

北美冬青引种栽培与病虫害防治研究进展

李 飞¹, 沈迎春², 张 敏^{1*}

(1. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153; 2. 江苏省农药检定所, 江苏 南京 210013)

摘要:针对北美冬青在我国的引种栽培现状,进行了系统性和综合性的总结分析,归纳了北美冬青在我国适宜生长的地区、其对应的养护手段、提高产量和质量的栽培技术要点以及相关病虫害防治手段,指出了目前我国北美冬青商品化生产上的关键问题,并对北美冬青花卉产业在我国的发展前景做出了合理展望。

关键词:北美冬青;植物引种;植物栽培;病虫害防治;进展

中图分类号:S602.2;S763

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2020.03.010

丰富的植物材料是园林绿化和室内环境营造的基础条件,通过引进国外的优良植物材料来扩充可使用的植物资源,是一个比较常见的手段^[1-3]。冬季大多数植物无法呈现出好的景观效果,可用于造景和观赏的植物材料种类相较于其他季节明显减少,因而冬季观果植物运用对于环境营造显得尤为重要^[4-5]。北美冬青(*Ilex verticillata*)原产美国东部,是性状优良的冬季落叶观果植物,其落叶后果实满枝,观果期长,在欧美国家的切枝和盆栽市场上十分畅销^[6]。北美冬青引进我国后,丰富了冬季园林绿化植物材料,为冬季室内观赏盆栽提供了新的选择^[7],同时还成了切花市场上重要的花材^[8-12]。我国每年需从荷兰等花卉产业发达国家进口大量的成品北美冬青切枝,导致其在我国销售价格昂贵^[13-15]。近10 a年来,北美冬青引种到我国栽培,显示北美冬青能够适应我国部分地区的自然环境^[16-18]。然而在我国北美冬青的商业化生产中,由于缺乏系统性、综合性地针对我国不同立地条件的相关养护技术总结,北美冬青在我国的生长状况良莠不齐,即使在部分地区能够正常生长,但切枝成品与国外商品相差甚远,且结果枝也较进口切枝少,尤其是盆景栽培产品还鲜有上市;其次由于引种适应性的原因,北美冬青在我国的栽培生产中出现了一些易感的病虫害,而这些病虫害的发生会导致北美冬青的结果产量和质量大幅下降,严重情况

下甚至会导致植株死亡,在生产上造成重大的影响^[19-20],目前针对北美冬青病虫害综合性防治的相关研究还未见报道。总结归纳北美冬青在我国适宜生长的地区,以及其相对应的裁培养护和病虫害防治技术,不仅能够为北美冬青在我国进一步的引种研究提供综合性的参考,还能为指导北美冬青的商品化生产提供理论依据,对于科学研究和经济生产都具有重要意义。

1 我国本土冬青栽培概况

冬青属植物在我国栽培运用的历史由来已久,目前我国所存在的本土冬青有200种以上,主要分布于秦岭南坡、长江流域及其以南广大地区,以西南和华南最多^[21]。其中30种以上冬青属植物可入药用于清热解毒、消炎止痛、镇咳祛痰及治疗心脑血管等疾病^[22],其次用于园林绿化或者室内观赏的冬青种和变种有冬青(*I. chinensis*)、钝齿冬青(*I. crenata*)、龟甲冬青(*I. crenata* var. *convexa*)、红果冬青(*I. purpurea*)、大叶冬青(*I. latifolia*)、枸骨叶冬青(*I. aquifolium*)、浙江冬青(*I. zhejiangensis*)等^[8],说明我国大部分地区的生态条件适合冬青属植物的生长。

2 我国常见的北美冬青简介

北美冬青又名轮生冬青,其果实繁茂密集、颜

收稿日期:2020-03-21;修回日期:2020-04-22

基金项目:江苏现代农业产业技术体系建设项目“江苏现代农业(花卉)产业技术体系江宁推广示范基地”(JATS[2019]397);江苏省林业科技创新与推广项目“北美冬青工厂化育苗技术示范与推广”(LYKJ[2017]34);江苏省第五期“333工程”科研资助项目(BRA2018378)

