

山东长岛梨属植物资源分布及演化分析

马春晖, 李鼎立, 王秀娟, 王 然

(青岛农业大学园艺学院, 山东青岛 266109)

摘要:为了探索我国梨属植物资源种类、分布及传播途径,本研究选择与陆地隔离的山东省长岛县为调查地域,对该地域梨属植物资源进行了实地调查和遗传分析。结果表明,长岛县梨属植物资源较为丰富,主要有杜梨、豆梨、沙梨等种类,变异类型较多,并发现一种特异类型;野生资源主要分布在山脊和半山腰,较为集中,且在小范围内能够发现多种资源类型。遗传分析结果显示,长岛梨属植物资源与邻近陆地资源关系较近。通过田间果实调查证实,鸟类吃食梨属植物,推定鸟类在梨属植物资源传播中可能充当一定的角色,这为进一步了解我国梨属植物的资源分布及演化提供了新的研究思路。

关键词:梨属植物;资源分布;传播途径

The Analysis of Distribution and Evolution of Genus *Pyrus* in Changdao Islands, Shandong

MA Chun-hui, LI Ding-li, WANG Xiu-juan, WANG Ran

(College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong 266109)

Abstract: In order to explore the genetic diversity, distribution and evolution of wild pear populations in China, Changdao county, the isolated islands in Shandong province, was surveyed for genus *Pyrus* L. genetic resources and genetic diversity. The results showed that genus *Pyrus* L. resources were abundant and diversified in Changdao county, mainly include *Pyrus betulifolia* Bunge, *Pyrus calleryana* Decne., *Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai, and a specific type was found. The genus *Pyrus* L. genetic resources mainly distributed in the ridge of the hills and relatively concentrated, many kinds of genetic types can be found in a small area. Genetic analysis showed that the genus *Pyrus* L. in Changdao islands was close related to that of the adjacent mainland. In addition, the field investigation of the genus *Pyrus* L. plants confirmed that the birds feeding pear fruits, caused the presumption that the birds in the dispersal of genus *Pyrus* L. genetic resource may act as a role. This provides a new research idea to further understand the Chinese pear distribution and evolution.

Key words: genus *Pyrus* L.; distribution; evolution

梨属于蔷薇科(Rosaceae),苹果亚科(Subfam. Maloideae),梨属(*Pyrus* L.)。由于各国学者在分类上的标准不同,全世界梨属植物种类变化较大,目前公认的数目约35个种左右^[1-3]。梨属植物与其近缘属植物起源于白垩纪,在始新世已广泛的分布,距今4000万年左右,我国是梨属植物三大起源中心之

一^[4],梨属植物分布较广,类型多,目前研究认为原产于我国的梨属种为14个。北方以杜梨(*Pyrus betulifolia* Bunge)、秋子梨(*P. ussuriensis* Maxim.)、木梨(*P. xerophila* T. T. Yu)等为主,南方以豆梨(*P. calleryana* Decne.)、褐梨(*P. phaeocarpa* Rehd.)、川梨(*P. pashuia* Buch. - Haw. ex D. Don.)为主。另外,在

收稿日期:2016-07-07 修回日期:2016-08-22 网络出版日期:2017-02-21

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20170221.1644.002.html>

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-29-07);山东省自然科学基金项目(ZR2014CL026);山东省重点研发项目(2015GNC110022)

第一作者主要从事果树栽培生理研究。E-mail: machunhui2000@163.com

通信作者:王然,主要从事果树遗传育种研究。E-mail: qauwr@126.com

长期的进化中出现一些新的变异类型。我国梨属野生植物资源极其珍贵,是培育抗寒、抗旱、抗病等优良砧木材料的基因资源库,具有重要的开发利用价值。目前,梨属植物由于受到环境变化、森林植被破坏、人为砍伐等因素的影响,数量和分布区域急剧减少,一些稀有资源处于濒临消亡的境地。

梨属植物资源的种类、分布及演化过程一直是人们关注的问题,从18世纪20年代开始,国内外学者对我国梨属植物资源进行了调查和分类,基本查明我国梨属植物资源的种类和分布情况^[5-8]。一些学者从地理、气候和人为因素等多方面对梨属植物的演化进行了分析论述^[9-12],另一些学者从遗传学角度对梨属植物进行了分析^[13-18],但在资源的传播和演化方面研究稀少。由于资源调查是一项十分艰巨而辛苦的工作,长期以来缺乏系统的调查研究,相关资料严重缺乏。因此,及时了解我国梨属植物的类型及分布特点,对进一步开发利用具有重要的意义。

