

# 苹果矮化自根砧嫁接苗繁育技术研究

邓丰产, 马锋旺\*

(西北农林科技大学园艺学院, 旱区作物逆境生物学国家重点实验室, 陕西杨凌 712100)

**摘要:** 研究了田间条件下苹果矮化砧木苗和自根砧嫁接苗繁育的农艺参数。结果表明: 锯末堆埋对砧木生根效果明显好于土和废弃菌棒, 砧木生根率和生产量分别为 87.33% 和 124 854 株·hm<sup>-2</sup>; 6月1日和7月1日基质堆埋对砧木生根效果明显好于5月1日和8月1日, 砧木生根率分别达到 80.33% 和 87.33%, 砧木生产量分别达到 121 172 和 124 854 株·hm<sup>-2</sup>; 矮化砧木 G41、M9、Pajam1 和 T337 在锯末基质中表现出较强的生根能力, 生根率均达到 80% 以上, 明显好于 Pajam2 和 M26; 栽植密度分别为 75 000 和 90 000 株·hm<sup>-2</sup> 的小区, 嫁接苗生产量分别为 65 110 株和 68 670 株·hm<sup>-2</sup>, 显著高于栽植密度分别为 60 000 株和 105 000 株·hm<sup>-2</sup> 的小区; 秋季嫁接‘富士’品种的生长量和嫁接苗生产量显著高于春季, 其侧枝数、干径和生产量分别为 11.44 个、13.77 mm、和 68 670 株·hm<sup>-2</sup>。结论: 在苹果矮化自根砧嫁接苗繁育中, 矮化砧木繁育用锯末在 6 月 1 日—7 月 1 日堆埋, 砧木品种可选 G41、M9、Pajam1 和 T337, 苗圃中砧木栽植密度为 75 000 ~ 90 000 株·hm<sup>-2</sup>, 在栽植当年的秋季嫁接‘富士’, 第 2 年出圃嫁接苗生产量达到 65 110 ~ 68 670 株·hm<sup>-2</sup>。

**关键词:** 苹果; 矮化砧木; 嫁接苗; 苗床; 苗圃; 生根率; 生产量

**中图分类号:** S 661.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2012) 07-1353-06

## Propagation Studies of Self-rooted Dwarf Grafted Apple Trees

DENG Feng-chan and MA Feng-wang\*

(The College of Horticulture, Northwest A & F University, State Key Laboratory of Crop Stress Biology in Arid Areas, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Established experimental stool beds and nursery to study the cultivation conditions for efficient propagation of dwarf rootstock liners and dwarf apple trees, respectively. The propagation efficiencies of dwarf rootstock liners were evaluated in three replicates in stool beds with six different cultivars, three different mounding materials and four different mounding times. In parallel, the propagation efficiency of dwarf apple trees was investigated in nursery with four different planting densities and two budding times. We evaluated the rooting rate, liners productivity, budding survival rate, number of branches, trunk diameter and grafted trees productivity of the tested material. In the stool bed experiment, we observed that the rooting rate and productivity of rootstock mounded by sawdust were respectively 87.33% and 124 854 plants per hectare, significantly higher than those mounded by soil and mushroom residues; And the rooting rates and productivities of rootstock mounded on June 1<sup>st</sup> and July 1<sup>st</sup>

**收稿日期:** 2012-03-29; **修回日期:** 2012-05-30

**基金项目:** 农业部现代农业产业技术体系苹果科研专项 (CARS-28-02A); 陕西省科技攻关计划项目 (2008k01-04-3); 陕西省果业发展项目 (200906); 西北农林科技大学唐仲英育种基金项目 (A20090203063)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: fwm64@sina.com)

