浙 江 农 林 大 学 学 报，2015，**32**(4)：572-577
Journal of Zhejiang A & F University
doi:10.11833/j.issn.2095-0756.2015.04.012

浙江红山茶种子的生物学特性

叶　欣[1]，谢　云[2]，茹华莎[1]，洪双华[3]

（1. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院，浙江 临安 311300； 2. 浙江农林大学 暨阳学院，浙江 诸暨 311800；3. 浙江省青田云里高新农业开发有限公司，浙江 青田 323908）

摘要：浙江红山茶 *Camellia chekiangoleosa* 种子具有休眠习性。以当年采收的浙江红山茶种子为试验材料，测定种子的形态结构、千粒质量、含水量、吸水特性、生活力等，分析不同浸种温度对种子萌发的影响。吸水特性采用完整种子、去除种壳种子和用小刀划破种壳种子等 3 种类型进行测定；生活力采用 TTC(2,3,5-氯化三苯基四氮唑)染色法；萌发特性采用始温 25~65 ℃的 6 种不同温水浸种 24 h。结果表明：去除种壳种子的吸水性能优于完整种子和用小刀划破种壳的种子。种子千粒质量为 1 177 g，平均含水量为 41.30%，种子生活力为 85.00%。种子形态结构测定的结果表明：浙江红山茶种皮茶褐色且角质坚硬，种子分外种皮、内种皮和种胚等 3 部分，种胚由胚芽、胚轴、胚根和子叶等 4 部分组成，子叶肥硕。种子的平均长度为 18.57 mm，平均宽度为 15.83 mm，平均厚度为 11.71 mm。不同温度水处理种子 24 h 结果表明：浙江红山茶种子在 25 ℃温水中浸种 24 h 有利于种子萌发，发芽率为 73.00%，显著高于对照。图 3 表 2 参 14

关键词：植物学；浙江红山茶；种子萌发；生物学特性

中图分类号：S685.14；S718.3　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**2095-0756(2015)04-0572-06

Biological seed characteristics of *Camellia chekiangoleosa*

YE Xin[1], XIE Yun[2], RU Huasha[1], HONG Shuanghua[3]

(1. School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Jiyang College, Zhejiang A & F University, Zhuji 311800, Zhejiang, China; 3. Qingtian Clouds Hi-Tech Agricultural Development Co., LTD, Qingtian 323908, Zhejiang, China)

Abstract: Fresh *Camellia chekiangoleosa* seeds, having a habit of dormancy, were harvested as test material. Seed morphological characteristics and germination characteristics were analyzed by measuring morphological characteristics, 1 000-grain weight, water content, water absorption properties, and seed viability. The influence of seed soaking temperatures on seed germination was also determined. Three treatments including untreated, shelled, and etched, were employed to study water absorption properties, and the 2,3,5-triphenyltetrazolium chloride (TTC) method was used to test seed viability. Seed germination was tested in a 24 h period with six seed soaking temperatures from 25-65 ℃, control group was tested in a 24 h period with 20 ℃ seed soaking temperatures, and each group maintaied the same temperature for 6 hours. Results showed that the water absorption ability of shelled seeds was better than untreated and etched seeds. The 1 000-grain weight was 1 177 g, water content was 41.3%, and seed viability was 85.0%. Morphological characteristics identified included seeds having a dark brown skin with hard cutin. The seed consisted of an exopleura, an endotesta, and an embryo with the embryo having a germ, hypocotyls, a radicle, and cotyledons that were fat. Seed average length was 18.6 mm, average width was 15.8 mm, and average thickness was 11.7 mm. The test for germination characteristics showed that soaking seeds 24 h in 25 ℃ water was beneficial with a seed germination rate of 73.0%,

收稿日期：2014-10-15；修回日期：2015-03-01

基金项目：浙江省自然科学基金资助项目(LY13C160009)

作者简介：叶欣，从事浙江红山茶发育研究。E-mail: 344109286@qq.com。通信作者：谢云，副教授，博士，从事山茶种质资源的开发与利用研究。E-mail：xieyun@zafu.edu.cn

which was higher than the control group. [Ch, 3 fig. 2 tab. 14 ref.]