本文通过对山东省长岛梨属植物资源的实地调查,从资源类型、分布特点和地域等方面进行分析和论证,探索梨属植物资源传播的途径和演化过程,为进一步认识和开发利用梨属植物提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

梨属植物资源材料全部取自山东长岛县境内,主要包括豆梨、杜梨、砂梨等类型,均为自然野生类型,树龄在50~300年之间。

1.2 方法

1.2.1 调查地域 山东长岛县位于胶东半岛东北部,山东省唯一的海岛县,与陆地隔离,由数个小岛构成,海岛属低山丘陵区,最高海拔202.8 m,岛上居民主要以渔业为主,除靠近海岸线平坦地域种植一些农作物外,大部分山体为未开垦的自然林地,植被保存完整,属暖温带大陆性季风气候,该地域属国

家自然保护区,也是著名的鸟类栖息地。

1.2.2 资源植物学性状观察记载 2014年9月主要对资源地理分布位置,地貌特征,资源类型,叶片、果实和枝条植物学性状进行野外实地观察记载和拍照,并采集资源样品带回室内分析。

1.2.3 资源遗传学分析 采集梨属植物叶片进行DNA提取,参考T. Yamamoto等^[19]开发的梨属植物SSR系列引物进行PCR扩增,采用聚丙烯酰胺凝胶电泳对不同地域杜梨类型进行遗传多态性分析。

1.2.4 鸟类吃食调查 在资源分布区,采用走访当地居民、实地调查以及果实成熟期实地观察等形式,对鸟类吃食情况进行调查。

1.3 数据统计分析

采用Excel软件对调查数据进行统计分析,记录每个SSR位点上重复性好且清晰的条带,以1和0分别代表等位基因的有无,对多态性信息参数用软件NTSYS-pc 2.10e计算SM相似系数并采用UP-GMA法进行聚类分析,得出聚类图谱,分析梨属植物的亲缘关系。

2 结果与分析

2.1 长岛梨属植物资源类型

通过资源实地调查结果指出,长岛梨属植物资源较为丰富,主要资源类型有杜梨、豆梨、砂梨等类型,其中以杜梨和豆梨为主,豆梨资源最为丰富。在树龄上差异较大,有300年以上自然生长的大树,也有50年左右的低龄树,以及砍伐后萌生的次生树(表1)。梨属植物类型间差异较大,平均新梢长在26.4~41.3 cm之间,枝条色泽从浅褐到红褐;果实从扁圆到长圆,以扁圆居多,单果重在0.45~7.51 g之间,色泽从浅褐到黑褐色,心室数目在2~4之间,以2心室居多;叶片形状为梭形、纺锤形、椭圆形、卵圆形等(表2、图1、图2)。

表1 长岛梨属植物资源分布区域

Table 1 The distribution of *Pyrus L.* genetic resources in Changdao islands

调查编号 No.	推定归属 Classification	推测树龄 Tee-age	采集地 Location	生境及群落类型 Habitat
HS-1	杜梨	120	黑石沟	沟壑、落叶灌丛
HS-2	杜梨	100	黑石沟	落叶灌木林地
HS-3	杜梨	100	黑石沟	温带落叶灌丛
HS-4	豆梨	100	黑石沟	温带落叶阔叶灌丛
HS-5	豆梨	200	安桥山	落叶灌木林地
HS-6	豆梨	100	安桥山	温带落叶灌丛
HS-7	砂梨	100	安桥山	温带落叶阔叶灌丛
HS-8	豆梨	100	安桥山	落叶灌木林地

表 1(续)

调查编号 No.	推定归属 Classification	推测树龄 Tee-age	采集地 Location	生境及群落类型 Habitat
HS-9	豆梨	100	葛庄	温带落叶灌丛
HS-10	豆梨	100	葛庄	温带落叶阔叶灌丛
HS-11	豆梨	100	葛庄	落叶灌木林地
HS-12	豆梨	100	风岭口	温带落叶灌丛
HS-13	豆梨	100	风岭山	温带落叶阔叶灌丛
HS-14	豆梨	100	风岭山	落叶灌木林地
HS-15	豆梨	100	大濠	温带落叶灌丛
HS-16	豆梨	100	大濠	温带落叶阔叶灌丛
HS-17	杜梨	250	西濠	落叶灌木林地
HS-18	豆梨	100	西濠	温带落叶灌丛
HS-19	豆梨	100	西濠	温带落叶阔叶灌丛
HS-20	砂梨	200	梨树沟	温带落叶灌丛
HS-21	豆梨	100	梨树沟	温带落叶灌丛
HS-22	未知	100	老黑山	落叶灌木林地