respectively reached 80.33% and 87.33%, and 121 172 and 124 854 plants per hectare, significantly better than that mounted on May 1<sup>st</sup> and August 1<sup>st</sup>. The dwarf rootstocks of G41, M9, Pajam1 and T337 in sawdust showed stronger rooting abilities (above 80%), better than Pajam2 and M26. In the nursery experiment, we observed that highly feathered finished trees with the planting densities of 75 000 and 90 000 liners per hectare produced 65 110 and 68 670 trees respectively, significantly better than what were produced from the planting densities of 60 000 and 105 000 liners per hectare. We also observed that the number of branches, stem diameter, and yield of finished tree budded in fall were respectively 11.44, 13.77 mm, and 68 670 liners per hectare, all better than the corresponding parameters from the trees budded in spring. From these results, we concluded that dwarf apple trees and dwarf rootstock liners should be propagated with mother plants mounded by sawdust during June 1<sup>st</sup> to July 1<sup>st</sup>; G41, M9, Pajam1 and T337 should be selected as mother liners; And the planting densities of liners in nursery should be from 75 000 to 90 000 liners per hectare. In addition, scion budding time should be done in fall, and then 65 110 to 68 670 grafted trees per hectare can be ready for planting in orchard next year.

**Key words:** apple; dwarf rootstock; grafted tree; nursery; productivity; rooting rate; stool beds

苹果是嫁接繁殖的果树，砧木直接影响树体生长、果实产量和品质（陆秋农和贾定贤，1999）。矮砧集约栽培是苹果生产发展的方向，苹果矮化中间砧栽培是中国目前苹果矮化栽培的主要形式，在生产中发挥了重要的作用（宋春河等，1999；安贵阳等，2001；刘国荣等，2007）。矮化自根砧嫁接苗繁育整个过程中不使用实生种子播种，苗木生长个体差异小，整齐一致，世界苹果生产发达国家广泛采用矮化自根砧苗建立果园，园貌整齐，结果早，产量高，品质好，取得了良好效果（Van, 1978; Nyberlin, 1993; Hoying & Robinson, 2000; Sadowski et al., 2007; 韩明玉等，2008; 邓丰产等，2009）。中国苹果矮化自根砧嫁接苗的繁育技术相对薄弱，研究也不多见，苹果苗木方面的研究主要集中于乔化苗和矮化中间砧苗的培育（孟昭清等，1996；沈军，2005；徐金涛，2010；管燕等，2011）。

本研究中针对苹果生产中的这一问题，研究苹果矮化砧木及矮化自根砧嫁接苗田间生产的农艺参数，为建立苹果矮化砧木繁育苗床和矮化自根砧嫁接苗生产苗圃提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2008—2011 年在陕西省武功县大庄镇布王村西北农林科技大学果树试验基地进行。该基地位于东经 108°09′、北纬 34°15′，海拔 530 m，年平均气温 12.8 °C，无霜期 221 d，年平均降雨量 634 mm，土壤类型为瘠土，质地中壤，pH 7.8，有机质 0.26%，碱解氮 67.56 mg·kg<sup>-1</sup>，速效磷 37.26 mg·kg<sup>-1</sup>，速效钾 179.08 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 试验材料与田间处理

建立矮化砧木繁育苗床和矮化自根砧嫁接苗生产苗圃。

矮化砧木繁育苗床宽 1.6 m，其中 80 cm 定植矮化砧木母株，80 cm 留作空闲耕作带，每个小区面积为 16 m<sup>2</sup>（10 m × 1.6 m），株高 50 cm 的砧木母株按行株距 40 cm × 40 cm 与地面成 30°角倾斜栽植，每畦栽植 3 行，株间前后交叉，每小区栽植砧木母株 75 株。

矮化自根砧嫁接苗生产苗圃每小区面积  $100 \text{ m}^2$  ( $20 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ )。

采用单因素随机区组设计, 3 次重复。

不同基质堆埋试验开始时间为 7 月 1 日, 砧木材料为 M9, 堆埋基质分别为废弃菌棒、土和锯末。废弃菌棒在堆埋前晾晒碾碎, 锯末来自木材市场带锯加工后的新鲜混合木材锯末, 以松柏木材为主, 3 种基质的堆埋厚度统一为 20 cm。

不同堆埋时间试验所用基质为锯末, 砧木材料为 M9, 堆埋时间分别为 5 月 1 日、6 月 1 日、7 月 1 日和 8 月 1 日。

不同砧木品种比较试验在 7 月 1 日用锯末堆埋处理, 砧木分别为 M9、M26、T337、Pajam1、Pajam2 和 G41, 分别在试验苗床中独立安排小区。