Key words: botany; *Camellia chekiangoleosa*; seed germination; biological characteristics

浙江红山茶 *Camellia chekiangoleosa* 又名浙江红花油茶，属于山茶科 Theaceae 山茶属 *Camellia* 红山茶组 Sect *Camellia*，是中国山茶属中的特有种[1]，为常绿小乔木，树形优美，叶色深绿，2 月前后开花，观赏价值较高。浙江红山茶种仁含油率比普通油茶 *Camellia oleifera* 高 5.00%~10.00%，油酸为 82.00%~89.00%[2]，具有重要的经济价值。浙江红山茶蕴藏着许多抗性基因和优良品质基因，是山茶 *Camellia japonica* 和油茶 *Camellia oleifera* 育种和品种改良的重要基因源[3]。野生资源破坏严重，人工栽培较少，已经处于濒临灭绝的状态[4]。虽然有关浙江红山茶种子方面的研究在引种栽培[5]和繁殖技术[6-7]中有所提及，但是并没有深入系统地研究种子生物学特性。本研究从浙江红山茶种子形态结构特征、吸水性能、含水量、生活力、千粒质量以及不同浸种温度对种子萌发特性影响等方面，对浙江红山茶种子生物学特性进行了系统的研究，以期解决浙江红山茶种子萌发率低的问题，缩短浙江红山茶育苗周期，为其种质资源保护和栽培应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

试验用浙江红山茶种子采自浙江省丽水市缙云大洋山黄金村的浙江红山茶，于 2013 年 10 月初采收。种子在室内通风干燥处晾干后放入 4 ℃冰箱密封保存。

1.2　试验方法

1.2.1　*种子形态结构特征*　随机数取 100 粒饱满种子，通过目测法观察种子内外部结构、形状和颜色，利用精度为 0.01 mm 的游标卡尺测量种子的长度、宽度和厚度，并计算其平均值。

1.2.2　*种子千粒质量测定*　参照 GB2772-1999《林木种子检验规程》[8]，从测定样品中随机数取 8 个重复，100 粒·重复$^{-1}$，各重复分别称量(g)，计算平均值。种子千粒质量(g)=$(m_1+m_2+\cdots+m_8)\times1/8\times10$。其中：$m_1$，$m_2$，…，$m_8$ 为各次测定 100 粒种子的质量(g)。

1.2.3　*种子含水量测定*　参照 GB2772-1999《林木种子检验规程》，采用预先烘干法测定含水量高于 17.00%的种子[8]。称取 2 份样品各(100 ± 0.02) g，置于直径大于 8 cm 的样品盒中，在(70 ± 2)℃烘箱中预烘 2~5 h，使水分降至 17.00%以下，取出后放在干燥器内冷却和称量。此后将这 2 份半干样品分别切片，称取测定样品，然后采用低恒温烘干法测定含水量。将洗净的样品盒预先烘干、冷却、称量，将供试样品均匀置于样品盒中，再称量。打开盒盖，一起放入预热至 110 ℃的烘箱内，保持(103 ± 2) ℃，烘(17 ± 1)h，取出时在烘箱内迅速给样品盒加盖，移入干燥器内冷却至室温恒量，计算其含水量。含水量(%)=$s_1+s_2-(s_1\times s_2)/100$。其中：$s_1$ 为第 1 次失去的水分(g)；s_2 为第 2 次失去的水分(g)。