表 2 梨属植物资源主要植物学性状

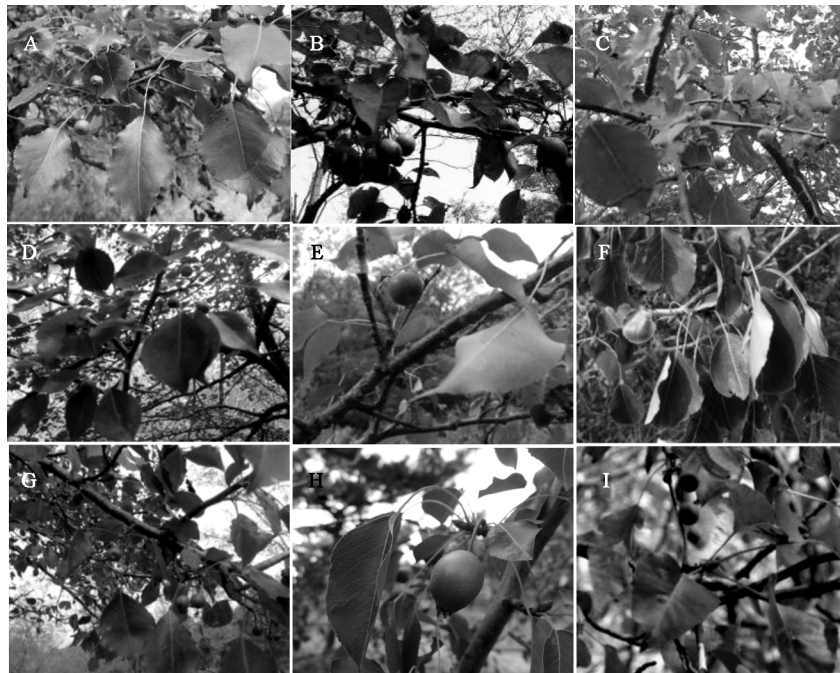
Table 2 The main botany characters of *Pyrus L.* genetic resources

编号 No.	枝条 Shoot			果实 Fruit				叶片 Leaf		
	新梢长 (cm) SL	粗度 (cm) SD	色泽 SC	单果重 (g) FW	形状 FS	色泽 FC	心室数 FL	纵径×横径 (cm) LWL	形状 LS	色泽 LC
HS-1	36.4	0.38	淡褐	0.55	扁圆	浅褐	2	4.5×3.2	梭形	浅绿
HS-2	30.2	0.52	浅褐	0.51	扁圆	褐色	2	4.2×3.5	纺锤	浅绿
HS-3	35.4	0.49	褐色	0.46	扁圆	绿褐	2	6.7×3.8	椭圆	浅绿
HS-4	37.3	0.44	红褐	0.76	扁圆	褐色	2	6.2×3.8	卵圆	绿褐
HS-5	28.3	0.31	褐色	0.54	卵圆	褐色	2	4.3×2.6	纺锤	黄绿
HS-6	36.2	0.39	浅褐	0.49	扁圆	褐色	2	5.1×4.3	卵圆	绿色
HS-7	39.1	0.47	淡褐	3.72	长圆	黄褐	3	6.1×3.8	椭圆	黄绿
HS-8	33.4	0.34	黑褐	0.78	长圆	绿褐	2	7.3×5.1	椭圆	绿色
HS-9	30.4	0.45	红褐	0.56	扁圆	褐色	2	5.5×3.7	长圆	红绿
HS-10	27.4	0.35	红褐	0.66	扁圆	深褐	2	4.8×3.5	纺锤	红绿
HS-11	32.8	0.42	红褐	0.56	扁圆	褐色	2	5.5×3.4	长圆	红绿
HS-12	27.5	0.49	褐色	0.62	圆形	褐色	2	5.6×4.3	卵圆	红褐
HS-13	37.2	0.56	灰褐	0.72	扁圆	绿褐	2	6.3×4.8	卵圆	深绿
HS-14	30.4	0.45	灰褐	0.68	圆形	黑绿	2	6.6×4.5	长卵	浅绿
HS-15	28.7	0.37	红褐	0.45	圆形	褐色	2	3.7×2.8	纺锤	绿色
HS-16	26.4	0.38	浅褐	0.66	扁圆	黑褐	2	6.4×4.2	纺锤	红褐
HS-17	38.2	0.36	红褐	1.12	圆形	黑褐	2	7.9×5.5	卵圆	绿色
HS-18	41.3	0.48	灰褐	1.35	卵圆	黄褐	2	5.5×3.7	梭形	绿色
HS-19	38.2	0.41	灰褐	1.03	扁圆	褐色	2	6.7×4.5	梭形	绿色
HS-20	38.3	0.43	浅褐	3.83	圆形	褐色	3	5.9×4.3	长卵	浅色
HS-21	33.4	0.38	棕褐	0.82	圆形	褐色	2	5.5×4.1	卵圆	红褐
HS-22	38.6	0.87	黄褐	7.51	纺锤	黄褐	4	7.4×5.3	卵圆	深绿

