

文章编号:1001—7380(2020)06—0037—05

星天牛对寄主树种的选择性行为研究

徐丽丽,解春霞*,郑华英,刘云鹏,高悦

(江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

摘要:为明确星天牛对寄主植物的选择偏好,该文对近年来在长三角城市推广种植的栎属、槭属的8个树(品)种和薄壳山核桃,以及受星天牛危害较为严重的垂柳和苦楝进行星天牛取食和产卵选择性试验。结果表明,星天牛在不同寄主上的取食面积、取食痕迹数量和产卵数量均存在显著差异。星天牛最喜取食寄主为糖槭,其次为红枫和苦楝;星天牛最喜产卵寄主为垂柳、苦楝,其次为糖槭、红枫,金叶复叶槭上未观察到产卵。星天牛取食与产卵的寄主选择趋性存在差别。建议在相关外来树种引种栽培时,应减少其喜食树种和喜产卵树种的搭配种植,以减轻星天牛危害。

关键词:星天牛;树种;引进;寄主;产卵;选择

中图分类号:Q969.511.3;S433.5;S763.38

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2020.06.008

Research on host selection behavior of *Anoplophora chinensis*

Xu Lili, Xie Chunxia*, Zheng Huaying, Liu Yunpeng, Gao Yue

(Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China)

Abstract: To investigate the host selection of *Anoplophora chinensis* (CLB) to the plant species which have been largely introduced on Yangtze River Delta, *Carya illinoensis*, *Acer* sp., 8 tress species (varieties) of *Quercus* sp., and such indigenous species as *Salix babylonica* and *Melia azedarach* often damaged by CLB, were selected to determine the feeding and oviposition preference of CLB. The result was as follows: feeding area, feeding traces and oviposition number of CLB had significant difference among different host plants. The CLB adults preferred to feed on *Acer saccharum*, and next on *A. palmatum* and *M. azedarach* while females preferred oviposition on *S. babylonica* and *M. azedarach*, next on *Acer saccharum* and *A. palmatum*, but no eggs observed on *A. negundo* 'Aurea'. It was concluded that CLB's feeding host selection was not consistent with the oviposition preference behavior. So in order to diminish the damage of CLB, when in exotic tree species introduction, the mixed stands CLB adults prefer to feed on and to lay egg on should be avoided.

Key words: *Anoplophora chinensis*; Tree species; Introduction; Host; Oviposition; Choice

星天牛(*Anoplophora chinensis*)属鞘翅目(Coleoptera)天牛科(Cerambycidae)沟胫天牛亚科(Lamiinae)昆虫,原产于亚洲(中国、日本、韩国),现分布区包括中国、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、越南、韩国、日本、克罗地亚、意大利、法国等国^[1-3]。星天牛是国际上重要的林木钻蛀性害虫,主要蛀食寄主枝干和根的木质部,使树木生长不良,易被吹折或

终至枯死,现已被欧洲植保组织列为重要检疫对象。其寄主十分广泛,包括杨属(*Populus*)、柳属(*Salix*)、榆属(*Ulmus*)、栎属(*Quercus*)、槭属(*Acer*)、七叶树属(*Aesculus*)、桦木属(*Betula*)、榛属(*Corylus*)等属的树木^[4-5]。

近年来,浙江、江苏等地相继大量发展彩叶树种,彩叶树种在长三角城市园林绿化、林相结构调

收稿日期:2020-10-10;修回日期:2020-11-12

基金项目:创新能力建设计划(科技设施类)——省属公益类科研院所自主科研经费“江苏省林业科学研究院自主科研项目”(BM2018022)

作者简介:徐丽丽(1991-),女,浙江台州人,硕士。主要研究方向:森林保护学。E-mail: jiangfeimeng@126.com。

* **通信作者:**解春霞(1972-),女,山西夏县人,研究员,硕士。主要从事森林保护研究工作。E-mail: xchx1996@aliyun.com。
Tel:13851538884。