栽植密度试验在秋季进行, 砧木为 M9, 嫁接品种为‘富士’, 栽植密度分别为 60 000、75 000、90 000、105 000 株· $\text{hm}^{-2}$ 。

嫁接时间试验中的栽植密度为 90 000 株· $\text{hm}^{-2}$ , 砧木为 M9, 嫁接品种为‘富士’, 嫁接时间分为当年秋季(9 月 1 日)和翌年春季(3 月 1 日), 试验苗圃周围同密度栽植 5 行砧木作保护行。

嫁接采用带木质芽接方法, 接穗选取 10 年生‘富士’结果树成熟度好的枝条, 田间常规管理。

### 1.3 调查项目

矮化砧木生根率: 苹果矮化砧木分株苗主茎下端有 2 条以上侧根且毛根丰富统计为有效生根砧木, 有效生根砧木数与总砧木数的百分比为生根率。

苗木干径: 苹果矮化自根砧嫁接苗嫁接口上 5 cm 处的直径。

砧木生产量: 统计分株苗主茎下端有 2 条以上侧根且毛根丰富良好, 苗木底端上 5 cm 处干径超过 4 mm 的矮化砧木株数。

嫁接苗生产量: 统计一级苗木株数(30 cm 以上的羽状分枝达到 10 个以上的苗为一级苗)。

### 1.4 数据分析

所有试验数据均取 3 个重复小区的平均值, 用 SPSS13.0 统计软件中的 One-way Anova 方法分析平均数的差异显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同种类基质堆埋对苹果矮化砧木 M9 生根能力及砧木生产量的影响

由表 1 可以看出, 用废弃菌棒堆埋的苹果矮化砧木 M9 生根率和砧木生产量最低, 锯末堆埋的最高。废弃菌棒结构松散、保水性差, 土壤质地粘重、透气性差, 新鲜锯末致密疏松、透气保水, 这些因素可能是生根率和砧木生产量表现差异的原因。

表 1 不同种类基质堆埋对苹果矮化砧木 M9 生根率及生产量的影响

Table 1 Effect of different mounding materials on rooting rate and productivity of dwarf apple rootstock M9

堆埋基质 Mounding material	生根率/% Rooting rate	生产量/(株· $\text{hm}^{-2}$ ) Productivity
废弃菌棒 Mushroom residues	$14.67 \pm 1.08 \text{ c}$	$27\ 450 \pm 810 \text{ c}$
土 Soil	$40.00 \pm 2.56 \text{ b}$	$61\ 360 \pm 2\ 860 \text{ b}$
锯末 Sawdust	$80.33 \pm 1.04 \text{ a}$	$124\ 850 \pm 2\ 600 \text{ a}$

注: 不同字母代表 5% 水平差异显著性。下同。

Note: Different letters represent significant differences to each other at 0.05 level. The same below.

## 2.2 锯末不同堆埋时期对苹果矮化砧木 M9 生根能力及生产量的影响

由表 2 可以看出, 6 月 1 日和 7 月 1 日两个时期锯末堆埋 M9 砧木, 表现出较高的生根率和砧木生产量, 而 5 月 1 日和 8 月 1 日两个时期堆埋的, 表现出较低的生根率和砧木生产量。5 月 1 日由于苹果砧木刚开始生长, 生长量较少, 苗高不足 20 cm, 生根较差, 砧木产量较低, 8 月 1 日天气迅速转凉, 生根时间变短, 根系发生量明显减少, 砧木生产量迅速下降。

表 2 锯末不同堆埋时期对苹果矮化砧木 M9 生根率及生产量的影响

Table 2 Effect of different mounding times of sawdust on rooting rate and productivity of dwarf apple rootstock M9

堆埋时期/ (M - D) Mounding date	生根率/% Rooting rate	生产量/ (株 · hm <sup>-2</sup> ) Productivity
05 - 01	51.33 ± 4.84 b	68 670 ± 2 370 b
06 - 01	80.33 ± 2.46 a	121 170 ± 1 420 a
07 - 01	87.33 ± 1.04 a	124 850 ± 2 600 a
08 - 01	13.33 ± 1.14 c	17 120 ± 700 c