SL;Shoot length,SD;Shoot diameter,SC;Shoot color,FW;Fruit weight,FS;Fruit shape,FC;Fruit color,FL;Fruit locule,LWL;Length and width of leaf,LS;Leaf shape,LC;Leaf color



图1 不同类型梨属植物资源果实照片

Fig. 1 The comparison of fruits of *Pyrus L.* genetic resources

A: 小果豆梨; B: 大果豆梨; C: 小果杜梨; D: 圆叶豆梨; E: 大叶砂梨; F: 卷叶豆梨; G: 黄褐色杜梨; H: 大果变异; I: 黑褐色豆梨
 A: Small fruit (*P. calleryana* Decne.), B: Large fruit (*P. calleryana* Decne.), C: Small fruit (*P. betulifolia* Bunge),
 D: Round leaf (*P. calleryana* Decne.), E: Large leaf (*P. phaeocarpa* Rehd.), F: Curly leaf (*P. calleryana* Decne.),
 G: Yellow brown (*P. betulifolia* Bunge), H: Large fruit variation, I: Black brown (*P. calleryana* Decne.)

图2 不同类型梨属植物叶片和果实比较

Fig. 2 The comparison of leaves and fruits of *Pyrus L.* genetic resources

2.2 特异梨属植物资源

在资源调查中,在位于长岛大黑山主峰位置发现一株梨属植物,推测树龄在150年左右。该资源树势中等,半开张,1年生枝褐红色,多年生枝条灰白色,光滑具有明显的蜡质层,芽体饱满肥大;叶片长卵圆形,叶色浓绿,叶片厚,叶缘圆钝锯齿;果实较大,长圆形,平均单果重7.51g,果面浅褐色,萼片宿存,多内卷,心室数目4,种子黑褐色

(图3)。从该资源的枝条、叶片和果实特征比较来看,与该区域内其他资源具明显的差异,相同类型资源在该区域仅发现这1株。从果实和心室数目来看,该资源接近砂梨类型,但在叶片和枝条色泽上与砂梨明显不同,在叶缘锯齿和枝条色泽上与西洋梨较为接近。以我国现有野生梨属植物资源分类依据,难以将其进行归类,初步认为属于一个特异类型。

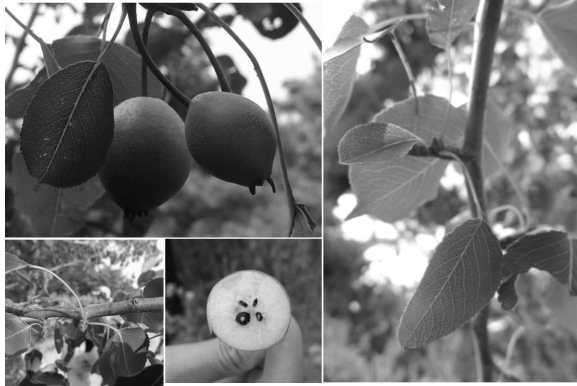


图3 特异资源(HS-22)田间枝条、叶片和果实照片

Fig.3 The picture of branches,leaves and fruits of HS-22

2.3 长岛梨属植物资源分布特点

梨属植物资源集中分布于大黑山地区,主要分布于山涧、沟边及山顶部位,种类和数量较多,其中以山涧分布居多;在分布形式上主要以零散式和集中式为主,大多数资源零散分布在不同区域,间隔较远,然而在山体中部沟间林木茂密地带资源分布较

