

## 山东省杜梨古树资源调查与保护利用

张林<sup>1</sup>, 程甜甜<sup>1</sup>, 王峰<sup>1</sup>, 孙忠奎<sup>2</sup>, 乔谦<sup>3</sup>

(1. 泰安市泰山林业科学研究院, 山东泰安 271000; 2. 泰安时代园林科技开发有限公司, 山东泰安 271000; 3. 山东省果树研究所, 山东泰安 271000)

**摘要** 为了查清山东省杜梨古树资源状况, 采用资料收集和现场调查的方法, 对山东省内杜梨古树的数量、分布、生长现状等进行了调查。结果表明: 山东省现存杜梨古树 37 株, 其中一级古树有 3 株, 二级古树 5 株, 三级古树 29 株, 树龄最大的达 900 年。杜梨古树多人为栽植, 零星分布, 主要分布在鲁西南、鲁西北的平原地带和地势较为平坦的胶东丘陵区, 涉及全省 10 个地市, 25 个县、区。目前山东省杜梨古树整体生长状况不容乐观, 16 株古树遭受不同程度的病虫害, 2 株死亡, 3 株被砍伐。建议在今后古树保护中加强宣传、落实杜梨古树挂牌保护和管护责任制工作、针对性制订杜梨古树保护措施和科学利用杜梨古树资源。

**关键词** 杜梨; 古树; 种质资源; 山东省

中图分类号 S 788 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)10-0115-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.10.030



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Investigation, Protection and Utilization of Ancient Tree Resources of *Pyrus betulaefolia* in Shandong Province

ZHANG Lin, CHENG Tian-tian, WANG Feng et al (Taishan Forestry Science Institute, Taian, Shandong 271000)

**Abstract** In order to find out the resource status of ancient trees resources of *Pyrus betulaefolia* in Shandong Province, the quantity, distribution and growth status of ancient trees resources of *Pyrus betulaefolia* were investigated by means of date collection and on-site supplementary investigation. 37 *Pyrus betulaefolia* ancient trees were found in Shandong Province. Among them, 3 first-class ancient trees, 5 second-class ancient trees and 29 third-class ancient trees, with the oldest trees are 900 years old. Ancient trees of *Pyrus betulaefolia* are mostly planted by people and have the characteristics of sporadic distribution. It was mainly distributed in the plain of southwest and northwest of Shandong Province and the relatively flat Jiaodong hilly region, covering 10 prefectures and cities, 25 counties and districts of the whole province. Currently *Pyrus betulaefolia* ancient trees overall growth situation is not optimistic in Shandong Province, 16 old trees suffered varying degrees of plant diseases and insect pests, 2 died and 3 were felled. It is suggested that in the future, we should strengthen publicity, implement the listing protection and management responsibility system, formulate protection measures and make scientific use of ancient trees.

**Key words** *Pyrus betulaefolia*; Ancient trees; Germplasm resources; Shandong Province

杜梨(*Pyrus betulaefolia*)又名棠梨、海棠梨、野梨子、土梨,为蔷薇科梨属落叶乔木<sup>[1]</sup>,枝常有刺,春季满树白花,洁白靓丽,树形优美,覆盖度高,可用作街道庭院及公园绿化<sup>[2]</sup>。杜梨具有抗寒、耐干旱瘠薄的特性,嫁接亲和力好,常用于梨栽培品种的砧木<sup>[3-4]</sup>;且其对土壤要求不严,能耐 0.36% 以下的盐碱<sup>[4-5]</sup>,基于此特性常用作盐碱地绿化树种,以及防护林、水土保持林树种<sup>[6]</sup>。杜梨木也是良好的用材树种,其木纤维排列整齐,硬度适中,耐用性好,不易翘曲变形,抗腐蚀性低,木质细腻,横竖纹理差别不大,常用于制作高档硬木家具或大件雕塑。杜梨还是重要的中药原料,果可消食止痢,枝、叶治霍乱及吐泻不止,树皮煎水治疗皮肤溃瘍<sup>[7-8]</sup>。