整、经济资源开发中的应用与发展进入了一个崭新的时期^[6-7]。但在彩叶树种培育应用过程中,天牛类害虫的发生和危害日益加重。薄壳山核桃(*Carya illinoensis*)、栎属、槭属等彩叶树种的天牛类(Cerambycidae)蛀干害虫发生较为严重,以星天牛为主^[8-10]。有报道显示星天牛在欧洲优先选择危害槭属植物,包括本土树种和外来树种^[3]。黄咏槐等进行了星天牛对华南地区 21 种寄主植物的选择试验,发现其喜在苦楝(*Melia azedarach*)上取食,在砂糖橘(*Citrus reticulata*)、柠檬(*C. limon*)和金桔(*Fortunella margarita*)上取食并产卵,在小叶紫薇(*Lagerstroemia indica*)上产卵^[11]。Peverieri 选取了 12 个寄主植物进行试验,发现星天牛对槭属的复叶槭(*Acer negundo*)和栓皮槭(*A. campestre*)有明显的取食选择趋性,但在产卵选择上却没有明显的差异^[12]。以上研究都是对当地常见树种进行研究,但星天牛对外来引种的寄主树种与本土寄主树种的选择研究并未见报道。本次试验选取近几年在江苏省推广种植的栎属、槭属的几个树(品)种和薄壳山核桃,以及受星天牛危害较为严重的乡土树种垂柳(*Salix babylonica*)和苦楝来进行星天牛选择性试验,以期明确星天牛对这几个树(品)种的取食选择性和产卵趋向性,为园林绿化、林相结构调整时选择树种提供参考。

1 材料和方法

1.1 供试寄主

试验寄主选取 1 年生新鲜枝条,采集自江苏省林业科学研究院内,寄主树(品)种包括金叶复叶槭(*Acer negundo* ‘Aurea’)、红枫(*A. palmatum*)、糖槭(*A. saccharum* Marsh)、黑栎(*Quercus velutina*)、柳叶栎(*Q. phellos*)、舒马栎(*Q. shumardii*)、纳塔栎(*Q. nuttallii*)、红槲栎(*Q. rubra*)、薄壳山核桃、苦楝、垂柳等 11 个树(品)种。所采集的寄主树体健康无病虫害危害。

1.2 供试天牛

试验所用的星天牛成虫为 2019 年 6 月新羽化的成虫,人工捕捉于江苏省南京市东善桥林场,采集后使用 95 杨 1 年生嫩枝喂食,每头天牛分开饲养。

1.3 试验方法

1.3.1 星天牛对不同寄主的取食选择试验 制作规格为 150 cm×150 cm×150 cm 的养虫笼,选择供

试寄主的 1 年生新鲜枝条各 5 根,插入水培容器中,随机排布于养虫笼内,投放星天牛雌雄成虫各 6 头,任其危害取食,共设重复 5 个。24 h 后使用油纸拓取各枝条上天牛的取食面积,记录取食痕迹数量,并用扫描仪扫描图片后,使用 image J 进行面积识别、计算,未取食枝条面积记为 0。为消除 5 个重复中天牛取食量的差异,进行寄主相对被取食面积换算,某一树种相对被取食面积(%)=(某一树种被取食面积总和/所有寄主被取食总面积)×100。

1.3.2 星天牛对不同寄主的产卵选择试验

(1)星天牛对水培条件下的寄主产卵选择。由于星天牛在粗 3 cm 的枝条上即可完成世代发育^[13],因此本次试验选取直径大于 3 cm,长度接近 50 cm 的供试寄主新鲜枝条各 5 根(各寄主直径、长度见表 1),插于水培容器中,随机置于规格为 150 cm×150 cm×150 cm 的养虫笼内,放入星天牛雌成虫 12 头,雄成虫 6 头,每 2 d 换水 1 次。30 d 后,进行枝干解剖,记录卵、幼虫数量。产卵率(%)=(产卵枝条数量/供试寄主数量)×100,孵化率(%)=(幼虫数量/产卵数量)×100。

表 1 星天牛产卵试验寄主直径和长度

寄主	直径/cm	长/cm
金叶复叶槭	3.14±0.06	65.40±6.27
糖槭	3.88±0.85	56.09±4.82
红枫	3.46±0.34	60.89±8.97
黑栎	3.72±0.32	63.74±15.13
红槲栎	3.80±0.61	57.28±7.63
柳叶栎	3.37±0.26	68.53±2.11
舒马栎	3.39±0.33	58.20±3.03
纳塔栎	3.45±0.46	60.608±8.64
垂柳	3.67±0.88	57.94±6.59
薄壳山核桃	3.53±0.36	54.35±4.60
苦楝	3.69±0.28	56.24±8.41