1.2.4　*种子吸水率测定*　试验设完整种子、去除外种皮种子和用小刀划破外种皮的种子共 3 种不同处理。随机数取当年采收的饱满种子 9 份，30 粒·份$^{-1}$，3 次重复。先将未吸水的种子分别称量后放置在对应的烧杯中，然后加蒸馏水浸泡，最后放置在 25 ℃恒温箱中吸水。在室温条件下用电子天平定时称量，称量前先用滤纸将种子表面的水分吸干，白天隔 3 h 取出种子称量 1 次，夜晚隔 12 h 取出测定 1 次，直至种子吸水量基本稳定为止。吸水质量 $\Delta w=w_t-w$，吸水率=$\Delta w/w\times100\%$。其中：w_t 为种子吸水后的质量，w 为种子吸水前的质量。

1.2.5　*种子生活力测定*　按照《1996 国际种子检验规程》[9]，采用 TTC(2,3,5-氯化三苯基四氮唑)染色法测定浙江红山茶种子生活力。数取饱满的种子 3 份，30 粒·份$^{-1}$，分别去除外种皮，沿胚中轴纵切，暴露出种胚和活营养组织，将种胚放置在 25 ℃温水中浸泡 24 h，使种胚充分吸水膨胀，再以质量分数为 0.50%的 TTC 溶液在 30 ℃恒温箱中 12 h 黑暗条件下染色，染色完毕后，清水冲洗，目测其染色情况，对照胚用沸水煮 20 min。最后根据染色的部位和染色程度，按国际种子检验规程鉴定种子有无生活力。

1.2.6　*不同浸种温度对种子萌发的影响*　将纯净的河沙用体积分数为 30.00%的双氧水消毒 30 min 后，用清水冲洗 2~3 次，稍晾干，然后均匀铺于干净的萌发盒内(150 ℃高温消毒 1 h)，厚度约为 3 cm，待用。每次播种前也对种子进行清洗和消毒。选取整齐度一致的浙江红山茶种子，分别放入

25，35，45，55，65 ℃的温水中浸种 24 h(各组温水分别不断加入热水保持 6 h 相同的温度，然后自然冷却 18 h)，清水(20 ℃)浸种 24 h 的种子为对照。60 粒·处理$^{-1}$，3 次重复。处理完成后分别放入盛有细沙的萌发盒内，萌发过程中保持基质湿润，最后放入 30 ℃，70.00%湿度的光照培养箱下进行发芽试验。以胚根生长到种子长度的一半时为种子发芽标准，以连续 3 d 没有种子萌发为发芽结束，发芽试验期限定为 60 d。种子萌发期间，每天上午 10：00 观察，并统计种子发芽数，了解种子的萌发动态，一直持续到种子萌发结束为止。试验用 Excel 2007 和 SPSS 19.0 软件对数据进行分析。发芽率(%)=(正常发芽种子数/供试种子数)×100%；发芽势(%)=(达到高峰期时发芽种子数/供试种子数)×100%；发芽指数(I_G)=$\sum(g_t/d_t)$。g_t 指在时间 t 日内的发芽数，d_t 为相应的发芽天数。

2 结果与分析

2.1 种子形态结构特征

浙江红山茶的果实为蒴果，卵球形，内含有 3~8 粒种子[10]。种子三角状宽倒卵形或梯状倒卵形，种子的外种皮黑色或茶褐色，角质坚硬，平滑，有种脐(图 1A~F)。经测定(表 1)：浙江红山茶种子平均长度为 18.57 mm，平均宽度为 15.83 mm，平均厚度为 11.71 mm；平均长度的变异系数相对较小，而平均宽度和平均厚度的变异系数相对较大。如图 1 所示，种子由种皮、胚乳和胚组成。外种皮茶褐色，从外种皮上可以看出种脐和种孔。胚由胚芽、胚轴和胚根和子叶等 4 部分组成，子叶肥硕，可以在种子萌发过程中供应营养物质。外种皮茶褐色或黑色，且角质坚硬，高倍解剖镜下可见小脉点，内壁有毛，排成叶脉状；内种皮膜质，粗糙有短茸毛且与种胚很难剥离。种子吸胀后用解剖刀纵切，可以观察到子叶为淡黄色，油脂含量较高，胚微凸与种子同色。