杜梨抗性且分布范围较广,从东北南部至长江中下游均有栽培,主要分布于华北、西北等地区,多生于平原或山坡阳处,海拔 50~1 800 m 不等<sup>[2,9-10]</sup>。山东作为杜梨的主要分布区与栽培区,境内留存有大量杜梨古树,据记载,树龄最长者达 900 年以上,但至今未有完整的杜梨古树资源调查与统计。因此,为摸清山东省杜梨古树的数量、分布与生存状况,课题组对山东省杜梨古树资源的数量、分布位置、生存现状和生长危害因素进行调查分析,提出杜梨古树资源的保护利用对策,以为山东省杜梨古树资源的保护和利用提供有价

值的参考。

#### 1 区域概况和方法

**1.1 调查区域** 调查区域为山东省全境, 114° 47.5' ~ 122° 42.3'E, 34° 22.9' ~ 38° 24.01'N。山东地势表现为中部山地突起,西南、西北低洼平坦,东部缓丘起伏,地形以山地丘陵为主,东部沿海地区为半岛,因此山东又被称为山东半岛,西部北部以平原为主,中部多山地丘陵;其中平原面积占山东省面积的 65.56%,丘陵面积占 15.39%,山地面积占 14.59%,台地面积占 4.46%。山东的气候属暖温带季风气候类型,具有降水集中,雨热同季,春秋短暂,冬夏较长的气候特点;年平均气温 11~14 °C,其中东西温差大于南北;全年无霜期由东北沿海向西南递增,在 180~220 d;年平均降水量为 550~950 mm,呈现由东南向西北递减的趋势。

**1.2 调查方法** 该研究以查阅资料和实地走访调查相结合,对山东省境内的杜梨古树的数量、分布与生存状况进行全面调查。调查前期以山东省历年古树调查资料为基础,结合《山东树木志》《山东省古树名木名录》《山东古树名木志》等相关文献记载和各大网站的报道,确定调查路线;实地调查过程中采用无人机航拍拍摄树体形态及生境照片,相机拍摄近景以及枝、干、叶、果、刺等形态特征,并采集标本保存于泰安市乡土观赏树种国家林木种质资源库;采用 GPS、测高仪、皮尺和胸径尺等调查杜梨古树的经纬度、海拔、树高、冠幅和胸径;实时记录杜梨古树的生长势、生长环境以及管护措施并拍照。同时走访当地居民了解古树的来源及树龄,收集古树相关民间传说。

**基金项目** 山东省农业良种工程项目(2019LZGC009)。

**作者简介** 张林(1965—),男,山东泰安人,研究员,硕士,从事园林植物育种及栽培研究。

**收稿日期** 2020-08-13

## 2 调查结果与分析

**2.1 杜梨古树资源数量** 该调查共搜寻到杜梨古树 39 株(表 1,其中 2 株已死亡),分布在全省 10 个地市,25 个县、区,其中,聊城市、菏泽市数量最多,分别为 8 株和 7 株,其中在聊城市高唐县赵寨子乡丁岗村同时发现 4 株,其次是青岛市(5 株)、济宁市(4 株)、日照市(4 株)、临沂市(4 株)、济南市(3 株)、德州市(2 株)、潍坊市、滨州市各有一株,由此可见山东省杜梨古树主要分布在鲁西南、鲁西北的平原地带和地势较为平坦的胶东丘陵区(图 1),表明这些地区更加适宜杜梨的生存生长。



图 1 山东省杜梨古树分布

Fig.1 The distribution of ancient trees of *Pyrus betulaefolia* in Shandong Province

37 株存活杜梨树龄均在百年以上,均可称为古树,其中树龄最长者有 900 年之多,位于山东省济宁市汶上县南旺镇小店子一村,然而现况令人担忧,由于火烧以及虫害濒临死