作者简介:李 飞(1987-),男,湖北武汉人,博士。主要从事林木花卉育种工作。

* **通信作者:**张 敏(1980-),女,内蒙古乌海人,研究员,博士。主要从事生物技术与林木花卉良种繁育工作。

色艳丽、宿果期超长,具有优良的观赏性状,可用于园林绿化、庭院栽植,也可用于室内观赏和切枝花材。引进我国后深受人们的喜爱,在市场上具有极佳的反响^[13, 15]。目前市场上比较常用的北美冬青品种有‘Winter Red’‘Winter Gold’‘A. gray’和‘Oosterwijk’等,其中‘Winter Red’‘A. gray’和‘Oosterwijk’果实为红色,‘Winter Gold’果实为黄色,而‘Oosterwijk’的适应性最强最适合露地栽植园林绿化。‘Winter Red’‘Winter Gold’的果实与‘Oosterwijk’相比较,其株型紧凑,适合作为冬季的切果植物(见表 1)。而这些北美冬青的品种均适合室内盆栽观赏^[23]。其中北美冬青‘Oosterwijk’品种,于 2011 年 8 月被浙江省林木品种审定委员会认定为浙江省“林木良种”。然而目前在市场上销售的北美冬青商品切枝和盆栽绝大多数都是由国外进口,其价格高昂。虽然北美冬青能够在我国正常生长并开花结果,但是其商品化程度远低于源产国家^[24]。

表 1 常见北美冬青性状特征和适用范围		
品种	性状特征	适用范围
<i>I. verticillata</i> ‘Winter Red’	果实红色,近球形,较大,果期长	切枝,盆栽
<i>I. verticillata</i> ‘Winter Gold’	果实黄色,物候期较晚	切枝,盆栽
<i>I. verticillata</i> ‘A. gray’	果实红色,株型直立,枝条较短	盆栽
<i>I. verticillata</i> ‘Oosterwijk’	果实红色,株型开展,适应性强	园林绿化,盆栽

3 北美冬青环境适应性和区域性引种研究

北美冬青原产地的气候类型为温带大陆气候型和温带海洋气候型,喜欢温暖湿润的气候,目前在我国的引种区域主要集中在温带至亚热带季风型气候区域^[18, 25],自 2006 年以来,北美冬青在我国多个省份的引种栽培试验结果表明,北美冬青对我

国自然环境的适应情况良好。

在已报道的区域性引种试验中,发现北美冬青能够在华东地区的中部和南部、华中地区、东北地区和西北地区的部分省市,通过适当的栽培手段能够达到良好的生长效果^[17, 20, 26](见表 2)。查琳等^[18]在北美冬青‘Oosterwijk’的引种试验中发现其能在我国东北的吉林长春以及黑龙江铁力(北纬 46°)等地生长良好,当地的极端低温达到-40℃左右,这是目前北美冬青所能够成功引种的最北区域;同时北美冬青在我国华东地区福建省的福安(北纬 25°)、三明(北纬 26°)、武平(北纬 27°)等城市也得到了成功引种,这些地区的极端高温天气达到 40℃左右,这是目前北美冬青在我国成功引种的最南端。这些结果说明北美冬青对于极端高温和极端低温具有一定的耐受性,但值得注意的是北美冬青是属于一种喜湿阴的植物,长期高温和直射光照会对植株产生一定的损害^[27-28]。陈茜等^[29]通过低温胁迫的方式深入研究,发现低温条件下(-6℃)过氧化物酶(POD)和抗坏血酸过氧化物酶(APX)等抗氧化酶的活性显著提高从而增强了对低温条件的抗性。李鸿杰等^[30]在北美冬青引种试验中将北美冬青成功引种到了我国西部城市甘肃天水(东经 105°),其生长条件是,土壤疏松,水分充足(土壤含水量不能长期低于 15%),在对栽培基质的分析表明,腐质土更适合于北美冬青。查琳等^[18]在其引种试验中发现,北美冬青在北京、济南和潍坊等城市无法正常生长,分析可能是当地的小气候或者土壤酸碱度的原因。然而同样是在山东地区的引种,杨志莹等^[23]通过选择酸性土质区域,在潍坊地区的引种中获得了成功。这些研究表明,在引种栽培中,北美冬青对土壤酸碱性的影响十分敏感,能在弱酸性的土壤中良好生长,而土壤 pH 超过 7.4,会对北美冬青的生长造成不良影响^[25]。