为集中,在小范围内存在多类型集中式分布,不同类型资源间隔较小,最小间隔为1~2 m之间,几乎相邻而生,但类型间差异较大(图4)。这可能与种子的洒落方式、风雨传播和植被状况等有关。

2.4 梨属植物资源遗传学比较分析

为进一步确认采集地域梨属植物的资源特点,选择普通杜梨、河北杜梨、冠县杜梨、郑州杜梨、湖北杜梨、美国杜梨、滕州杜梨、崂山杜梨(少山2号杜梨)、龙口杜梨及毛杜梨等10份杜梨资源与长岛杜梨(黑山5号杜梨)进行分子遗传学比较分析,通过聚类分析,在遗传距离0.61处可将杜梨划分为3个类群,河北杜梨、冠县杜梨、郑州杜梨和普通杜梨划分为第Ⅰ类,湖北杜梨、美国杜梨和滕州杜梨划分为第Ⅱ类,而崂山杜梨、龙口杜梨、毛杜梨和长岛杜梨划分为第Ⅲ类(图5)。以上结果指出:受地域和来源的影响,同种梨属植物在亲缘关系上存在一定差异,而长岛梨属植物资源与其相邻的龙口和崂山两地资源亲缘关系较近,海岛资源与陆地资源间可能存在遗传亲缘关系。



A:山涧;B:沟边;C:斜坡;D:生境;E:老树;F:小树;G:老树

A: Mountain stream, B: Ditch edge, C: Slope, D: Habitat, E: Old tree, F: Young tree, G: Old tree