亡。依据《古树名木普查技术规范》(LY/T 2738—2016)规定,树龄超过 500 年以上的定为一级古树,树龄在 300~499 年的定为二级古树,树龄在 100~299 年的树木定为三级古树<sup>[11]</sup>,此次调查存活的 37 株杜梨古树中,有一级古树 3 株,二级古树 5 株,三级古树 29 株,半数以上古树树龄在 100~200 年,所有古树均具有重要的研究价值和保存意义。

**2.2 杜梨古树生存现状** 山东省杜梨古树多为人为有意栽植,大多孤立存在,极少连片出现。通过调查发现山东省杜梨古树大多孤立分布于坟墓区,少部分位于村头、学校、沟边,据当地村民描述,这些区域曾经也多为坟墓区。这与民间“桑枣杜梨槐,不进阴阳宅”的说法相一致,杜梨具有“独离”的谐音,被认为是一种不吉利的象征,一般情况下在老坟地和荒土岗子生长的杜梨古树,大多生长茂盛、遮天蔽日,而在人为改变土地使用类型时,这些带有不吉利色彩的古树难逃被破坏、砍伐的命运。调查中生长较为旺盛的古树有 21 株,大多生长在坟头、农田、村外沟边;长势较弱的有 8 株,保护不当也存在着死亡的可能性;濒临死亡的古树有 8 株,大多存在枯枝、断梢、干腐、虫害等问题,随时具有死亡的可能;另有 2 株已经死亡,3 株已被砍伐。由此可见,杜梨古树保护工作刻不容缓。

调查到的 39 株古树中(表 1),有 16 株得到了当地政府与居民的保护,其中有 3 株处于濒临死亡状态,3 株生长一般;23 株没有被保护,其中 5 株濒临死亡状态,5 株生长一般,2 株已死亡。可见对于杜梨古树的保护在一定程度上降低了杜梨古树资源的消亡,但也反映出保护力度不够、保护意识还不足等问题,需要相关政府部门提高保护意识、加强保护力度。

表 1 山东省杜梨古树资源信息

Table 1 Resource information of ancient trees of *Pyrus betulaefolia* in Shandong Province

| 编号<br>No.     | 详细地址<br>Detailed address                   | 高度<br>Height<br>m | 海拔<br>Altitude<br>m | 树龄<br>Age<br>年 | 胸径<br>Breast<br>diameter<br>cm | 冠幅<br>Crown<br>width<br>m×m | 是否保护<br>Protected<br>or not | 生长情况<br>Growth |
|---------------|--------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| 鲁 01<br>Lu 01 | 德州市齐河县胡官屯镇董庄村<br>(116°33'09"E,36°34'56"N)  | 10.0              | 29.4                | 300            | 61.0                           | 12×11                       | 否                           | 旺盛             |
| 鲁 02<br>Lu 02 | 聊城市茌平县冯官屯林心村<br>(116°06'00"E,36°37'49"N)   | 8.0               | 30.9                | 140            | 51.5                           | 15×14                       | 否                           | 一般(部分枝干干腐)     |
| 鲁 03<br>Lu 03 | 聊城市东昌府区梁水镇孙路口村<br>(115°46'11"E,36°37'36"N) | 7.0               | 45.5                | 500            | 81.0                           | 8×10                        | 否                           | 濒死(基部分叉、雷击断梢)  |
| 鲁 04<br>Lu 04 | 聊城市高唐县赵寨子镇丁岗村<br>(116°09'38"E,36°45'13"N)  | 15.0              | 28.9                | 230            | 110.0                          | 13×7                        | 否                           | 一般(部分枝干干腐)     |
| 鲁 05<br>Lu 05 | 聊城市高唐县赵寨子镇丁岗村<br>(116°09'38"E,35°45'07"N)  | 8.0               | 30.9                | 150            | 38.0                           | 9×11                        | 否                           | 旺盛             |
| 鲁 06<br>Lu 06 | 聊城市高唐县赵寨子镇丁岗村<br>(116°09'38"E,36°45'07"N)  | 13.0              | 31.6                | 200            | 73.0                           | 12×18                       | 否                           | 旺盛(果实多)        |
| 鲁 07<br>Lu 07 | 聊城市高唐县赵寨子镇丁岗村<br>(116°09'38"E,36°45'07"N)  | 12.0              | 31.5                | 150            | 48.0                           | 10×12                       | 否                           | 旺盛(果实多)        |
| 鲁 08<br>Lu 08 | 聊城市东昌府区沙镇郭庄<br>(115°48'40"E,36°19'05"N)    | 9.0               | 37.1                | 300            | 66.0                           | 6×5                         | 否                           | 濒死(雷击断梢、干腐)    |
| 鲁 09<br>Lu 09 | 聊城市阳谷县西湖镇武海村<br>(115°44'01"E,36°07'05"N)   | 10.0              | 44.0                | 150            | 58.0                           | 7×12                        | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 10<br>Lu 10 | 济宁市汶上县南旺镇小店子一村<br>(116°23'29"E,35°34'16"N) | 11.0              | 37.3                | 900            | 94.0                           | 8×10                        | 是                           | 濒死(火烧后濒死、虫害严重) |
| 鲁 11<br>Lu 11 | 菏泽市巨野县田庄镇杨庄村<br>(116°04'08"E,35°26'36"N)   | 17.0              | 31.3                | 800            | 150.0                          | 18×20                       | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 12<br>Lu 12 | 菏泽市鄄城县随官屯晏庄<br>(115°58'44"E,35°24'33"N)    | 14.0              | 35.8                | 200            | 56.0                           | 16×14                       | 否                           | 旺盛             |