表 2 成功引种北美冬青的地区及适应性栽培措施		
区域	成功引种城市	适应性栽培措施
东北地区	长春、铁力	保障土壤酸碱度,使土壤呈弱酸性条件
华中地区	武汉	保持土壤疏松,水分充足,萌芽期使用矮壮素,高温天气使用遮阳网,避免长期阳光直射
华东地区	杭州、温州、福安、三明、武平、潍坊、威海	保障土壤酸碱度,使土壤呈弱酸性,在气温和空气湿度过大时防治病菌滋生
西北地区	天水	保持土壤疏松,使土壤含水量不低于 15%,夏季使用遮阳网,避免阳光直射

4 北美冬青的栽培繁殖研究

北美冬青引种试验表明,水分条件是北美冬青栽培的一个必要的生态因子,而我国西部和北方地区干旱是制约北美冬青生长的重要因素^[28],因而近年来围绕如何增强北美冬青的耐旱性及其分子机制做了一些研究^[28, 30-31]。有报道表明通过使用聚丙烯酸酯类的商业保水剂可以提高北美冬青在干旱地区的成活率^[32],此外沈登锋等^[31]通过对不同浓度乙酸处理下的北美冬青叶片进行转录组测序分析,发现适当浓度的乙酸可以通过代谢调节、物质能量准备及有害自由基的清除等途径提高应对干旱胁迫的能力,陈燕琼等^[33]的研究表明 0.5 mmol/L 的茉莉酸甲酯能够提高北美冬青 POD、APX、GR 等抗氧化酶的活性从而提高其对干旱的抗性。

果实是北美冬青的主要观赏部位,因而提高坐果率是提高其观赏性的重要手段。虽然经过多年的引种研究,北美冬青能在我国大部分地区正常生长和开花结果,但相较于国外原产地的成熟商品化北美冬青,我国引种的北美冬青在结果量上还有明显的差距^[10, 34]。相关研究表明,合适的 N 浓度可以有效提高一级分枝数、单位长度坐果数,从而提高北美冬青的坐果率,过高或是过低的 N 水平,对于北美冬青的坐果率都有一定的影响^[35]。查琳等^[36]通过研究全年北美冬青叶片中营养元素的动态变化,发现 4 月北美冬青对 N 的需求量最高。在盆栽北美冬青的培育上,还可以通过多效唑的使用,来达到植株矮化和增加结果的效果,从而提升盆栽北美冬青的观赏性^[37-38]。

以往的报道中,北美冬青的主要繁殖手段有播种、扦插、高空压条和嫁接等方法^[39-42],相较于播种繁殖,通过扦插等无性手段繁殖的苗一致性更好,然而其在我国的商品生产中,扦插成活率却相对较低^[43-44]。蔡建国等^[45]通过合理的配置扦插基质,以及陈慧玲等^[41]通过使用一定量的生根剂可以相应地提高北美冬青的扦插成活率;王丽英等^[46]还进一步就不同生根剂对北美冬青生根效果进行了比较试验。通过离体培养的方式可以使得北美冬青在一致性和繁殖效率上均得到保证,因而近年来针对北美冬青的组织培养快繁体系也做了大量研究^[47-49]。

