

富锦湿地狭叶香蒲种子繁殖及养护管理研究

姚丹丹, 梁英辉, 穆丹*, 李青楠 (佳木斯大学生命科学学院, 黑龙江佳木斯 154007)

摘要 以狭叶香蒲为材料, 在阐述狭叶香蒲的形态特征和生态习性的基础上, 结合寒地湿地气候条件, 针对狭叶香蒲的种子繁殖方法、栽培技术、物候期、养护管理、病虫害防治等进行研究, 探索寒地湿地人工育苗技术, 提供后续生理学、分子生物学等研究的优质试验材料, 以期水生植物狭叶香蒲的引种驯化、抗逆品种选育以及推广应用提供科学依据与参考。

关键词 寒地; 湿地; 狭叶香蒲; 种子繁殖; 养护管理

中图分类号 S682.32 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)07-0048-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.07.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Seed Propagation and Conservation Management of *Typha angustifolia* in Fujin Wetland

YAO Dan-dan, LIANG Ying-hui, MU Dan et al (College of Life Sciences, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007)

Abstract Taking *Typha angustifolia* as the material, on the basis of expounding the morphological characteristics and ecological habits of *Typha angustifolia*, combining the climatic conditions of cold wetland, based on the comprehensive scientific experiments and studies on the seed propagation methods, cultivation techniques, phenological period, conservation and management, pest control and so on of *Typha angustifolia*, the artificial breeding techniques of cold wetland were explored, in order to provide scientific basis and reference for the introduction and domestication of the aquatic plant *Typha angustifolia*, the breeding of stress-resistant varieties and the popularization and application.

Key words Cold region; Wetland; *Typha angustifolia*; Seed cultivation; Maintenance management

香蒲属植物是重要的湿生植物资源, 世界范围内约有 16 种, 以温带地区种类较多, 我国约 12 种, 在我国大部分地区均有栽培, 主要分布于中原地区、西南地区和华东地区^[1]。香蒲属植物具有很强的适应性和较高的经济价值, 广泛应用于纺织、医药、食品等领域, 是重要的水产经济植物之一^[2]。狭叶香蒲(*Typha angustifolia*)为香蒲科香蒲属多年生水生草本植物, 分布于热带至温带的高山湿地、溪流边缘以及沙漠中, 常被用作花园池塘边的水景点缀植物, 也是湿地和水面景观常用的装饰材料, 具有极高的园林应用价值^[3]。

繁殖是植物生命活动的中心环节, 受到植物内因(基因型)和外因(收割、遮阴、胁迫、种间关系等)的影响^[4]。狭叶香蒲可以分株的形式进行无性繁殖, 也可进行有性繁殖, 这需要根据其所处生长环境和对于生长环境的适应情况决定。国内对于狭叶香蒲的种子繁殖及养护管理的研究仍较少, 对于寒地湿地狭叶香蒲的研究尚未见报道, 为探明寒地湿地环境下狭叶香蒲的种子繁殖方法、养护管理及进一步的开发应用, 笔者通过室内种子繁殖与露地移栽相结合的方式, 力求打破自然环境对狭叶香蒲生长的限制, 探索寒地人工育苗技术, 筛选出优良的实生苗, 为顺利开展后续狭叶香蒲的各项生理学、分子生物学等方面的研究提供试验材料, 也为其在寒地湿地的引种驯化、抗逆品种选育以及推广应用提供科学依据。

1 材料与方

1.1 试验地概况 引种试验地设在富锦国家湿地公园内。富锦国家湿地公园位于黑龙江省东北部的富锦市, 地处中国边疆, 与俄远东地区相邻^[5]。131°25'~133°26'E, 46°45'~

47°37'N, 海拔 55~65 m, 属中温带大陆性季风气候, 温差略大。年平均温度为 3.40℃, 极端最高温度可达 38.90℃, 1 月温度较低, 月平均温度为 -19.10℃, 极端最低温度可达 -37.80℃。年无霜期为 136~188 d, 年平均降水量为 512.30 mm。气候表现为春季降雨减少且风大; 夏季温热多雨; 秋季气候凉爽舒适; 冬季寒冷漫长。试验地土壤以黑土和草甸土为主, 质地较厚, 土壤肥力好, 可耕性好。