(2)星天牛对直接置于室内寄主的产卵选择。选取直径 4 cm、长 1.2 m 的每树种枝条各 1 根,直接置于 2 m×4 m×3 m 的养虫室内,放入星天牛雌成虫 10 头,雄成虫 5 头。计算孵化率。30 d 后,进行枝干解剖,记录卵及幼虫数量。

2 结果与分析

2.1 星天牛对不同寄主的取食选择结果比较

星天牛对 11 个寄主树(品)种进行取食选择时,在其上留下取食痕迹的数量之间存在显著差异

($F_{(10, 44)} = 3.849, P = 0.001\ 0$)。从图 1 中可以发现,红枫、金叶复叶槭、糖槭、苦楝、黑栎、柳叶栎上的星天牛取食痕迹数量较多。红榉栎、垂柳、纳塔栎和薄壳山核桃上星天牛留下取食痕迹的数量显著小于红枫,垂柳和纳塔栎上取食痕迹数量显著小于除薄壳山核桃和红榉栎外的其他 7 个树(品)种。

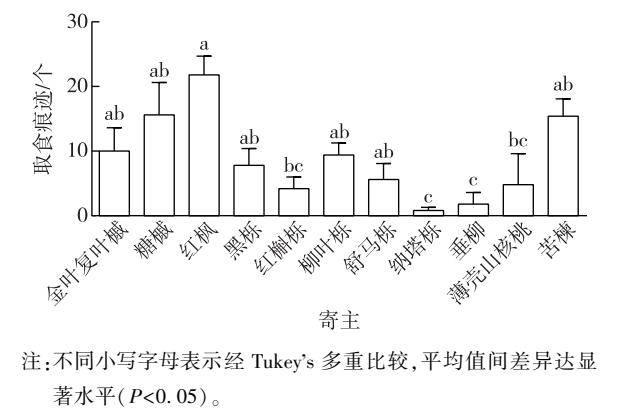


图 1 星天牛对不同寄主的取食痕迹数量

经方差分析发现,星天牛对供试的 11 个寄主的取食相对面积存在极显著差异 ($F_{(10, 44)} = 10.96, P < 0.000\ 1$)。取食相对面积的大小为:糖槭>红枫,苦楝>黑栎、金叶复叶槭,柳叶栎、舒马栎、红榉栎>纳塔栎、垂柳、薄壳山核桃(见图 2)。糖槭为其最喜寄主,其次为红枫和苦楝,再次为黑栎和金叶复叶槭,基本不取食红榉栎、垂柳、纳塔栎和薄壳山核桃。比较研究还发现,星天牛留下取食痕迹数量较少的寄主被取食相对面积同样较小。