5 北美冬青病虫害防治

北美冬青在原产地的病虫害易感性并不十分突出,然而在引种到我国之后,由于立地条件和天气、气候与原产地的差别,或是生物环境的原因,在栽培管理当中表现出一定的病虫害易感性^[23]。在虫害上北美冬青易感红蜘蛛、刺蛾,其在幼年时期还极易受到蚜虫的侵害,同时由于昆虫的传播会导致腐霉病、灰霉病、白粉病等疫症,在温暖潮湿的天气以及设施栽培条件下病虫害的发生会比较严重^[50]。当病虫害发生时,其叶片的观赏质量、结果量以及果实的观赏质量都受到很大影响,严重时甚至会危及到植物的生命,因此对于北美冬青的病虫害管理也十分值得关注。重视栽培地土壤状况的监测,或是在容器育苗中对土壤的消毒可以有效抑制病虫害的发生。当病虫害发生时具体可以通过药物防治、人工防治以及生物防治等 3 个方面来实施^[51-52],不同病虫害的具体对应防治方案如表 3。

5.1 药物防治

北美冬青常用的病害防治药物有甲基硫菌灵、醚菌酯、戊唑醇、多菌灵、恶霉灵等;常用的虫害防治药物有:毒死蜱、除虫菊酯、马拉松乳等。药物防治虽然是在病害发生时比较直接的一种手段,但是长期使用药物防治会对环境产生一定的破坏,同时可能使病虫产生一定的耐药性从而降低防治效果。

5.2 人工防治

人工防治的手段主要在病虫害发生之前使用,起着对病虫害的预防作用。潮湿天气将植株进行适当修剪,合理密植、加强通风、合理的水肥管理提高植物对病虫的抵抗力^[53-54],夏季避免阳光直射,在病虫害发生的早期及早摘除病虫枝以免病虫害的影响扩大。

5.3 生物防治

利用天敌防治病虫害是一种环境友好型的方式,在栽培中常用瓢虫、草蛉、食蚜蝇和寄生蜂等来进行虫害的防治,而虫害的防治也能很大程度上抑制疾病的传播^[55]。其次,在北美冬青的栽植过程当中除了以上病虫害的发生之外,由于其果色鲜艳,通常还会吸引鸟类的啄食,因此生产中也必须重视对鸟类啄食其果实的防护^[20]。可以利用防鸟网,或间植果实颜色为黄色、橘色等同样鲜艳夺目,具有吸引力的植物,来引开鸟类的注意进行防治^[17, 56]。

表3 北美冬青易感的病虫害及对应防治方案

类型	病症	易感时期	防治措施
病害	丝核菌根、茎腐病	幼年时期	发病初期,可浇灌 50%甲基硫菌灵可湿性粉剂 500 倍液或 50%多菌灵可湿性粉剂 500 倍液,或用 70%恶霉灵可湿性粉剂 3 000 倍液灌根
	白粉病	潮湿天气	摘除病叶后,喷洒 300 mg/L 的 50%醚菌酯和 430 g/L 戊唑醇,利用大蒜捣碎的汁液可以进行预防或发病初期的治疗
	腐霉、疫霉根腐病	高温高湿天气	定植后做好温湿度及地温管理,湿度升高及时放顶风排湿,地温低时需及时松土 2—3 次,提高地温,创造根系正常发育的条件
	灰霉病	温度 20—25℃、湿度持续 90%以上	合理密植,潮湿天气加强通风进行预防,发病时喷施 50%异菌脲 1 000—1 500 倍液稀释液,5 d 用药 1 次;连续用药 2 次进行治疗
	叶斑病	潮湿的春秋 2 季	发病初可用 50%醚菌酯的 300 mg/L 和 430 g/L 戊唑醇,潮湿季节通风进行预防
虫害	红蜘蛛	4 月下旬—5 月上旬	虫害发生时,表面喷洒 40%毒死蜱乳油 800—1 000 倍液或 1.8%阿维菌素乳油 4 000—4 500 倍液喷雾
	刺蛾	6 月下旬—9 月下旬	发生时摘除幼虫较多的叶片,表面喷施 5.7%甲维盐乳油或 20%氰戊菊酯乳油 1 500—2 000 倍液进行防治
	蚜虫	春夏之交	发生时表面喷洒 25%吡蚜酮可湿性粉剂(240—270 g/hm ²),保护瓢虫、草蛉、食蚜蝇等天敌进行预防
	粉蚧	5 月下旬—6 月上旬	潮湿天气进行通风降低空气湿度、保护天敌等进行预防,发生时表面喷洒 25%的扑虱灵可湿性粉剂2 000 倍液,每 15 d 1 次,连续 2 次进行杀灭
其他	鸟类啄食果实	11 月上旬至次年	利用防鸟网,或间植黄色、橘色果实的植物引开鸟类的注意