表 1 浙江红山茶种子形态特征

Table 1 Seed morphological structural features of *Camellia chekiangoleosa*

性状	均值/mm	最大值/mm	最小值/mm	变异系数
长度	18.57 ± 0.05	21.44	16.73	0.005
宽度	15.83 ± 0.20	19.44	13.80	0.022
厚度	11.71 ± 0.12	13.33	8.56	0.017

说明：2013-10-22 测定。

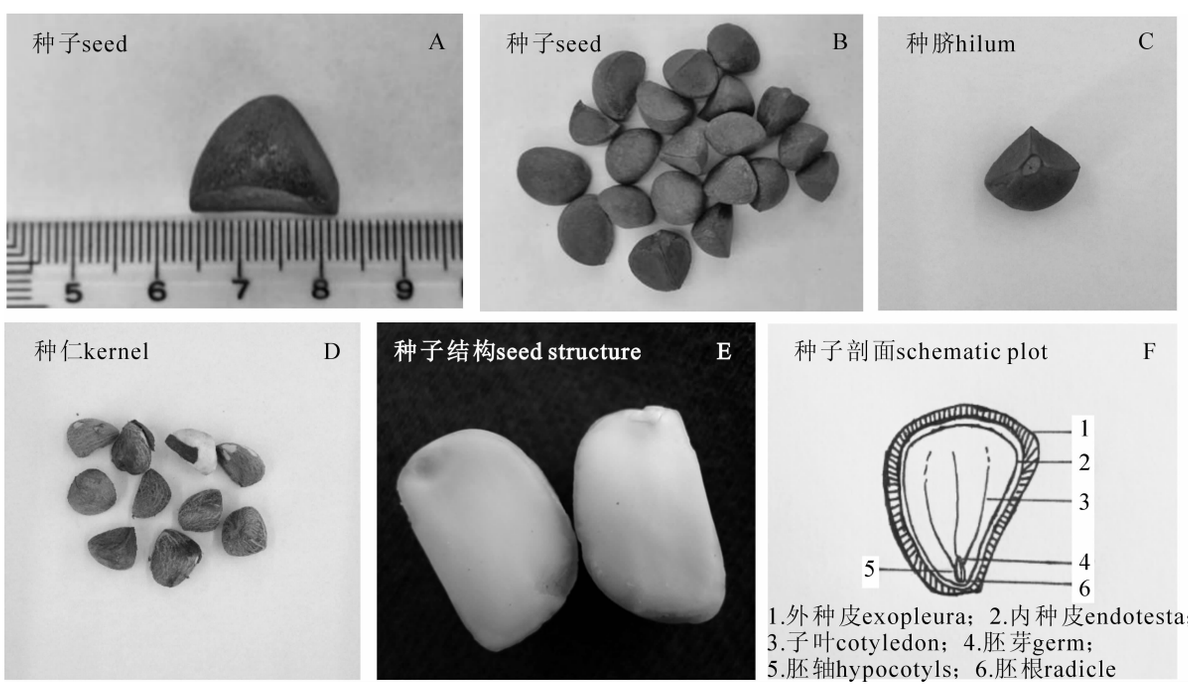

图 1 浙江红山茶种子(A~B)，种脐(C)，种仁(D)，种子结构及示意图(E~F)

Figure 1 *Camellia chekiangoleosa* seed (A–B), hilum (C), seed kernel (D), seed structure and schematic plot (E–F)

2.2　种子千粒质量

种子千粒质量可以反映种子的饱满程度，对生产中确定播种量、定量播种、准确计算出苗率具有实际意义。经测定，浙江红山茶种子的千粒质量为 1 177 g。

2.3　种子含水量

种子含水量是种子检验项目和种子质量指标之一，并且对保持种子生活力是十分重要的[11]。经测定，浙江红山茶种子含水量达 41.30%。由于浙江红山茶种子属于高含水量种子，种子的生命力受到温湿度的双重影响，如果干燥失水或者增加湿度会影响种子的质量。种子离开果实后很容易失水，在 4 ℃冰箱内密封保存可以较好地保证种子的含水量。