1.2 试验材料 试验材料为狭叶香蒲种子, 购自广东省茂名市电白区薪源苗木有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 种子繁殖方法。 采用土培法和培养基播种法进行种子繁殖^[6]。土培法播种后每日轻轻喷洒培养土表面, 保持湿润。培养基播种法采用 MS 培养基^[7], 将狭叶香蒲种子点播于培养基, 置于恒温培养室培养。调节恒温培养室温度 25℃, 光培养 16 h/d, 光强 2 068 lx, 湿度 85%~90%。

1.3.2 形态特征与物候观测。 在狭叶香蒲不同生长阶段, 对培养基法和土培法培养获得的株系分别进行跟踪观测。测量植株生长高度、叶片数量与长度、根长及形态特征等, 研究不同培养方式对其形态产生的影响。采用顺序观察法进行形态特征的观测, 用肉眼观察狭叶香蒲叶、茎、根, 用游标卡尺测定茎的粗度、叶柄长度、叶柄粗度及叶的纵横径等, 用实体显微镜观测植株细部结构。培养 60 d 后, 记录狭叶香蒲植株高度、各组织器官长度等。采用动态观察法, 进行狭叶香蒲生活习性、生长过程、生殖发育的观测。详细记录展叶时间、开花时间、叶长、叶宽、叶柄长度、花序长度、果实成熟时间等, 测定种子千粒重。2~3 d 观测 1 次, 做到不漏测、不迟测。对狭叶香蒲生长状况进行评定, 分析环境条件对生长发育的影响, 对比不同培养方式下狭叶香蒲在寒地湿地的生长发育状况。

1.3.3 栽培管理。 试验期间, 严格控制狭叶香蒲的水肥和

作者简介 姚丹丹(1996—), 女, 黑龙江安达人, 硕士研究生, 研究方向: 经济植物抗逆性。* 通信作者, 副教授, 硕士生导师, 从事经济植物抗逆性研究。

收稿日期 2021-11-17

温湿度调节,观测并分析适宜的生长条件和养护管理措施。同时,注意狭叶香蒲的病虫害防治,采取相应的防治手段与措施。

2 结果与分析

2.1 形态特征与生态习性

狭叶香蒲为多年生水生或沼生草本植物^[8]。根状茎乳黄色,先端白色。地上茎直立,粗壮,高 1.5~3.0 m。叶片长 54~120 cm,宽 0.4~0.9 cm,叶形呈扁平带状,细胞间隙大,呈海绵状。雄花序轴具褐色扁柔毛,分叉;叶状苞片 1~3 枚,花后脱落;雌花序长 15~30 cm,基部具 1 枚叶状苞片,通常比叶宽;雄花由 3 枚雄蕊合生,花药长椭圆形,花丝极短,细弱,在下部联合形成柄,长 1.5~3.0 mm,向下渐宽;雌花具一小苞片;孕期雌花柱头狭线形至披针形,花柱长 1.0~1.5 mm,子房为纺锤形,具有小棕色斑块,子房柄细长;不育雌花子房为倒圆锥形,具有黑褐色斑块,先端为棕黄色,不育柱头短尖;白色丝状毛着生于子房柄基部。果实为长椭圆状,约 1.5 mm 长,有褐色斑块,纵裂。种子黑褐色,长 1.0~1.2 mm。花果期 6—9 月^[9-10]。

经试验发现,狭叶香蒲虽然在湿地生长环境中具有很强的适应性,且对土壤和水质的要求不太严格,且基底土壤条件和回填砂壤土的处理对狭叶香蒲的成活和生长发育的影响不大,但更喜温暖、潮湿、阳光充足、通风良好的生长环境。且土壤条件以疏松肥沃、排水良好的微酸性砂石质壤土为佳,pH 5.50~6.50 为宜。偏碱性土壤容易在狭叶香蒲的表面引起锈斑和泛黄,且容易形成不规则形状,收割时容易折断,降低了产品质量。露天种植时应选择便于排水和灌溉且无污染的水源。狭叶香蒲在引种地可以全年种植,该试验选择在夏季小苗长成后再分栽。温度高于 5℃ 时,可以开始播种繁殖,春季气温逐渐回升至 15~20℃ 时开始种植较佳,最适生长温度为 15~25℃,属于长日照植物。