## 2.3 不同苹果矮化砧木品种在锯末基质中的生根能力及生产量

由表 3 可以看出: 矮化砧木品种 G41 和 M9 在锯末中表现出较强的生根能力, T337 和 Pajam1 次之, 而 M26 和 Pajam2 生根率较低。G41 表现出最高的生产量, T337、M9、Pajam1 和 Pajam2 次之, M26 生产量较低。

表 3 不同苹果矮化砧木品种在锯末中的生根率及生产量

Table 3 Rooting rate and productivity of different dwarf apple rootstocks by mounding sawdust

矮化砧木 Dwarf rootstocks	生根率/% Rooting rate	生产量/ (株 · hm <sup>-2</sup> ) Productivity
M26	72.33 ± 2.18 c	11 390 ± 3 160 c
M9	87.33 ± 0.78 ab	12 490 ± 2 600 b
Pajam1	82.67 ± 2.26 b	12 450 ± 2 620 b
Pajam2	70.00 ± 2.59 c	12 190 ± 2 010 b
T337	83.67 ± 1.06 b	12 510 ± 1 770 b
G41	92.67 ± 1.08 a	15 100 ± 1 620 a

## 2.4 生产苗圃中 M9 砧木的栽植密度对‘富士/M9’嫁接苗生长的影响

由表 4 可以看出, 砧木栽植密度影响嫁接苗的生长和生产量。密度小 (60 000 株 · hm<sup>-2</sup>), 单个苗木生长健壮, 侧枝多, 但由于栽植数量少, 影响一级嫁接苗生产量; 密度大 (105 000 株 · hm<sup>-2</sup>), 单个苗木生长空间小, 不利于侧枝萌发与生长, 一级苗比例降低, 影响一级嫁接苗生产量。

表 4 不同栽植密度对苹果矮化自根砧嫁接苗‘富士/M9’生长的影响

Table 4 Effect of different planting densities of M9 on growth of dwarf apple grafted tree ‘Fuji/M9’

栽植密度/ (株 · hm <sup>-2</sup> ) Planting density	侧枝数 Branches number	干径/ mm Shoot diameter	生产量/ (株 · hm <sup>-2</sup> ) Productivity
60 000	16.37 ± 1.19 a	18.40 ± 0.43 a	52 490 ± 1 960 b
75 000	13.51 ± 0.60 b	15.74 ± 0.49 b	65 110 ± 930 a
90 000	11.44 ± 0.46 b	13.77 ± 0.21 c	68 670 ± 1 630 a
105 000	7.75 ± 0.52 c	9.63 ± 0.61 d	53 850 ± 2 500 b

## 2.5 不同嫁接时间对‘富士/M9’嫁接苗生长的影响

由表 5 可以看出, 栽植的苹果矮化砧木, 秋季嫁接和春季嫁接的成活率差异不显著。但秋季嫁接品种的生长量和一级苗生产量明显高于春季, 并且第 2 年春季发芽早, 生长时间长, 生长量大。

表 5 不同嫁接时间对苹果矮化自根砧嫁接苗‘富士/M9’生长的影响  
Table 5 Effect of different budding times on growth of dwarf apple grafted tree ‘Fuji/M9’

嫁接时间 Budding times	成活率/ % Survival rate	侧枝数 Branches	干径/ mm Shoot diameter	生产量/ (株·hm <sup>-2</sup> ) Productivity
秋季 Autumn	93.50 ± 1.69 a	11.44 ± 0.45 a	13.77 ± 0.21 a	68 670 ± 1 630 A
春季 Spring	91.23 ± 0.89 a	9.06 ± 0.26 b	9.15 ± 0.36 b	57 750 ± 750 B

## 3 讨论

育苗方式影响苹果苗木质量。李高潮等(2011)调查发现目前陕西苹果苗木质量普遍不高。对于常规苗圃, 2年生矮化苗木达到国家标准(GB 9847-2003)3级要求的只有2.8%, 2年生乔化苗和3年生矮化苗木的这一比例分别为42.0%和73.1%; 较优水平下的2年生乔化和3年生矮化苗中符合1级标准要求的苗木比例仅为7.0%和1.9%。史大卫等(2009)在陕西铜川用土堆埋生产苹果矮化砧木, 生根率低, 砧木产量低, 这与本研究中不同基质堆埋处理的结果基本一致。