2.4　种子吸水率

由图 2 可以看出：3 种不同处理条件下，去除种壳种子的吸水率最高，为 3.76%。完整种子的吸水率最低，为 2.70%。可以把浙江红山茶种子吸水过程大致分为 3 个阶段：快速吸水阶段、缓慢吸水阶段和饱和阶段。0~3 h 之间为去除种壳种子和用小刀划破种壳种子的快速吸水阶段，种子吸水速度最快；3~15 h 为去除种壳种子和用小刀划破种壳种子的缓慢吸水阶段，种子的吸水率缓慢上升；15~24 h 为去除种壳种子和用小刀划破种壳种子的饱和阶段，种子的吸水性能已经达到基本饱和状态。而完整种子在 0~6 h 为快速吸水阶段，6~18 h 为缓慢吸水阶段，18~24 h 为饱和阶段。完整种子的吸水阶段时间较长且吸水速度最慢，主要在于存在角质坚硬的种壳，阻碍了种子吸收水分。去除种壳的吸水率比完整种子和用小刀划破外种皮种子的吸水率分别提高了 1.20%和 0.81%。说明种子的种壳非常坚韧致密，阻碍水分透入种子。

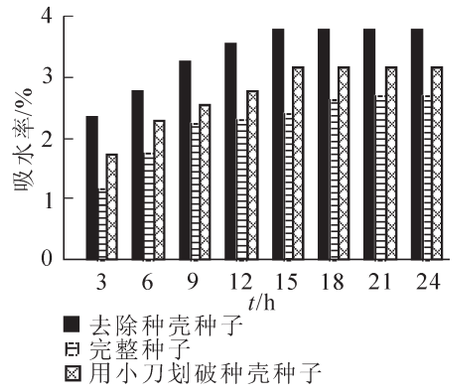

图 2　3 种不同处理条件下的浙江红山茶种子吸水性能

Figure 2　Seed of *Camellia chekiangoleosa* water absorption ability tested by 3 different treatments

2.5　种子生活力

种子活力是种子重要的品质，高活力种子具有明显的生长优势和生产潜力，因此，了解种子的生活力状况非常重要。如图 3 所示：有生活力的种子被染成深红色，对照胚均未被染色。经测定，浙江红山茶种子的生活力高达 85.00%，说明浙江红山茶的种子活力水平高，发芽潜力大。

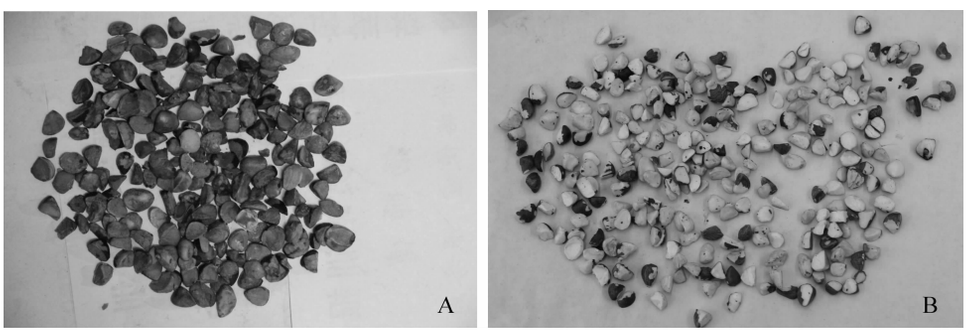

图 3　有活力胚(A)与对照胚(B)

Figure 3　Viable seed embryo (A) and control seed embryo (B)

2.6　不同浸种温度对种子萌发的影响

为确定不同浸种温度对浙江红山茶种子萌发情况的影响，对它们进行多重比较和方差分析。由表 2 可知：不同温度水处理对浙江红山茶种子萌发的影响极显著。随着浸种温度的升高，浙江红山茶种子的发芽率、发芽势和发芽指数都逐渐下降，25 ℃温水(处理 1)浸种的发芽率、发芽势和发芽指数都显著高于其他处理，种子在 65 ℃水(处理 5)中浸种 24 h 的发芽率最低，为 5.00%；在 25 ℃水中浸种 24 h 的发芽率最高，为 73.00%，比 65 ℃水处理提高了 68.00%。