2.2 种子繁殖与栽培

2.2.1 种子预处理与繁殖

狭叶香蒲种子外观为深褐色长椭圆形,外皮质地坚硬,透水性相对较差,低温下种子发芽慢,导致出苗期长且出苗不一致^[11]。为了防止野外采集的种子品质不均匀而导致种子发芽的速度慢,故狭叶香蒲播种前需进行催苗消毒处理。取出已经贮藏后的狭叶香蒲种子,选择晴天早晨,在干净的加有滤纸培养皿上将种子摊平约 0.5 cm 厚,晾晒 1~2 h,然后用蒸馏水冲洗以除去秕籽和虫蛀籽,将其浸入 0.1% KMnO₄ 溶液中 10~12 h,浸泡期间每 1~2 h 搅拌一次,筛选下沉种子,用蒸馏水冲洗种子 3~5 次,最后将种子浸入 30~35℃ 的温水中 2~3 d。每天更换一次水,种子充分吸收水分后会沉在水底。将其全部取出,用湿纱布包住种子,并在温度 25~26℃ 的恒温培养室中进行催芽处理。每天在纱布上淋约 25℃ 的温水 2~3 次,以避免缺氧引起的闷种,当 80% 的种子露出白芽时可播种育苗。该试验采用土培法和培养基播种法 2 种播种方法进行研究^[12]。

土培法:以砂壤土:有机肥:珍珠岩:苍糠灰=5:3:1:1 的比例充分混合后配制营养土。使用深度干燥和化学消毒方法:将配制好的营养土深层晾晒约 20 d,一般用化学消毒剂

百菌清喷雾消毒。完成一系列消毒措施后,将营养土填充试验盆,充分喷水以润湿土壤,即可播种。通过点播的方式在培养盆内进行播种,播种时不宜过密,保持 1.5 cm 左右间距,若种植过密,当狭叶香蒲长高时会很难把握浇水的均匀度,部分盆土播种后会因土壤水分过多而造成幼苗烂根,导致一些狭叶香蒲种子幼苗萎蔫。狭叶香蒲播种后应在土壤上覆盖 2 cm 左右的细土,可以有效提高狭叶香蒲种子发芽率和幼苗整齐度,保持试验盆土含水量在 90% 左右,放置于恒温培养室进行培育。

培养基播种法:MS 培养基中混合 2.4% 的蔗糖、0.8% 的琼脂、母液和蒸馏水进行配制,调节 pH 为 5.5,高压蒸汽灭菌锅灭菌,于超净工作台进行倒平板操作,平板厚度约占培养皿厚度的 1/3(防止培养基干涸或开裂)。将预处理的种子点播到培养皿上,间距保持 1.5 cm 左右,防止过密影响种子发育。点样完毕后,密封培养基,于组织培养室进行人工光照培养。当培养 7~15 d 长出 3~4 片叶、嫩茎数 2~3 个时进行移植,移植时用镊子小心除去苗根附近的琼脂,放入事先备好的装有少量营养液的培养皿中清洗根部残留的琼脂,清洗后的幼苗插入土中,幼苗根部完全掩埋,保持土壤始终湿润。移植完成后覆盖塑料膜,塑料膜上均匀戳孔,以增加其透气性。将移植后的幼苗置于恒温培养室培养。

2.2.2 露地移栽

移植时,选择土质疏松、排水良好的砂质土壤作为试验田,施肥时加入腐熟的有机肥,并在试验田中施入适量的过磷酸钙和草木灰等可溶性磷、钾含量高的有机肥料作为基肥。将试验田整平,用 50% 的多菌灵可湿性粉剂 200 倍液 3 g/m² 均匀喷洒试验田表面,以植株行距 30 cm×40 cm 和深度 6~9 cm 进行规范种植。按种苗大小分级一致的种在一起,按 3~5 cm 株距摆放幼苗,一手扶住苗身,用少量土壤覆盖并用另一只手将其压紧,使根与土壤密接,然后用 2~3 cm 的细土覆盖,浇透水、定根、稳苗,水渗透后再用 1~2 cm 的土覆盖,为了防止移植后土壤板结和水分的蒸发。移植后 3~4 d,应及时检查并补种,以防止幼苗短缺。补栽的新幼苗应在二次栽植前一次性浇足量的水,确保新栽的幼苗完全成活。待幼苗完全成活,抽出新的根茎后,再进行分层培土。栽植后追施适量的肥料,肥料以磷、钾肥为主,随水施肥可使肥力更佳。第二次种植后,将幼苗的根茎紧紧地按压,以确保根茎的顶部暴露于潮湿的土壤表面。幼苗栽植后第 1 次浇水时应彻底浇透,后续浇水也应严格遵循“见干见湿”的浇水原则。