接下表

续表 1

| 编号<br>No.         | 详细地址<br>Detailed address                     | 高度<br>Height<br>m | 海拔<br>Altitude<br>m | 树龄<br>Age<br>年 | 胸径<br>Breast<br>diameter<br>cm | 冠幅<br>Crown<br>width<br>m×m | 是否保护<br>Protected<br>or not | 生长情况<br>Growth |
|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| 鲁 13<br>Lu 13     | 菏泽市巨野县马尹庄<br>(116°00'51"E, 35°25'13"N)       | 10.0              | 35.2                | 300            | 76.0                           | 20×25                       | 否                           | 旺盛             |
| 鲁 14<br>Lu 14     | 菏泽市鄆城县随官马辛庄<br>(115°58'55"E, 35°24'33"N)     | 9.0               | 35.2                | 200            | 112.0                          | 7×8                         | 否                           | 旺盛(基部分叉)       |
| 鲁 15<br>Lu 15     | 菏泽市巨野县柳林镇闫河村<br>(115°49'39"E, 35°14'22"N)    | 9.5               | 45.4                | 150            | 35.0                           | 3×15                        | 否                           | 濒死             |
| 鲁 16-1<br>Lu 16-1 | 菏泽市单县茶堂镇管庄<br>(116°14'49"E, 34°39'00"N)      | 9.4               | 41.6                | 250            | 55.0                           | 4×5                         | 否                           | 濒死(雷击断梢)       |
| 鲁 16-2<br>Lu 16-2 | 菏泽市成武县东李庄村<br>(115°57'19"E, 34°52'04"N)      | 18.0              | 112.0               | 130            | 61.0                           | 15×16                       | 否                           | 一般             |
| 鲁 17<br>Lu 17     | 济宁市金乡县仇寺村<br>(116°23'08"E, 35°11'28"N)       | 9.0               | 37.4                | 300            | 68.0                           | 6×7                         | 是                           | 一般             |
| 鲁 18<br>Lu 18     | 济宁市鱼台县清河县刘楼村<br>(116°29'53"E, 35°05'20"N)    | 12.0              | 34.4                | 110            | 81.0                           | 9×10                        | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 20<br>Lu 20     | 济宁市微山县昭阳街道南庄村<br>(117°07'31"E, 34°46'05"N)   | 10.0              | 33.3                | 210            | 65.0                           | 12×11                       | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 21<br>Lu 21     | 临沂市费县梁邱镇季作村<br>(117°42'44"E, 35°06'53"N)     | 7.5               | 100.1               | 150            | 56.0                           | 3×12                        | 是                           | 濒死(干腐)         |
| 鲁 22<br>Lu 22     | 临沂市费县胡阳镇<br>(118°04'44"E, 35°16'59"N)        | 14.0              | 97.5                | 300            | 78.0                           | 16×22                       | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 24<br>Lu 24     | 临沂市临沭县昭阳街道南庄村<br>(118°36'22"E, 34°52'54"N)   | 14.0              | 114.2               | 150            | 62.0                           | 15×20                       | 否                           | 旺盛             |
| 鲁 25<br>Lu 25     | 日照市东港区涛雒镇大草坡村<br>(119°20'55"E, 35°13'45"E)   | 8.5               | 27.5                | 120            | 42.5                           | 10×12                       | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 26<br>Lu 26     | 日照市东港区<br>(119°24'52"E, 35°27'50"N)          | 8.0               | 95.2                | 150            | 32.5                           | 11×10                       | 是                           | 一般             |