表 2 不同温度水处理对浙江红山茶种子萌发的影响

Table 2 Effect of different temperatures of water on seed germination

试验号	温度/℃	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数
1	25	73.0 ± 0.404 e	56.7 ± 0.029 d	30.8 ± 1.274 d
2	35	37.0 ± 0.038 c	25.7 ± 0.023 b	7.9 ± 0.418 b
3	45	20.1 ± 0.027 b	9.7 ± 0.017 a	2.6 ± 0.358 a
4	55	14.1 ± 0.017 ab	8.0 ± 0.010 a	2.2 ± 0.339 a
5	65	5.0 ± 0.012 a	3.0 ± 0.00 a	4.1 ± 0.000 a
6	ck	54.3 ± 0.039 d	37.0 ± 0.030 c	23.2 ± 1.776 c

说明：用 SPSS 19 软件进行数据分析，同一列不同字母表示在 5%水平下差异显著。

3 结论与讨论

本试验研究表明：浙江红山茶的果实为蒴果，卵球形，内含有 3~8 粒种子。种子茶褐色，种皮角质坚硬，光滑，有种脐。种子平均长度为 18.57 mm，平均宽度为 15.83 mm，平均厚度为 11.71 mm，千粒质量为 1 177 g，种子含水量为 41.30%。浙江红山茶种子由外种皮、内种皮、胚芽、胚轴、胚根和子叶等组成，子叶肥硕，有利于在种子萌发过程中提供能量。外种壳的厚度相对较小，但是比较坚硬，去除种壳种子的吸水率优于完整种子和用小刀划破种壳种子，可见，浙江红山茶坚硬致密的种壳可能会对种子造成机械束缚，导致种子透气性和透水性较差，阻碍种子吸水。浙江红山茶种子为油料种子，含油较高，这也是阻碍种子吸水的一个原因。

种子休眠的原因主要有 3 种：外源休眠、内源休眠和综合性休眠，包括物理透性、发芽抑制物和未完成生理后熟等[12]。通过对浙江红山茶进行不同水温浸种，结果表明：浙江红山茶的发芽率、发芽势、发芽指数等在不同温水浸种间的差异显著，说明浙江红山茶种子具有休眠习性，以外源休眠和综合性休眠为主。温水处理有利于普通油茶种子解除休眠，促进种子萌发，提高发芽率，但是高温浸种会对种子产生危害[13]。浙江红山茶种子发芽的最佳浸种温度是 25 ℃，推测 25 ℃水浸种使种子内部物质发生有利于促进萌发的变化，而温度逐渐升高会使种子内部的生理活性物质——酶失去活性。试验结果与杨成利等[14]报道的耐冬山茶的发芽特性研究效果相一致，但是耐冬山茶萌发率较高，可能由于种子内含物的不同或者种子休眠习性的不同所造成的，其原因有待以后进一步研究。

4 参考文献

[1] 鲁仪增. 浙江红山茶的分类地位商榷[J]. 北方园艺，2010(2)：235 – 237.
LU Yizeng. Discussion on the taxonomic status of *Camellia chekiangoleosa* [J]. *Northem Hortic*, 2010(2): 235 – 237.

[2] 王好好，李建群. 浙江红山茶观赏特性分析及油用价值评价[J]. 安徽农学通报，2011，**17**(12)：56 – 57.
WANG Haohao, LI Jianqun. Ornamental character analyses and the evaluation of oil on Camellia chekiangoleosa [J]. *Anhui Agric Sci Bull*, 2011, **17**(12): 56 – 57.