图4 梨属植物资源分布地域

Fig.4 The distribution of *Pyrus* L. genetic resources

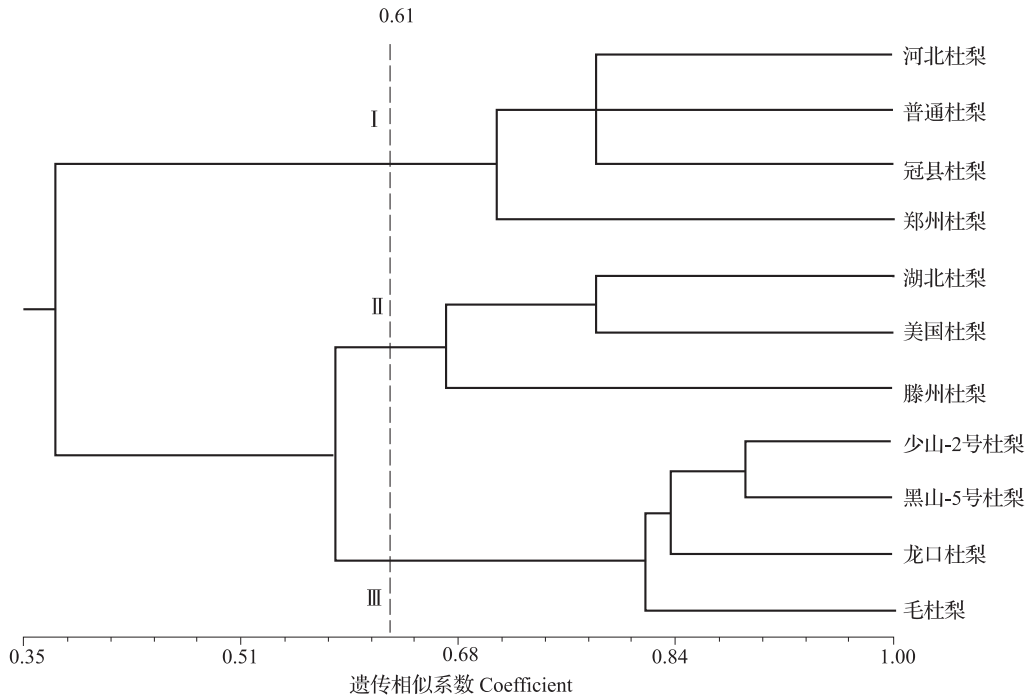


图5 基于 SSR 数据绘制的不同杜梨类型间聚类图

Fig. 5 Dendrogram of *Pyrus betulifolia* Bunge based on SSR markers

2.5 鸟类吃食调查

为弄清鸟类对梨野生果实的吃食情况,通过连续几年的实地观察和多点调查指出,在果实成熟季节,杜梨和豆梨果实常常成为鸟类的吃食对象(图6),并且在一些区域吃食较为严重,一些留作采种用树果实几乎被鸟类吃光,导致无法采种。而且吃食鸟类种类较多,通过现场观察主要有喜鹊、灰喜鹊、松鸦、鸱、山斑鸠、岩鸽、白头鹎、灰雁等种类。其中一些为长留鸟类,也有一些候鸟类型。鸟类吃食果实后,一些鸟类受自身消化能力的限制,可能会将种子一同与粪便排泄到大自然中。随着鸟类的飞迁,将梨属植物资源传播到不同地域,这些鸟类的吃食活动为梨属植物资源的传播发挥了一定的作用。



图6 鸟类吃食野生梨果实田间照

Fig. 6 The photograph of birds eating wild pear fruit

3 讨论

3.1 长岛梨属植物资源分布特点

长岛与其他地域相比较,属于梨属植物资源较为丰富和类型多样的区域,同时还存在稀有特殊资源类型。如在资源类型上主要有杜梨、豆梨、砂梨及特殊类型等,这种情况在其他地域较为少见。另外,资源变异类型多,相互间差异明显,如杜梨中出现大叶杜梨、小叶杜梨、紧凑型杜梨等;豆梨中发现大果豆梨、长叶柄豆梨、叶缘平展型豆梨和皱褶型豆梨等类型,这些资源极大地丰富了对原有梨属种的认识,为今后梨属植物资源分类研究提供了基础材料。山东长岛属我国北方地区,在资源分布上梨属植物资源主要以杜梨为主,但从调查结果来看,豆梨资源极其丰富,杜梨所占数量较少。以上说明,豆梨适应山东的气候环境,生长发育良好,也是山东省主要梨属植物种之一,今后在梨属植物资源利用上豆梨资源值得引起重视。但由于杜梨资源是我国最为重要的梨属植物资源,具有普遍性和代表性,因此本试验选择长岛杜梨与其他区域杜梨进行遗传分析,来探索长岛梨属植物资源遗传多样性更为适宜。

3.2 鸟类在梨属植物传播中的作用分析

在长岛资源实地调查中发现,在小区域内出现多个梨属植物种,混杂生长,且类型间差异较大,如

杜梨和豆梨相邻而生,有些甚至仅仅相隔 1 m 的距离。从现有调查地域和资源生境来看,完全可以排除人为引种传播的因素,属于自然野生类型,但这种资源类型的多样性和近距离分布模式,值得人们去思考。长岛自然植被为落叶阔叶林、针阔混交林、灌草丛,植物种类多样,各种昆虫数量和种类较多,为各种鸟类提供了丰足的食物,是许多鸟类栖息、繁殖的乐园,是山东省鸟类最为丰富的地区之一^[20-23]。通过调查确认,在秋季果实成熟季节,梨属植物果实成为一些鸟类的食物,鸟类吃食后,随着鸟类的飞迁,可能将种子传播到不同地域,导致在小范围内存在多种梨属植物类型。另外,长岛资源与相邻陆地资源相似性较高,也说明海岛资源与邻近陆地资源间的亲缘关系较近。基于以上原因,可初步推知,梨属植物资源的分布和演化可能与鸟类的活动存在一定的关系。相关研究在一些其他植物研究中已经得到证实,如邓青珊等^[24]对南方红豆杉天然更新种群的分布研究指出,食果鸟类吞入种子,消化果肉后,种子随粪便排出而得以传播。王直军等^[25]认为鸟类传播植物种子量大、传播距离远、传播效率高,鸟类传播沟通了各林地之间的联系,对植被的演替和扩展至关重要,成为森林更新的重要动因。鲁长虎^[26]指出,一些鸦科鸟类能有效地扩散松类种子,有利于松树的天然更新。这其中,相当多的植物种子和果实可作为鸟类的食物,其中食果鸟类最为重要^[27-28],有些学者甚至认为,地球上被子植物如此广泛地分布很大程度上是因为鸟类的传播作用^[29-30]。在鸟类资源传播调查中,由于受观察条件和仪器设备的限制,未能直接观察到鸟类排泄物中是否含有种子和迁移过程,但不能排除这种可能,加之梨属野生植物果实小,便于鸟类吃食,随着鸟类生存环境的改变,觅食虫类困难,梨果实已经成为一些鸟类重要的食物来源,鸟类可能参与了梨属植物的资源传播,这一推测为今后梨属植物资源传播和演化研究提出了新的思路。