| 鲁 27<br>Lu 27     | 日照市东港区前九条沟村<br>(117°24'36"E, 35°27'54"N)     | 7.0               | 101.1               | 150            | 37.5                           | 9×12                        | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 28<br>Lu 28     | 日照市五莲县潮河镇刘家埠村<br>(119°28'48"E, 35°36'56"N)   | 10.5              | 40.3                | 200            | 62.0                           | 6×5                         | 否                           | 一般             |
| 鲁 29<br>Lu 29     | 青岛市黄岛经济区小袁家沟村<br>(119°56'27"E, 36°02'14"N)   | 10.4              | 60.0                | 200            | 58.0                           | 16×16                       | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 30<br>Lu 30     | 青岛市胶州区水库管理所西山周村<br>(119°52'19"E, 36°06'11"N) | 8.6               | 107.1               | 100            | 27.0                           | 7×6                         | 否                           | 一般             |
| 鲁 31<br>Lu 31     | 青岛市即墨区岚前岭村<br>(120°26'22"E, 36°34'29"N)      | 8.4               | 113.9               | 120            | 48.0                           | 6×7                         | 否                           | 濒死             |
| 鲁 32<br>Lu 32     | 青岛市黄岛区灵山岛上安村<br>(120°10'24"E, 35°45'56"N)    | 8.5               | 113.1               | 150            | 41.0                           | 9×11                        | 否                           | 旺盛             |
| 鲁 33<br>Lu 33     | 青岛市黄岛区灵山岛上安村<br>(120°10'22"E, 35°45'56"N)    | 8.5               | 125.5               | 150            | 33.0                           | 10×8                        | 否                           | 旺盛             |
| 鲁 35<br>Lu 35     | 潍坊市临朐县辛集镇张家庄村<br>(118°33'54"E, 36°17'19"N)   | 9.5               | 266.5               | 150            | 52.0                           | 12×13                       | 是                           | 旺盛(果实多)        |
| 鲁 36<br>Lu 36     | 临沂市沂水县四十里铺镇田家庄村<br>(118°41'49"E, 35°42'47"N) | 8.0               | 151.7               | 106            | 53.0                           | 7×8                         | 是                           | 旺盛             |
| 鲁 37<br>Lu 37     | 滨州市无棣县信阳乡于家村<br>(117°37'26"E, 37°47'03"N)    | 10.0              | 3.4                 | 200            | 45.0                           | 6×5                         | 否                           | 旺盛             |
| 鲁 38<br>Lu 38     | 山东省德州市陵城区开发区陶刘村<br>(116°26'02"E, 37°20'49"N) | 5.0               | 23.8                | 300            | —                              | —                           | 否                           | 死亡             |
| 鲁 39<br>Lu 39     | 济南市商河县怀仁镇耿家屯<br>(117°02'9"E, 35°24'33"N)     | —                 | 16.2                | 100            | —                              | —                           | 否                           | 死亡             |
| 鲁 40<br>Lu 40     | 济南市商河县贾庄镇河沟村<br>(117°05'50"E, 37°17'18"N)    | 10.0              | 13.9                | 150            | 52.0                           | 8×9                         | 是                           | 一般             |
| 鲁 41<br>Lu 41     | 济南市商河县白桥镇关王庙村<br>(117°13'10"E, 37°11'16"N)   | 6.0               | 12.7                | 100            | 42.0                           | 6×6.5                       | 是                           | 濒死             |