[3] 杨志玲，李纪元，范正琪. 山茶属红山茶组物种间及其与品种杂交亲和性研究初报[J]. 林业科学研究.2004，**17**(5)：680 – 684.
YANG Zhiling, LI Jiyuan, FAN Zhengqi. A preliminary study on the cross-compatibility among Sect. *Camellia* species and *C. japonica* cultivars in the genus *Camellia* [J]. *For Res*, 2004, **17**(5): 680 – 684.

[4] 韦福民，张方钢，陈子林. 大盘山自然保护区珍稀濒危植物现状及其保护策略[J]. 浙江林业科技，2007，**27**(3)：69 – 74.
WEI Fuming, ZHANG Fanggang, CHEN Ziling. Current situation and protection measures of rear and endangered plants in Dapanshan Nature Reserve [J]. *J Zhejiang For Sci Technol*, 2007, **27**(3): 69 – 74.

[5] 薛海兵，李玉善. 亚热带北缘浙江红花油茶和腾冲红花油茶引种成功[J]. 陕西林业科技，1996(4)：53 – 54.
XUE Haibing, LI Yushan. *Camellia chekiangoleosa* and *Camellia reticulata* were successful introducted in subtropical northern margin [J]. *J Shaanxi For Sci Technol*, 1996(4): 53 – 54.

[6] 高长宝. 不同基质对浙江红山茶扦插繁殖的影响[J]. 中国林副特产，2012(2)：40 – 41.

GAO Changbao. The influence of media on cutting propagation of *Camellia chekiangoleosa* [J]. *For By-Prod Spec China*, 2012(2): 40 – 41.

[7] 缪诗孝. 红花油茶高产栽培技术[J]. 现代农业科技，2008(9)：37 – 40.
MIU Shixiao. High-yielding cultivation technology of *Camellia chekiangoleosa*[J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2008(9): 37 – 40.

[8] 国家质量技术监督局. GB2772–1999 林木种子检验规程[S]. 北京：中国标准出版社，2002：60 – 62.

[9] 国际种子检验协会(ISTA). 1996 国际种子检验规程[S]. 农业部全国农作物种子质量监督检测中心，浙江大学种子科学中心，译. 北京：中国农业出版社，1999.

[10] 任宪威，朱伟成. 中国林木种实解剖图谱[M]. 北京：中国林业出版社，2007：240.

[11] 颜启传. 种子学[M]. 北京：中国农业出版社，2001：470 – 471.

[12] 管康林. 种子生理生态学[M]. 北京：中国农业出版社，2008：218 – 220.

[13] 袁军，谭晓峰，罗健，等. 不同处理措施对普通油茶种子萌发的影响[J]. 中国种业，2009(9)：23 – 25.
YUAN Jun, TAN Xiaofeng, LUO Jian, *et al*. Effect of different treatment measures for common *Camellia oleifera* seed germination [J]. *China Seed Ind*, 2009(9): 23 – 25.

[14] 杨成利，史效玉，马春花，等. 耐冬山茶种子萌发特性研究[J]. 山东林业科技，2011(4)：63 – 66.
YANG Chengli, SHI Xiaoyu, MA Chunhua, *et al*. Study on germination characteristics of *Camellia japonica* seeds [J]. *J Shandong For Sci Technol*, 2011(4)：63 – 66.

普通高等教育“十二五”规划教材

《山地森林生态采运理论与实践》出版

《山地森林生态采运理论与实践》是一部学术专著性教材，周新年教授著，中国林业出版社出版。周教授从事山地森林生态采运科研、教学和工程实践 40 多年，发表了数百篇学术论文。该教材就是周教授将积累的丰富研究经验与大量的国内外资料基础上，进行认真分析、归纳、探索、提炼与升华而成的成果。

《山地森林生态采运理论与实践》适用于林业工程、林学、生态学、风景园林学、生物学、地理学、农林经济管理、机械工程、交通运输工程、土木工程、环境科学与工程等学科的高等院校本科生与硕(博)士研究生在相关课程使用，也可供相关学科的科研、工程设计和管理人员参考。