2.2.3 种子采收与保存

在适宜的气温条件下,60~90 d 后应严格按照采收标准^[13]采收。蒲棒成棕红色且干燥时为采收适宜时期,如不及时采收,易受外界影响爆裂成蒲绒,影响收获和品质。因此狭叶香蒲成熟后应及时收获、单收、单藏,剪下蒲棒后,及时剔除杂质,收获后及时脱粒,摊开晒干,防止霉变。放入干净且通风的编织袋内,在 0~4℃ 下贮存,便于后续试验使用。

2.3 物候期观测

狭叶香蒲在土培法和培养基播种法 2 种不同播种方法下,生长发育状况见表 1。由表 1 可知,培养基

播种法可以为狭叶香蒲幼苗提供适宜的环境条件,由于前期育苗在培养基进行,较清洁卫生,移植后病虫害较少^[14]。保证狭叶香蒲幼苗均衡的生长状况,有利于为后续试验提供长势均一的种苗,减少试验误差;采用培养基播种法进行育苗,展叶速度较快,播种4~6 d即可发芽、展叶。MS培养基能及时为幼苗提供生长所需的营养物质,幼苗成活率可达100%。与传统的土培法播种相比,虽然移栽后的幼苗需要4~5 d的缓苗时间,但由于培养皿中的狭叶香蒲幼苗在移栽前生长较为强壮,移栽后缓苗迅速,生长发育的周期一般较短,能够在较短的生长发育周期内迅速获得较好的试验用苗。土培法

播种约7 d种子开始发芽,出苗率较高可达95%,比培养基播种法略低;展叶期5~8 d,比培养基播种法展叶略晚;开花时间45~50 d,与培养基播种法栽培相比约晚5 d;该方法在幼苗培养初期的持续时间通常为30~60 d。幼苗从初期到盛期,生长速度逐渐加快。苗高5~10 cm时,根据苗木生长状况喷洒0.2%~0.3%的复合型叶面肥,每7 d浇水、除草1次,以确保播种后种苗正常生长。与土培法播种相比,培养基播种法栽培的种苗展叶时间和开花时间早,植株总体生长水平高于土培法播种,且成活率较高,是一种简易高效的狭叶香蒲培养方法。

表1 不同培养方法下狭叶香蒲生长发育状况

Table 1 Growth and development status of *Typha angustifolia* under different culture methods

播种方法 Sowing method	成活率 Survival rate//%	展叶时间 Exhibition time//d	开花时间 Flowering time//d	平均叶长 Average leaf length//cm	平均叶宽 Average leaf width//cm	叶柄长 Petiole length cm	平均花序长度 Mean inflorescence length//cm	果熟时间 Fruit ripening time//d	种子千粒重 1 000-seed weight//g
土培法 Soil culture method	95	5~8	45~50	72	0.7	125	25	76~86	4.3
培养基播种法 Medium seeding method	100	4~6	40~45	78	0.7	128	28	72~81	4.5

2.4 养护管理

2.4.1 水肥管理。为了在种植后提供充足的养分,可在种植前将牛粪、马粪或鸡粪用作底肥^[11]。通常狭叶香蒲的施肥主要基于分解后的农家肥,还可收集一些老叶和杂草以增加土壤有机质。为了保持其旺盛生长,在播种30 d后可追肥1次,主要施用农家肥。3片叶时施用追肥,并施用腐殖酸和甲壳质等生物有机肥料以促进生根;6~7片叶时使用高氮复合肥生根。严格控制用量和喷洒时间,天气干燥时可以减少用量,晴天喷洒效果更好。

2.4.2 温湿调控。狭叶香蒲是水生草本植物,偏爱浅水环境,对水有严格的要求^[15]。在种植过程中必须保持水层适中,并在种植开始时保持7~10 cm的水深。每30~60 d换水1次,及时切掉枯叶、黄叶。狭叶香蒲在种苗移植前7~10 d应给土壤浇足水分,有助于提高其土壤湿度,促进狭叶香蒲种苗的生长;种苗定植后应适时增加浇水频率,并在幼苗种植过程中始终注意保持土壤湿润,避免忽干忽湿。随着狭叶香蒲植株的快速生长,水深也可以适度加深,但最深不得超过30 cm,生长期应避免出现土壤缺水情况,否则叶缘容易卷曲、皱缩。室内栽植时,应根据盆栽土壤的状况每7 d至少浇水1次,以使室内空气与土壤的相对湿度始终保持在85%左右。