3.3 鸟类对梨属植物资源保存的意义

植物的自然演化需要经历漫长的过程,一般在长期的演化中会形成较为稳定的种群分布区域。在资源传播上,除传统的风力、水、动物等因素外,鸟类资源传播路径为濒临灭绝的梨属植物种的保存提供了机会,有利于资源繁衍和保护;鸟类频繁区域也可能是梨属植物资源的丰富区,对寻找和研究梨属植物野生资源提供了新思路,这一点在其他地域梨属植物资源调查中也得到了验证,如在沂蒙山区资源

调查中发现鸟类频繁区域资源分布密度高;在资源演变上,由于梨属植物属于异花授粉植物,种子高度杂合,随着鸟类的飞迁传播,生存环境的改变和自身遗传因素会导致新的变异产生,丰富了梨属植物资源,另外,鸟类飞迁距离远,也为地域之间物种交流提供了可能性。因此,鸟类传播对梨属植物的保存和演变具有重要的意义。

3.4 梨属植物是我国重要的宝贵资源

我们在长期的野生资源调查中发现,我国梨属植物分布范围广、类型多样和地域特色突出。但在梨属植物资源认识上还有许多不明之处,有待进一步研究。如一些新的变异类型的出现,难以用传统的分类依据去划分;对普遍存在的种内变异多样性,目前缺乏较为详细的调查资料和归类依据;在资源的开发利用上,由于受经费和条件的限制,调查工作不详尽,对一些稀缺和特异资源发现和利用不足。如本次在长岛发现的特异类型资源,与现有资源差异较大,难以划定归属,从分布位置来看,位于山顶部,可能与鸟类传播有关,另外,在枝条色泽、果实形状、心室数目等植物学性状上特色明显,有可能为种间自然杂交种,或者外来物种,在资源演化和砧木利用上有待进一步研究。因此,及时的开展我国梨属植物资源研究,对保护和利用这一宝贵资源有着极其重要的意义。

参考文献

- [1] 张鹏. 我国梨属植物种和品种分类的进展[J]. 山西果树, 1991(2):2-5
- [2] 余意. 梨属植物的形态演化及地理分布研究[J]. 中山大学研究生学刊:自然科学、医学版, 2009, 30(2):26-33
- [3] 滕元文, 柴明良, 李秀根. 梨属植物分类的历史回顾及新进展[J]. 果树学报, 2004, 21(3):252-257
- [4] Rubstov G A. Geographical distribution of the genus *Pyrus* and trends and factors in its evolution[J]. Am Nat, 1944, 78:358-366
- [5] Rehder A. Synopsis of the Chinese species of *Pyrus*[J]. Proc Amer Acad Art Sci, 1915, 50:225-241
- [6] 俞德浚. 中国果树分类学[M]. 北京:中国农业出版社, 1979
- [7] 蒲富慎. 我国梨的种质资源和梨的育种[J]. 园艺学报, 1979, 6(2):69-76
- [8] 蒲富慎, 王玉霖. 中国果树志·第三卷:梨[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1963
- [9] Challice J S, Westwood M N. Numerical taxonomic studies of the genus *Pyrus* using both chemical and botanical characters[J]. Bot J Linn Soc, 1973, 67:121-148
- [10] Teng Y, Tanabe K, Tamura F, et al. Assessment of genetic relatedness among large-fruited pear cultivars native to East Asia using RAPD markers[J]. Acta Hort, 2002, 587:139-145
- [11] Katayama H, Uematsu C. Pear (*Pyrus* species) genetic resources in Iwate, Japan[J]. Genet Resour Crop Evol, 2006, 53:483-498
- [12] Iketani H, Katayama H, Uematsu C, et al. Genetic structure of East Asian cultivated pears (*Pyrus* spp.) and their reclassification in accordance with the nomenclature of cultivated plants[J]. Plant Syst Evol, 2012, 298:1689-1700