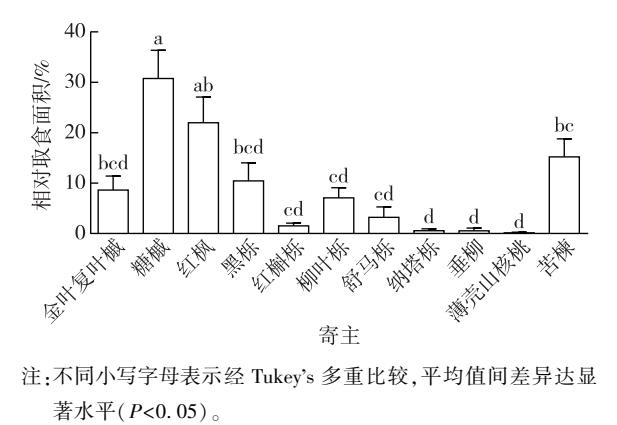


图 2 星天牛对不同寄主的相对取食面积

2.2 星天牛对不同寄主的产卵选择结果比较

2.2.1 星天牛对水培条件下寄主的产卵选择结果比较

星天牛对本次试验选取的 11 种寄主的产卵选择情况如表 2 所示,其中在糖槭、垂柳、苦楝、红枫

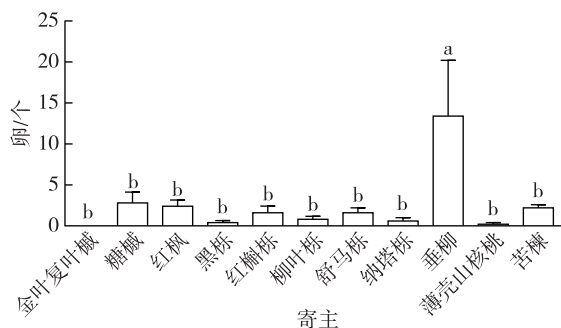
4 个树种的 5 根枝条上均有产卵,在金叶复叶槭上未见产卵,在黑栎、舒马栎和薄壳山核桃上的孵化率最高。在各寄主上的产卵数量存在极显著差异 ($F_{(10, 44)} = 3.142, P = 0.004\ 1$),由图 3 可知,垂柳上的产卵数量显著大于其他 10 种寄主。星天牛的在各寄主上的产卵数量:垂柳>糖槭>红枫>苦楝>红榉栎>舒马栎>柳叶栎>纳塔栎>黑栎>薄壳山核桃>金叶复叶槭。星天牛在供试寄主上的产卵孵化率不存在显著差异 ($F_{(8, 26)} = 0.443\ 2, P = 0.883\ 8$)。综上可知,垂柳为其最喜产卵寄主,糖槭、苦楝、红枫次之,最末为金叶复叶槭。

表 2 星天牛在水培条件下的不同寄主上的产卵情况		
树种	产卵率/%	孵化率(平均值±标准误)/%
金叶复叶槭	0	—
糖槭	100	77.5±25.6
红枫	100	80.0±44.7
黑栎	40	100.0±0.0
红榉栎	40	75.0±35.4
柳叶栎	80	75.0±50.0
舒马栎	80	100.0±0.0
纳塔栎	40	83.3±23.6
垂柳	100	77.5±15.0
薄壳山核桃	20	100.0±0.0
苦楝	100	93.3±14.9

2.2.2 星天牛对室内直接放置寄主的产卵选择结果比较

从表 3 可知,星天牛在室内直接放置枝条上的产卵数量上苦楝>垂柳>糖槭>红枫>舒马栎>薄壳山核桃>柳叶栎、黑栎>红榉栎、纳塔栎、金叶复叶槭。相较于水培条件下的寄主选择试验,垂柳不再明显作为产卵优先选择的寄主,其他寄主选择的喜好基本不变,金叶复叶槭上同样未观察到天牛卵。

表 3 星天牛在不同寄主室内直接放置情况下的产卵选择情况			
寄主	卵	幼虫	孵化率%
金叶复叶槭	0	0	—
糖槭	12	9	75
红枫	10	6	60
黑栎	1	1	100
红榉栎	0	0	—
柳叶栎	1	1	100
舒马栎	5	5	100
纳塔栎	0	0	—
垂柳	25	23	92
薄壳山核桃	3	3	100
苦楝	27	24	88.9



注:不同小写字母表示经 Tukey's 多重比较,平均值间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

图 3 星天牛在不同寄主上的产卵数量

3 结论与讨论

星天牛在取食过程中对寄主有明显的选择趋性。本研究发现,糖槭为星天牛最喜取食树种,这与以往人们的研究结果相类似。如 Hérard 等及 Peverieri 等研究发现星天牛优先选择槭属植物进行危害^[3, 12]。糖槭是 3 大木本糖料植物之一,含糖量丰富。在对光肩星天牛取食行为的研究中发现,该天牛对于含糖量大的树种,取食量明显大于其他树种^[14],与本次试验的结果类似。星天牛的取食选择可能与寄主植物含糖量相关。

综合水培和室内直接放置试验结果,苦楝和垂柳是星天牛最喜产卵选择寄主,糖槭、红枫次之,最末为金叶复叶槭。非水培情况下,星天牛在垂柳上的产卵数量不再高于苦楝。有研究表明,天牛幼虫分布与寄主含水率成正相关^[15-16]。本试验发现在供试寄主中仅垂柳在水培瓶中长出根系,枝干含水率较高,因此在水培试验里星天牛在垂柳上的产卵数量显著高于苦楝,而在非水培情况下垂柳的优势并不明显。由此可见,寄主含水率对星天牛的产卵选择具有一定的影响。