2.4.3 病虫害防治。在培育过程中,狭叶香蒲主要易受蚜虫和蜗牛侵害,其他病虫害不易发生。一旦受到蚜虫侵害可及时采取以下的措施:首先在良好天气下喷洒50%的抗蚜虫可湿性粉剂3 000倍液;其次,在播种过程中,应及时彻底清除黄叶、病叶,注意排水和保持通风。在种植过程中,在其过密处修剪收割农作物后,及时清除田间的农作物残留物和杂草,以减少疾病和害虫的来源^[16]。此外,减少害虫源,是另一重要的病虫害防治措施。

3 结论与讨论

该研究采用室内种子繁殖与露地移栽相结合的方法,对

寒地香蒲人工育苗技术进行了探索,对狭叶香蒲的引种栽培具有重要意义。培养基播种法能为狭叶香蒲提供适宜的播种环境,有利于优质狭叶香蒲的生长繁殖。孟焕等^[17-18]研究了不同预处理方法对香蒲发芽的影响。结果表明,KMnO₄和KNO₃溶液浸泡后的香蒲种子可以缩短种子的出苗时间,提高种子的发芽率;同时,发现香蒲种子的发芽率和发芽速度受土壤深度的影响显著,0和>2 cm土壤深度对香蒲种子的发芽率和发芽速度影响较大,水烛种子的发芽率较高且发芽速度较快,<1 cm土壤深度更有利于种子的存活和生长。袁桂香等^[19]在静水条件下,研究了不同水深梯度对香蒲生长和繁殖的影响。结果表明,深水处理对香蒲的生长和繁殖具有明显的抑制作用,香蒲通过增加地上部分的相对生物量和增加地上部分的伸长生长来适应水深的增加。

结合前人研究,利用培养基播种法进行狭叶香蒲人工育苗,为突破自然环境对狭叶香蒲生长的限制,探索寒冷地区人工育种技术,为寒地湿地引种驯化、抗性品种选育及其推广提供科学依据。

参考文献

- [1] 朱秀玉. 中国香蒲属(香蒲科)无苞组的分类学研究[D]. 武汉:华中师范大学,2012;8-16.
- [2] 徐媛,陶笑,周增辉. 蒲菜研究进展[J]. 北方园艺,2019(8):142-147.
- [3] 陈佩东,严辉,陶伟伟,等. 我国香蒲属水生药用植物资源及其资源化利用研究[J]. 中国现代中药,2015,17(7):656-662.
- [4] 刘行,李成忠,汤庚国,等. 野生金莲花在泰州区域的引种栽培技术研究[J]. 种子,2019,38(1):60-63.
- [5] 杨俊新,孙宏斌,杨志超. 黑龙江富锦国家湿地公园生态开发研究[J]. 合作经济与科技,2015(6):40-41.
- [6] 梁英辉,穆丹,缪天琳,等. 寒地鼠耳芥室内栽培技术[J]. 种子,2019,38(6):147-150.
- [7] 刘均利,吴斌,刘海鹰,等. 毛叶木姜子的组织培养与快速繁殖[J]. 西部林业科学,2020,49(3):21-28.
- [8] 袁宜如,李晓云,高光林. 狭叶香蒲及其开发利用研究进展[J]. 现代农业科技,2012(9):112-113,115.

也积极实施以天然林保护、禁止乱砍滥伐、退耕还林为主的生态环境保护政策和建设工程,极大增加了湖南省植被覆盖。

3 结论与讨论

该研究以 MODIS NDVI 数据为基础,基于像元二分模型,探索了湖南省 2000—2020 年植被覆盖度时空变化规律及发生变化的驱动因素,结果发现,湖南省 2000—2020 年植被覆盖度整体呈上升趋势,增速为 0.59%/a。其中,植被覆盖度呈增加趋势的面积占研究区总面积的 89.16%,增加较为明显的区域主要集中在湘西和湘南;减少趋势区域的面积占研究区域总面积的 1.29%,主要集中在长沙、岳阳等城市的周边地区。气候因子中气温和降水量与植被覆盖度的年变化相关,且相关性较强,研究时段内气温是影响植被覆盖度变化的主要因素。湖南省在 1999 年启动实施退耕还林工程以来,通过退耕还林、封山育林和人工造林等措施,极大地改善了湖南的植被生态状况,提升了植被覆盖度面积。