注:鲁 19、鲁 23、鲁 34 已被砍伐,“—”表示无相关数据

Note:Lu 19, Lu 23 and Lu 34 have been felled, - indicates no relevant data

### 3 保护和利用对策

**3.1 增强保护意识** 古树是大自然的瑰宝,历经岁月沧桑,见证历史变迁,是不可再生的稀缺资源<sup>[12]</sup>。2018 年,山东省政府出台了《山东省古树名木保护办法》,该办法于 2018 年 7 月 1 日开始施行<sup>[13]</sup>,各地方政府也相继出台了一些古树名木保护条例,对古树名木保护做了全面规定,使得对处理伤害

古树的行有法可依。在政策基础上,需当地政府相关部门通过多种途径宣传古树的價值与意义,以及古树名木保护法律法规,如古树挂牌仪式、古树认养、展板宣传、专题讲座、媒体报道等形式,落实保护政策,营造爱护保护古树的良好氛围,提升居民保护意识,从而杜绝随意砍伐的乱象。

**3.2 加强管理与维护** 调查发现,半数杜梨古树长势较差,

有少部分已经受到死亡的威胁,对其实施复壮和加强养护显得至关重要。杜梨古树多数为树龄较长的成熟林木,分布零散,环境及立地条件不同,需加强管理、科学维护,一树一策。杜梨古树多出现雷劈、火烧等现象,其原因一是树体过大,孤零零存在于空旷地带,易受雷电袭击;二是杜梨古树多在坟头,人们祭祀时烧的火纸未及时扑灭导致火灾,且祭祀时节多枯枝、枯草,易引起火灾。因此,在对杜梨古树进行保护时要及时对其进行修剪,防止树体过大、过高,并在其附近安装避雷装置,尽最大可能减少自然灾害的发生;提高居民防火意识,鼓励在祭祀时采用绿色的祭祀方式,减少明火出现,同时及时清理古树周围的枯枝落叶与杂草,提供良好的生长环境。

**3.3 建立古树信息管理系统** 结合调查结果,建立杜梨古树信息管理系统,实现古树信息查询、信息变更、鉴定、认养、保护复壮的动态管理。联合当地林业管理部门,对未保护的杜梨古树要建档立卡、挂牌保护,对于已保护的杜梨古树及时跟进,更换带有二维码的新标牌,方便大众查询古树信息,报告古树危害因素,实现民众和古树管理部门的互动。

**3.4 合理开发利用杜梨古树资源** 杜梨古树均具有百年的生存历史,是时代变迁的见证者,要深入挖掘相关历史文化价值,充分利用杜梨古树的科普价值,开展文化教育。

杜梨古树也是区域特有、存量有限的珍贵种质资源,经历了自然界百年来的严酷考验和生存竞争,完全适应了当地自然环境和生态条件,成为区域内植物生命的最适宜者,是乡土物种中的强者。然而部分杜梨古树的生境每况愈下,古树的数量在不断减少,因此建立杜梨种质资源库十分必要,