6 总结与展望

在我国北美冬青引种栽培研究中,发现其对极端温度具有一定的耐受性,在我国东北地区、华东地区、华中地区以及西北地区的部分省、市,通过一定的栽培措施能够正常生长,即在我国北纬 25°至 46°之间、东经 105°至我国东南沿海,均可栽培生产。在日常栽培管理当中尤其注意土壤的酸碱性、土壤含水量的调配,以及夏季对于阳光直射的防护。通过保水剂的使用可以有效提高北美冬青在干旱地区的成活率,其次通过合理使用 N 肥能够提高坐果率,从而提高其观赏性。在繁殖上通过合理配比扦插基质和使用生根剂,可以有效提高扦插成活率。在条件允许的情况下,组织培养可以作为大规模生产繁殖的主要方式。高温潮湿天气北美冬青易受到病虫害的感染,病虫害的发生对其观赏质量造成严重影响,利用天敌、合理修剪、进行通风可以起到很好的预防效果。在病虫害感染严重的情况下,可以使用甲基硫菌灵、多菌灵、恶霉灵等化学药剂来进行防治。露地栽植的北美冬青在挂果期尤其需要注意利用防鸟网来防止其果实受到鸟类啄食。

北美冬青目前商业生产上主要的问题在于其产品质量与国外成品有一定差距并且扦插繁殖效率较低。现有的报道表明通过合理的栽培技术和病虫害管理方式可以有效提高其观赏价值和繁殖效率,在未来可以继续围绕其抗旱性、如何提高繁殖成活率、如何提高其商品性能进行深入研究。由于目前北美冬

青在我国花卉市场上的良好表现,其在我国栽培空间宽广,商品化生产潜力巨大,在未来的发展中甚至可以通过将北美冬青和我国本土冬青进行杂交选育出观赏性和适应性更佳的冬青品种。

参考文献:

[1] 冯 昊,熊浩荣,兰 芳,等.棕榈科植物在南充市城市园林中的应用调查与分析[J].西华师范大学学报(自然科学版), 2019, 40(4):346-351.

[2] 蔡 慧,徐子涵,丁彦芬.野生堇菜属植物引种栽培及开发利用研究进展[J].中国野生植物资源,2020,39(1):41-46.

[3] 鲍荣静,王 姗,鲍华鹏,等.不同叶形油用牡丹丹的引种栽培试验[J].江苏农业科学,2019,47(24):117-120..

[4] 孙利强,袁德强,刘子茵,等.郑州市 35 种冬季观果植物的综合评价[J].江苏林业科技,2020, 47(1):1-5.

[5] 郑忠标.观果植物在园林景观设计的使用——评《园林植物图鉴丛书 观果植物》[J].中国果树, 2019(5):23.

[6] YANG Y, XIE X T, TAO S C. et al. Plasmodesmata play a critical role in promoting the germination of floral buds in *Ilex verticillata* [J]. Plant Growth Regulation, 2020,91:349-357.

[7] 李艳梅.调整产品实现多元化理性回归家庭市场——探营 2016 年宵花市场[J].中国花卉园艺,2016(1):10-13.

[8] 楼建华,姜兰芸.冬青属植物在园林景观中的应用[J].园林, 2015(11):64-67.