试验中星天牛在金叶复叶槭的取食面积上小于糖槭、红枫和苦楝,且在金叶复叶槭上未观察到星天牛产卵。张凤娟等、朱宁等的研究显示,复叶槭的挥发性气味对星天牛具有很好的诱集作用,与本次研究结果略有出入^[17-18]。这可能是由于同一树种的不同品种之间抗虫性存在显著差异^[19-20]。在孙萍的研究中,青杨天牛对不同杨树品系的危害率有很大差异,各品系被危害率与其体内糖类、单宁、酚酸、氨基酸等内含物以及挥发性物质中萜类、酮类的含量显著相关^[21]。本次试验中选取的金叶

复叶槭可能具有一定的抗虫性,枝叶上的挥发性物质、内含物对星天牛的吸引力较小。

星天牛喜食树种为糖槭、红枫,喜产卵树种为垂柳、苦楝。可见,星天牛取食与产卵的寄主选择趋性上存在差别。在相关树种引种栽培的过程中,若周边存在槭属植物,可能会吸引较远距离的星天牛前来取食,补充营养后选择周边垂柳、苦楝等乡土树种进行产卵,孵化的幼虫取食危害树体。因此应考虑合理的树种配置,减少喜食树种和喜产卵树种的搭配种植,并采取科学的营林和病虫害防控措施,以减轻星天牛的危害。

参考文献:

- [1] 魏建荣,赵文霞,张永安.星天牛研究进展[J].植物检疫,2011,25:81-85.
- [2] 殷玉生.欧盟对星天牛的检疫法规[J].中国检验检疫,2006(3):41.
- [3] HÉRARD F, CIAMPITTI M, MASPERO M, et al. *Anoplophora* species in Europe: Infestations and management processes[J]. EPPO Bulletin, 2006, 36(3): 470-474.
- [4] 萧刚柔.中国森林昆虫[M].北京:中国林业出版社,1992: 454-455.
- [5] PEVERIERI G S, BERTINI G, FURLAN P, et al. *Anoplophora chinensis* (Forster) (Coleoptera Cerambycidae) in the outbreak site in Rome (Italy): experiences in dating exit holes[J]. Journal of Zoology, 2012, XCV: 89-92.
- [6] 李冬林,王宝松.江苏槭属植物资源的分布与应用研究[J].江苏林业科技,2004,31(2): 6-8,15.
- [7] 曹国华,徐 钊.江苏省 2017 年珍贵彩色树种造林现状分析[J].防护林科技,2018,181(10): 76-77.
- [8] 储晓燕.薄壳山核桃果用林星天牛危害情况调查及防治试验[J].现代农业科技,2019(15): 106-107.
- [9] 张建平,王晓奇,李 波,等.汉中市红枫星天牛成虫发生峰期与气温关系的研究[J].陕西农业科学,2017,63(3): 45-46.
- [10] 王素丽,孙新杰.噻虫啉防治复叶槭星天牛效果试验[J].吉林农业,2019(17): 61.
- [11] 黄咏槐,黄华毅,钱明惠,等.星天牛寄主选择研究[J].环境昆虫学报,2019,41(2): 323-328.
- [12] PEVERIERI G S, ROVERSI P F. Feeding and oviposition of *Anoplophora chinensis* on ornamental and forest trees[J]. Phytoparasitica, 2010, 38(5): 421-428.
- [13] ADACHI I. Development and life cycle of *Anoplophora malasiaca* (Thomson) (Coleoptera: Cerambycidae) on *Citrus* trees under fluctuating and constant temperature regimes[J]. Applied Entomology and Zoology, 1994, 29(4): 485-497.
- [14] 王紫薇.光肩星天牛对海防林中五种植物寄主选择的行为研究[D].杭州:浙江农林大学,2016.
- [15] 王晓艳.红腹柄天牛危害与寄主树种的关系[J].福建林业科技,2013,40(3): 31-34.