本试验结果显示苹果矮化砧木 G41、M9、Pajam1 和 T337 在锯末中容易生根。Fazio 等(2005)研究认为抗火疫病苹果矮化砧木 G41 在苗床用锯末堆埋砧木母株容易繁殖, Czynczyk 等(2007)研究认为苹果矮化砧木 M9、Pajam1 和 T337 在苗床用锯末堆埋砧木母株中容易繁殖, 可用于波兰苗木商业化生产, 本研究结果与上述结果基本一致。白海霞等(2010)在育苗实践中观察研究认为苹果苗春季嫁接成活率高, 发芽早, 生长快, 本研究结果与之相反, 这可能与秋季嫁接时间偏晚, 阴雨导致嫁接愈合不好, 成活率下降, 秋季嫁接应该在早秋进行。

从本试验结果看, 在苹果矮化砧木繁育苗床中, 苹果矮化砧木繁殖母株堆埋的最佳基质是锯末, 在陕西关中地区堆埋的最佳时期是7月1日到8月1日, 砧木品种可选 G41、M9、Pajam1 和 T337; 在苹果矮化自根砧嫁接苗生产苗圃中, 砧木栽植的最佳密度是75 000到90 000株·hm<sup>-2</sup>, 嫁接的最佳时间是砧木春季栽植后的当年秋季, 一级矮化自根砧嫁接苗的生产量为65 110~68 670株·hm<sup>-2</sup>, 和目前常规育苗相比, 苗木质量明显提高。

本研究中仅从田间指标对苹果矮化砧木繁育和苹果矮化自根砧嫁接苗繁育的农艺参数进行了探讨, 今后仍需从不同堆埋基质的孔隙度、保水性、容重等指标及苹果矮化砧木激素含量变化与生根的关系方面进一步研究苹果矮化自根苗繁育的最佳条件。

## References

- An Gui-yang, Du Zhi-hui, Yu Jun-yi, Deng Feng-chan. 2001. Research on the cultivation technique of virus-free dwarf interstock apple tree in dry areas. *Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry: Natural Science*, 29 (Supplement): 12 - 15. (in Chinese)
- 安贵阳, 杜志辉, 郁俊谊, 邓丰产. 2001. 旱地无病毒矮化苹果栽培技术研究. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 29 (增刊): 12 - 15.
- Apple nursery plants. GB 9847-2003. Beijing: Standards Press of China. (in Chinese)
- 苹果苗木. GB 9847-2003. 北京: 中国标准出版社.
- Bai Hai-xia, Gao Yan, Yang Xiao-jun. 2010. Advantages of apple dwarf rootstocks budding in spring. *Northwest Horticulture*, (10): 19. (in Chinese)
- 白海霞, 高彦, 杨晓军. 2010. 苹果矮化砧春季嫁接好处多. *西北园艺*, (10): 19.