[9] 石姜超,舒大慧,丛 群.冷凉花卉:年宵市场“新面孔”[J].中国花卉园艺,2015(3):32-33.

[10] 韶 月.“新”——绕不开的关键词[J].中国花卉园艺,2020 (1):16-17.

[11] 丛 群,李 林.北美冬青(*Ilex verticillata*)鲜切枝冷链物流过程关键参数模拟分析[C]//中国观赏园艺学术研讨会论文集,2018:582-586.

- [12] 王 想,张 旭,李 林,等.基于 WSN 的北美冬青鲜切枝冷链全过程监测系统[J].农业机械学报,2017, 48(S1):394-400.
- [13] 王新悦.切花:进口花材催生“网红”品种[J].中国花卉园艺, 2019(3):23-26.
- [14] 颜 清.北美冬青彻底“红”了[J].中国花卉园艺,2014(24):7.
- [15] 王秀英,周伟伟,李艳梅,等.红红火火过新年岁岁年年花满屋——近百个花卉品种为元宵市场增香添彩[J].中国花卉园艺,2018(3):24-30.
- [16] 余有祥.北美冬青引种栽培[J].中国花卉园艺,2009(10):40-41.
- [17] 陈华超,石端华,张泽雄.华中地区北美冬青的日常栽培管护[J].湖北林业科技,2016, 45(3):81-82.
- [18] 查 琳,袁紫倩,董建华,等.‘奥斯特’北美冬青在我国区域性引种试验[J].林业科技开发,2015, 29(6):80-82.
- [19] 杨玉珍,陈 刚,王国霞,等.北美冬青的园林特性及其应用[J].农学报,2015, 5(4):73-76.
- [20] 陈华超,陈慧玲,张新叶,等.武汉地区北美冬青培育技术[J].湖北林业科技,2014, 43(2):71-72.
- [21] 曾沧江.中国冬青科植物志资料[J].植物研究,1981(Z1):1-44.
- [22] 李冬玲,付 晖,任全进,等.中国华东地区冬青属药用植物资源调查[J].中国野生植物资源,2003,22(1):22-24.
- [23] 杨志莹,王 伟,王成金,等.潍坊地区北美冬青引种研究[J].安徽农业科学,2019, 47(2):114-116,122.
- [24] 丛 群,梁华山.北美冬青应用形式与前景[J].中国花卉园艺, 2017(2):46-47.
- [25] 吴自光,孙新新,翟光耀,等.临沂地区北美冬青引种适应性研究[J].现代农业科技,2017(16):124-125.
- [26] 姚丽娟,周秀兰,杨燕萍,等.温州地区北美冬青栽培适应性观察[J].农业科技通讯,2016(1):223-224.
- [27] 潘 婷,李 娟,张志浩,等.北美冬青光合作用的季节变化及其与环境因子的相关性[J].江苏农业科学,2019, 47(6):137-140.
- [28] 杨玉珍,张云霞,张志浩,等.北美冬青光合作用日变化特征及其与生理生态因子的关系[J].西北师范大学学报(自然科学版),2016, 52(4):88-92.
- [29] 陈 茜,周之涵,王瑞琪,等.低温处理对北美冬青叶片抗氧化能力的影响[J].热带亚热带植物学报,2016, 24(6):689-695.
- [30] 李鸿杰,雷 颖.甘肃南部北美冬青引种适应性试验研究[J].林业科技通讯,2019(1):39-42.
- [31] 沈登锋,魏 斌,洪春桃,等.不同浓度乙酸处理北美冬青(*Ilex verticillata*)叶片的转录组分析[J].分子植物育种,2020, 18(2):401-408.
- [32] 沈登锋,蒋笑丽,洪春桃,等.保水剂在北美冬青容器育苗中的应用研究[J].山地农业生物学报,2019, 38(3):86-88.
- [33] 陈燕琼,沈 瑒,范佳露,等.茉莉酸甲酯对干旱及复水下落叶冬青苗叶片抗氧化水平的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2018,42(6):35-43.
- [34] 连 梅.北美冬青跻身元宵新宠[J].中国花卉园艺,2020(1):26-27.