植被覆盖度变化受众多因素的综合影响,该研究主要从气候因子、人类活动 2 个方面分析了湖南省 2000—2020 年植被覆盖度变化情况。需指出的是,气候因子包括气压、湿度、气温、降水量、风速和日照等,该研究中只是讨论了气温和降水量与 VFC 的关系,在以后的工作可进一步加强其他气候因子与 VFC 响应方面的研究。此外,地形地貌对植被的时空分布具有一定的影响,湖南省多丘陵,海拔差异明显,水—土—植被具有高度的相互依赖性,故在今后的研究中可加强地形地貌因子与不同植被类型植被覆盖的研究,从而为湖南省植被生态监测提供科学依据。

参考文献

[1] NEMANI R R, KEELING C D, HASHIMOTO H, et al. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999[J]. *Science*, 2003, 300(5625): 1560—1563.

[2] 孙红雨, 王长耀, 牛铮, 等. 中国地表植被覆盖变化及其与气候因子关

系:基于 NOAA 时间序列数据分析[J]. *遥感学报*, 1998, 2(3): 204—210.

[3] 吴云. 基于 RS 和 GIS 的植被覆盖度估算及动态变化分析:以三北防护林工程区和海河流域分析[D]. 阜新:辽宁工程技术大学, 2009.

[4] 王朗, 傅伯杰, 吕一河, 等. 生态恢复背景下陕北地区植被覆盖的时空变化[J]. *应用生态学报*, 2010, 21(8): 2109—2116.

[5] 祁燕, 王秀兰, 冯仲科, 等. 基于 RS 与 GIS 的北京市植被覆盖度变化研究[J]. *林业调查规划*, 2009, 34(2): 1—4.

[6] WILSON J S, CLAY M, MARTIN E, et al. Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing[J]. *Remote sensing of environment*, 2003, 86(3): 303—321.

[7] 南颖, 刘志锋, 董叶辉, 等. 2000—2008 年长白山地区植被覆盖度变化对气候的响应研究[J]. *地理科学*, 2010, 30(6): 921—928.

[8] 张霞霞, 李晓兵, 陈云浩. 草地植被覆盖度的多尺度遥感与实地测量方法综述[J]. *地球科学进展*, 2003, 18(1): 85—93.

[9] 陈晋, 陈云浩, 何春阳, 等. 基于土地覆盖分类的植被覆盖度估算亚像元模型与应用[J]. *遥感学报*, 2001, 5(6): 416—422.

[10] 何月, 樊高峰, 张小伟, 等. 浙江省植被 NDVI 动态及其对气候的响应[J]. *生态学报*, 2012, 32(14): 4352—4362.

[11] 沙文生, 魏淑花, 牟高峰, 等. 宁夏草地植被覆盖度动态变化监测[J]. *安徽农业科学*, 2020, 48(23): 10—15, 20.

[12] KAUFMAN Y J, TANRE D. Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS[J]. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 1992, 30(2): 261—270.

[13] 王一富, 袁磊. 云南大理苍山保护区植被覆盖度动态变化遥感监测与分析[J]. *科学技术与工程*, 2020, 20(8): 2997—3002.

[14] 廖春贵, 熊小菊, 胡宝清, 等. 北部湾经济区植被覆盖变化特征及驱动因素[J]. *科学技术与工程*, 2018, 18(19): 20—25.

[15] JING X, YAO W Q, WANG J H, et al. A study on the relationship between dynamic change of vegetation coverage and precipitation in Beijing's mountainous areas during the last 20 years[J]. *Mathematical and computer modelling*, 2011, 54(3/4): 1079—1085.

[16] 毕晓丽, 王辉, 葛剑平. 植被归一化指数(NDVI)及气候因子相关起伏型时间序列变化分析[J]. *应用生态学报*, 2005, 16(2): 284—288.

[17] 孙睿, 刘昌明, 朱启疆. 黄河流域植被覆盖度动态变化与降水的关系[J]. *地理学报*, 2001, 56(6): 667—672.

[18] 刘宪锋, 朱秀芳, 潘耀忠, 等. 1982—2012 年中国植被覆盖时空变化特征[J]. *生态学报*, 2015, 35(16): 5331—5342.

[19] HOLBEN BRENT N. Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data[J]. *International journal of remote sensing*, 1986, 7(11): 1417—1434.

