分别为长林 166 号、长林 53 号、长林 18 号、长林 40 号、长林 27 号和长林 4 号, 长林 3 号根系体积最小。

综合图 2、图 3 和图 4 可以得出根系长度与根系表面积和根系体积成负相关, 即在 $0.0<d\leq 0.5$ mm 根级根系长度最长, 但根系表面积和根系体积最小, 而在 $d>2.0$ mm 根级根系长度最短, 根系表面积和根系体积反而最大。

3 讨论与结论

通常认为嫁接苗根系生长受砧木的影响较大, 不同砧木决定其根系的生长状况不同^[14-15]。在本研究中, 普通油茶不同接穗嫁接苗在根系长度、根系体积、根系干重量和根冠比等之间都存在显著差异, 说明良种接穗对种苗地下根系有很大的影响, 其中长林 166 号嫁接苗在根系体积、根系表面积和根系长度测量值上均最大, 并且长林 166 号长势中等, 结实多, 果子和种子大小均匀, 种仁含油率高, 适宜造林。虽然长林 18 号嫁接苗在根系体积、根系表面积和根系长度测量值上均表现中等, 但其根冠比最大, 而根冠比是反映根系与地上部分生长和干物质积累协调状况的重要指标, 并且也可以衡量根系机能的强弱, 根冠比高则表明根系机能活性强, 低则弱^[16], 长林 18 号嫁接苗根系机能活性强从而能够促使其地上部分在生长后期长势旺盛、枝叶茂密有直接关系, 并且长林 18 号嫁接苗树体、果实抗逆性较强, 结实率, 出油率较高, 适宜造林。从生态机构的形成方面来考察, 则生物量对其有十分重要的影响, 尤其在衡量生态系统获取能量能力的方面^[17]。在本研究中, 不同普通油茶品种嫁接苗根系生物量之间均表现为显著差异, 其中以长林 3 号根系生物量最大 ($W_{\text{干质量}}=14.03$ g), 其次为长林 166 号 ($W=12.62$ g) 和长林 18 号 ($W=10.89$ g)。综上所述, 长林 18 号、长林 166 号适宜造林, 但其综合优势有待进一步研究。

参考文献:

[1] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 2 版. 北京: 中国林业出版社, 2007: 1-5.
 [2] 冯金玲, 杨志坚, 陈辉, 等. 油茶芽苗砧嫁接的亲亲和性生理[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2011, 40(1): 24-30.
 [3] 龙伟, 姚小华, 王开良, 等. 普通油茶砧穗嫁接组合的亲

和性分析[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(2): 346-351.
 [4] RAY S S. 小麦根重分布模式的定量研究[J]. 国外农学—麦类作物, 1994(1): 25-26.
 [5] GRIER C C, VOGT K A, KEYES M R, et al. Biomass distribution and above-and below-ground production in young and mature *Abies amabilis* zone ecosystems of the Washington Cascades[J]. Canadian Journal of Forest Research, 1981, 11(1): 155-167.
 [6] KEYES M R, GRIER C C. Above-and below-ground net production in 40-year-old Douglas-fir stands on low and high productivity sites[J]. Canadian Journal of Forest Research, 1981, 11(3): 599-605.
 [7] ARTHUR M A, FAHEY T J. Biomass and nutrients in an Engelmann spruce-subalpine fir forest in north central Colorado: pools, annual production, and internal cycling[J]. Canadian Journal of Forest Research, 1992, 22(3): 315-325.
 [8] JOSLIN J D, HENDERSON G S. Organic matter and nutrients associated with fine root turnover in a white oak stand[J]. Forest Science, 1987, 33(2): 330-346.
 [9] 李凌浩, 林鹏, 邢雪荣. 武夷山甜储林细根生物量和生长量的研究[J]. 应用生态学报, 1998, 9(4): 337-340.
 [10] 廖利平, 杨跃军, 汪思龙, 等. 杉木、火力楠纯林及其混交林细根分布、分解与养分归还[J]. 生态学报, 1999(3): 342-346.
 [11] 常君, 姚小华, 杨水平, 等. 美国山核桃不同品种接穗对嫁接苗木根系生长发育影响的研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(10): 104-108.
 [12] VOGT K A, VOGT D J, PALMIOTTO P A, et al. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species[J]. Plant and Soil, 1995, 187(2): 159-219.
 [13] JACKSON R B, MOONEY H A, SCHULZE E D. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1997, 94(14): 7362-7366.
 [14] 康乐, 杨水平, 姚小华, 等. 不同品种油茶嫁接苗根系生长动态研究[J]. 林业科学研究, 2010, 23(3): 467-471.
 [15] 陶建敏, 李小红, 蒋爱丽, 等. 不同葡萄砧木对矢富罗莎嫁接苗根系形态变化的影响[J]. 江苏农业科学, 2007(2): 82-84.
 [16] 胡艳丽, 毛志泉, 沈向, 等. 影响农作物根系冗余影响因子探讨[J]. 现代农业科技, 2009(23): 13-15.
 [17] 宇万太, 于永强. 植物地下生物量研究进展[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 927-932.