- [35] 查 琳,余有祥,袁紫倩,等.不同氮水平对盆栽‘奥斯特’北美冬青生长及座果的影响[J].浙江林业科技,2016, 36(1):51-54.
- [36] 查 琳,余有祥,袁紫倩,等.‘奥斯特’北美冬青叶片主要营养成分含量的年变化规律研究[J].江苏林业科技,2015, 42(05):14-16.
- [37] 余有祥,查 琳,徐旻昱,等.多效唑对盆栽‘奥斯特’北美冬青生长和坐果的影响[J].江苏林业科技,2015, 42(3):21-23,46.
- [38] 蔡建国,王丽英,涂海英,等.多效唑对盆栽北美冬青的矮化效应[J].福建林业科技,2014, 41(3):36-39.
- [39] 张俊林,樊 靖,姜兰芸,等.北美冬青结果枝高空压条技术研究[J].林业科技通讯,2016(6):63-66.
- [40] 余有祥,查 琳,徐旻昱,等.‘奥斯特’北美冬青嫩枝扦插技术[J].林业科技开发,2015, 29(1):27-29.
- [41] 陈慧玲,张新叶,陈华超,等.北美冬青硬枝扦插技术研究初探[J].农学报,2015,5(9):100-103.
- [42] 邹义萍,金晓玲,杨玉洁,等.采穗时间和生根剂对北美冬青生根的影响[J].广东农业科学,2012, 39(17):43-45,44.
- [43] 谢有福.北美冬青容器育苗试验研究[J].林业勘察设计,2015(1):141-143,146.
- [44] 余有祥,查 琳,徐旻昱,等.‘奥斯特’北美冬青种子萌发及苗期观察[J].浙江林业科技,2016, 36(2):86-89.
- [45] 蔡建国,王丽英,胡本林,等.不同基质对北美冬青扦插生根的影响[J].浙江林业科技,2014, 34(3):72-75.
- [46] 王丽英,蔡建国,臧 毅,等.不同生根剂对北美冬青嫩枝扦插生根的影响[J].江苏农业科学,2014, 42(9):157-159.
- [47] 王 欢,杜凤国,兰 河,等.观果树种轮生冬青离体快繁技术[J].东北林业大学学报,2017, 45(12):27-31.
- [48] 张俊林,余有祥,沈柏春,等.北美冬青‘奥斯特’的组织培养和快速繁殖[J].植物生理学报,2014, 50(10):1541-1545.
- [49] 雷 颖,吴利红.北美冬青“奥斯特”组培过程中玻璃化问题的研究[J].林业科技通讯,2019(8):77-79.
- [50] PISARČIK M, HAKL J, HREVUŠOVÁ Z. Effect of *Pythium oligandrum* and poly-beta-hydroxy butyric acid application on root growth, forage yield and root diseases of red clover under field conditions[J].Crop Protection, 2020, 127:20-24.
- [51] 高 龙.林业病虫害的防治现状及对策[J].现代农业科技, 2020(9):123,125.
- [52] 赵 娜,云成文.林业病虫害生物防治技术探析[J].现代农业科技,2020(10):96.
- [53] 丛 群,刘明军,林东旭,等.有机水溶肥对北美冬青生长的影响[J].安徽农学通报,2019, 25(4):56-58.
- [54] ROS M, ALMAGRO M, FERNÁNDEZ J A. et al. Approaches for the discrimination of suppressive soils for *Pythium irregulare* disease[J]. Applied Soil Ecology, 2020, 147:30-35.
- [55] 苏 洁.森林保护的病虫害防治技术探讨[J].现代园艺,2020(6):51-52.
- [56] 马文会,崔丽贤,杜润生,等.果树防鸟网应用技术[J].河北果树,2016(4):35.