- [16] 唐艳龙,杨忠岐,姜 静,等.栗山天牛的分布规律[C]//第二届中国林业学术大会.S6 森林昆虫与自然调控论文集.2009.
- [17] 张凤娟,金幼菊,陈华君,等.光肩星天牛对4种不同械树科寄主植物的选择机制[J].生态学报,2006,26(3):870-877.
- [18] 朱 宁,张冬勇,吴利平,等.聚集信息素和寄主植物挥发物对光肩星天牛和星天牛的引诱作用[J].昆虫学报,2017,60(4):421-430.
- [19] 孙丽艳,韩一凡,周银连,等.对云斑白条天牛具有不同抗性的杨树品种中挥发物成分的研究[J].林业科学研究,2002,15(5):570-574.
- [20] 曹川健,时新宁,刘永军.杨树品种对光肩星天牛抗性多指标综合排序的研究[J].内蒙古林业科技,2005(4):17-20.
- [21] 孙 萍.黑龙江省不同杨树品种(系)抗虫机理与青杨天牛危害的关系[D].哈尔滨:东北林业大学,2008.

(上接第33页)

- [15] YANG W D, WANG Y Y, ZHAO F L, et al. Variation in copper and zinc tolerance and accumulation in 12 willow clones: implications for phytoextraction [J]. Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology), 2014, 15(9): 788-800.
- [16] FAHR M, LAPLAZE L, BENDAOU N, et al. Effect of lead on root growth[J]. Frontiers in Plant Science, 2013, 175(4):1-7.
- [17] SAMARDAKIEWICZ S, KRZESLOWSKA M, BILSKI H, et al. Is callose a barrier for lead ions entering Lemna minor L. root cells? [J]. Protoplasma, 2012, 249(2):347-351.
- [18] LEITENMAIER B, KUPPER H. Compartmentation and complexation of metals in hyper-accumulator plants[J]. Frontiers in Plant Science, 2013, 374(4):1-13.
- [19] 房 娟.柳树对铅污染的生理、生长响应及吸收特性[D].南京:南京林业大学,2011.
- [20] 施 翔,陈益泰,王树凤,等.废弃尾矿库15种植物对重金属Pb、Zn的积累和养分吸收[J].环境科学,2012,33(6):2021-2027.
- [21] LUX A, MARTINKA M, VACULIK M, et al. Root responses to cadmium in the rhizosphere: a review[J]. Journal of Experimental Botany, 2011, 62(1):21-37.
- [22] LEI M, ZHANG Y, KHAN S, et al. Pollution, fractionation, and mobility of Pb, Cd, Cu, and Zn in garden and paddy soils from a Pb/Zn mining area [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2010, 168(1):215-222.

(上接第36页)

- [13] 张根柱,姜惠铁,杨曙方,等.蓝莓砧木与品种嫁接成活率试验初报[J].落叶果树,2017,49(3):10-13.
- [14] 彭佳龙,郑永祥,史小华.油茶高接换冠嫁接成活率影响试验[J].浙江林业科技,2012,32(2):57-59.
- [15] 吴连海,颜福花,姜根平,等.香榧实生大苗嫁接技术试验[J].浙江林业科技,2013,33(2):67-70.
- [16] 傅子照,庄卫东,林文忠,等.不同嫁接处理对油茶高接茶花接穗生长的影响[J].江西农业学报,2009,21(7):87-88.

· 征订启事 ·

欢迎订阅 2021 年度《江苏林业科技》

《江苏林业科技》为国内外公开发行的综合性林业科学技术刊物。1974 年创刊。为《中国学术期刊(网络版)》入编期刊、全国优秀期刊、江苏省优秀期刊、全国优秀农业期刊、华东地区优秀期刊。加入“万方数据——数字化期刊群”和中国期刊网等。

《江苏林业科技》主要刊登良种选育、育苗造林、园林绿化、林副特产、森林经营、森林保护、调查设计、野生动物等方面的学术论文、科研报告、经验总结,以及林业新成果、新技术,有较强的指导性、技术性、实用性,是林业科研、教学工作者、管理部门及广大林业生产者不可少的参考资料。欢迎订阅,欢迎投稿,欢迎刊登广告,宣传产品等。

《江苏林业科技》为双月刊,大16开本,国内外公开发行。国内统一刊号:CN 32-1236/S,国际标准刊号:ISSN 1001-7380,每期定价15.00元,全年订费90.00元。全年办理订阅手续,需订阅者请到当地邮局订阅或将订款汇至南京市江宁区东善桥江苏省林业科学研究院本刊编辑部,邮政编码211153。电话(025)52745438,83602820,83602060。由银行或邮局汇寄均可。开户银行:南京市农业银行金鹰支行,户名:江苏省林业科学研究院,帐号:10105101040000010。邮发代号:28-303。