[20] QUARMBY N A, TOWNSHEND J R G, SETTLE J J, et al. Linear mixture modelling applied to AVHRR data for crop area estimation[J]. *International journal of remote sensing*, 1992, 13(3): 415—425.

(上接第 47 页)

[4] 宋金亮, 朱磊, 王震, 等. 低温弱光胁迫对西葫芦幼苗生长指标的影响[J]. *北方园艺*, 2017(1): 13—17.

[5] 王春萍, 张世才, 杨小苗, 等. 辣椒苗期耐低温弱光鉴定指标研究[J]. *核农学报*, 2021, 35(4): 989—996.

[6] 张红梅, 金海军, 卜立君, 等. 黄瓜高代自交系对低温弱光的生理响应及其抗性评价[J]. *分子植物育种*, 2021, 19(10): 3415—3423.

[7] 董灵迪, 杨玉波, 石琳琪, 等. 低温弱光对番茄不同品种的影响[J]. *华北农学报*, 2016, 31(S1): 183—187.

[8] 高青海, 王亚坤, 郭远远, 薄皮甜瓜种质资源苗期耐低温弱光鉴定及形态指标选择[J]. *浙江农业学报*, 2016, 28(8): 1360—1367.

[9] 许勇, 王永健. 黄瓜耐低温研究中几个问题的讨论[C]//韩振海, 黄卫东, 许雪峰. 中国科学技术协会第二届青年学术年会园艺学论文集. 北京:北京农业大学出版社, 1995.

[10] 王永健, 姜亦巍, 曹宛虹, 等. 低温对不同品种黄瓜种子萌发、过氧化物酶及同功酶的影响[J]. *华北农学报*, 1995, 10(2): 72—76.

[11] 李丹丹, 邹士成, 刘思源, 等. 低温弱光对黄瓜幼苗生长发育的影响[J]. *北方园艺*, 2015(18): 41—44.

[12] 徐婷, 樊景胜, 连永利, 等. 低温对高纬度半干旱区玉米主栽品种种子萌发特性的影响[J]. *安徽农业科学*, 2021, 49(9): 25—27.

[13] 张健, 张帆, 田佳星, 等. 西葫芦幼苗对低温弱光的响应及耐性评价指标筛选[J]. *北方园艺*, 2021(4): 1—9.

(上接第 50 页)

[9] 柳凯, 张霞, 孙玉东, 等. 江苏淮安蒲菜种群特征及优质生产技术要点[J]. *江苏农业科学*, 2015, 43(10): 227, 232.

[10] 袁宜如, 邹峥嵘, 高光林, 等. 鄱阳湖区狭叶香蒲人工栽培技术[J]. *现代农业科技*, 2013(6): 172.

[11] 孙元学, 杜登科, 邓正春, 等. 特产蔬菜蒲菜优质高产高效生产关键技术[J]. *农业科技通讯*, 2014(9): 249—251.

[12] 张霞, 王可心. 淮安蒲菜栽培技术[J]. *现代农业科技*, 2013(24): 109.

[13] 叶春, 于海婵, 宋祥甫, 等. 基底条件和栽培方式对芦苇和香蒲生长发育的影响[J]. *环境科学研究*, 2008, 21(1): 59—63.

[14] 张希祥, 慈维顺, 王国雨. 常见水生植物栽培技术措施[J]. *天津农林*

科技, 2012(3): 17—18.

[15] 王加强, 孙光闻, 刘厚诚, 等. 象牙菜优质高产栽培技术[J]. *农村新技术*, 2009(19): 9—10.

[16] 梁淑敏, 李燕山, 杨琼芬, 等. 4 个栽培密度对 6 个马铃薯基因型微型薯繁育种薯的影响[J]. *西南农业学报*, 2017, 30(11): 2454—2460.

[17] 孟焕, 王雪宏, 佟守正, 等. 预处理方式对香蒲和芦苇种子萌发的影响[J]. *生态学学报*, 2013, 33(19): 6142—6146.

[18] 孟焕, 王雪宏, 佟守正, 等. 湿地土壤埋深对芦苇、香蒲种子萌发的影响[J]. *生态学杂志*, 2013, 32(9): 2320—2325.

[19] 袁桂香, 吴爱平, 葛大兵, 等. 不同水深梯度对 4 种挺水植物生长繁殖的影响[J]. *环境科学学报*, 2011, 31(12): 2690—2697.