尤其是那些处于濒危状态的杜梨古树,可最大程度留存下它们的遗传信息。另外,在保护的过程中充分发挥其应用价值才是最好的保护,对于优质、抗性强、观赏性好的古树可建立种质资源迁地保护圃,为开发利用杜梨资源聚集重要的遗传资料,进而培育优质地方品种。

#### 参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,2015.
- [2] 张祺超,桂炳中,赵丽丽.华北地区盐碱地杜梨栽培[J].中国花卉园艺,2018(10):57.
- [3] 刘振廷,牛鹏斐,潘文明,等.杜梨砧木苗二次移植培育嫁接苗技术探讨[J].河北果树,2018(2):7-8.
- [4] 王影,李慧,蔺经,等.杜梨 NHX 基因家族的鉴定及其在非生物胁迫下的表达分析[J].果树学报,2019,36(7):825-836.
- [5] 谈峰,王莹,郭聪,等.3个耐盐内生菌对提高杜梨耐盐能力的影响[J].浙江农业科学,2019,60(10):1825-1827.
- [6] 冉昆,王少敏,董放,等.杜梨2个MYB转录因子基因的克隆及序列分析[J].果树学报,2016,33(S1):52-58.
- [7] 孙彦珍.杜梨两个种源无性系抗寒性选优[J].山西林业科技,2017,46(4):19-21.
- [8] 李娜,杨文慧,王明,等.杜梨养生保健价值浅谈[J].安徽农业科学,2011,39(32):19803,19805.
- [9] 闫帅.太行山区杜梨资源的调查、收集及遗传多样性评价[D].保定:河北农业大学,2015.
- [10] 宗宇,孙萍,牛庆丰,等.中国北方野生杜梨分布现状及其形态多样性评价[J].果树学报,2013,30(6):918-923,1106.
- [11] 国家林业局.古树名木普查技术规范:LY/T 2738—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [12] 刘鹏,徐立,吴盛德,等.湖北省银杏古树资源现状及保护利用对策[J].湖北林业科技,2019,48(5):27-30,75.
- [13] 《山东省古树名木保护办法》2018年7月1日施行[J].园林科技,2018(3):48.
- [14] 谭青,王际英,李宝山,等.n-3/n-6 HUFA 对大菱鲆幼鱼生长性能、全鱼脂肪酸组成和血清生化指标的影响[J].水产学报,2018,42(5):754-765.
- [15] BESSONART M, IZQUIERDO M S, SALHI M, et al. Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and survival of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae[J]. Aquaculture, 1999, 179(1/2/3/4):265-275.
- [16] ESTEVEZ A, ISHIKAWA M, KANAZAWA A. Effects of arachidonic acid on pigmentation and fatty acid composition of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schiegei)[J]. Aquacult Res, 1997, 28:279-289.
- [17] 谭青.n-3/n-6HUFA 对大菱鲆幼鱼生长、体组成、脂肪酸成分及免疫的影响[D].上海:上海海洋大学,2017.
- [18] IZQUIERDO M S, SOCORRO J, ARANTZAMENDI L, et al. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae[J]. Fish Physiol Biochem, 2000, 22(2):97-107.
- [19] 马长兴,王际英,李宝山,等.n-3/n-6 HUFA 对许氏平鲷幼鱼生长、体组成及组织脂肪酸组成的影响[J].水产学报,2019,43(10):2138-2153.
- [20] 陈家鑫.裂壶藻及其制品在水产苗种培育中的应用[J].科学养鱼,2002(6):53.
- [21] 纪志有,彭晓芳,马金余.富含 DHA 微藻作为新型饲料添加剂在水产养殖业的应用[J].饲料广角,2010(19):36-38.
- [22] 乔洪金,宋志东,马晶晶,等.饲料中添加微藻替代鱼油对牙鲆 (*Paralichthys olivaceus*) 幼鱼生长、体成分及脂肪酸组成的影响[C]//中国水产学会动物营养与饲料专业委员会.第九届世界华人鱼虾营养学术研讨会论文集摘要集.厦门:集美大学水产学院,2013:234.

(上接第91页)