- Czynczyk A, Bielicki P, Chlebowska D. 2007. Influence of P14 rootstock propagated *in vitro* and in stoolbeds on the growth and yields of three apple tree cultivars. *Acta Hort*, 732: 109 - 111.
- Deng Feng-chan, Ma Feng-wang, Shu Huai-rui. 2009. Noval apple product ion system in USA. *Journal of Northwest Forestry University*, 24 (4): 114 - 117. (in Chinese)  
邓丰产, 马锋旺, 束怀瑞. 2009. 美国苹果生产新体系. *西北林学院学报*, 24 (4): 114 - 117.
- Fazio G, Herb A, Terence R, James C. 2005. Geneva<sup>®</sup>41: A new fire blight resistant dwarf apple rootstock. *HortScience*, 7 (40): 1027.
- Han Ming-yu, Ma Feng-wang, Li Bing-zhi, Zhang Lin-sen, Li Xin-jian, Zhang Li-gong. 2008. The state of apple development in Italy and France. *Northwest Horticulture*, (2): 49 - 50. (in Chinese)  
韩明玉, 马锋旺, 李丙智, 张林森, 李新建, 张立功. 2008. 意大利法国苹果发展情况. *西北园艺*, (2): 49 - 50.
- Hoying S A, Robinson T L. 2000. The orchard planting systems puzzle. *Acta Hort*, 513: 257 - 260.
- Li Gao-chao, Zhang Qing-wei, Song Xiao-min, Song Chun-hui, Han Ming-yu, Zhao Cai-ping. 2011. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 39 (8): 158 - 164. (in Chinese)  
李高潮, 张庆伟, 宋晓敏, 宋春晖, 韩明玉, 赵彩平. 2011. 陕西省苹果苗木质量现状调查及分析. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 39 (8): 158 - 164.
- Liu Guo-rong, Chen Hai-jiang, Xu Ji-zhong, Ma Bao-kun, Zhang Yuan. 2007. The effect of different dwarfing interstocks on red Fuji apple fruit quality. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 30 (4): 24 - 26. (in Chinese)  
刘国荣, 陈海江, 徐继忠, 马宝焜, 张媛. 2007. 矮化中间砧对红富士苹果果实品质的影响. *河北农业大学学报*, 30 (4): 24 - 26.
- Lu Qiu-nong, Jia Ding-xian. 1999. *China fruit trees: Apple*. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, China Forestry Publishing House: 61 - 68. (in Chinese)  
陆秋农, 贾定贤. 1999. *中国果树志·苹果卷*. 北京: 中国农业科技出版社, 中国林业出版社: 61 - 68.
- Meng Zhao-qing, Liu Guo-jie, Li Jian-hua, Zeng Rang, Li Shao-hua. 1996. Effect of hormone on apple tree growth and shaping in nursery. *China Fruits*, (2): 15. (in Chinese)  
孟昭清, 刘国杰, 李建华, 曾曩, 李绍华. 1996. 发枝素对苹果苗生长及圃内整形作用试验. *中国果树*, (2): 15.
- Nyberlin F. 1993. The super spindle apple orchard system. *Compact Fruit Tree*, 26: 17.
- Sadowski A, Mackiewicz M, Dziuban R. 2007. Growth and early bearing of apple trees as affected by the type of nursery trees used for planting. *Acta Horticulturae*, 732: 447 - 455.
- Shen Jun. 2005. Effect of different propagation methods on quality nursery tree. *North Horticulture*, (2): 25. (in Chinese)  
沈军. 2005. 不同育苗方式对苹果苗木质量的影响. *北方园艺*, (2): 25.
- Shi Da-wei, Kang Xiao-ya, Guo Han-ling. 2009. Propagation technologies and characters of apple dwarf trees. *Yantai Fruits*, (1): 41 - 42. (in Chinese)  
史大卫, 康小亚, 郭寒玲. 2009. 苹果矮化自根砧苗木的特点及其繁育技术. *烟台果树*, (1): 41 - 42.
- Song Chun-he, Zhang Ming-yong, Song Xiu-ling, Li Hong-yan, Cui Li-jing, Wang Yue-yan. 1999. Technologies of early harvest for Fuji apple. *China Fruit*, (4): 42 - 44. (in Chinese)  
宋春河, 张明勇, 宋秀玲, 李洪研, 翠丽静, 王悦燕. 1999. 矮化中间砧长富2苹果树早期丰产技术. *中国果树*, (4): 42 - 44.
- Van O. 1978. Effect of initial tree quality on yield. *Acta Horticulturae*, 65: 123 - 127.
- Xu Jin-tao. 2010. Research of promoting branching and early shaping technology for 2-year old apple seedling in nursery [M. D. Dissertation]. Yangling: Northwest A & F University. (in Chinese)  
徐金涛. 2010. 2年生苹果苗木圃内促分枝与初整形技术研究[硕士论文]. 杨凌: 西北农林科技大学.
- Zan Yan, Xu Jin-tao, Han Ming-yu, Zhao Cai-ping, Zhang Li-xin. 2011. Influence of promalin and different cutting back treatments on the branching character of 2-year-old apple seedlings. *Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition*, 39 (6): 185 - 189. (in Chinese)  
管燕, 徐金涛, 韩明玉, 赵彩平, 张立新. 2011. 普洛马林和不同短截处理对2年生苹果苗木分枝特性的影响. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 39 (6): 185 - 189.