

植物源中草药防治农业病虫害的研究进展

刘燕刚¹, 韩莉^{2*}, 韩锦峰³

(1. 上海交通大学药学院, 上海 200240; 2. 上海交通大学化学化工学院, 上海 200240; 3. 河南农业大学农学院, 河南郑州 450002)

摘要 中华中医药源远流长, 在农业生产中也越来越引起重视, 尤其是由于长期大量施用化学农药防治农业病虫害, 导致农业环境和农产品受到污染, 已经严重危害了人们的健康。综述了植物源中草药防治农业病虫害的研究进展, 为推动减施化学农药, 绿色生产提供依据。

关键词 植物源中草药; 防治病虫害; 减施化学农药

中图分类号 S48 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)20-0018-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.20.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Progress of Planted-derived Traditional Chinese Medicine in Preventing Agricultural Diseases and Pests

LIU Yan-gang¹, HAN Li², HAN Jin-feng³ (1. School of Pharmacy, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240; 2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240; 3. College of Agriculture, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract Traditional Chinese medicine has a long history and a well-established system. More and more emphasis has been laid on using traditional Chinese medicine in agricultural production, especially because the long-term usage of huge amounts of farm chemicals, which is aimed at the prevention and cure of agricultural plant diseases and pests, led to the pollution of environment and products, seriously harming people's health. This paper made a literature review on using plant-derived traditional Chinese medicine to prevent agricultural diseases and pests. This paper also provided some evidence for promoting the elimination of farm chemicals and green production.

Key words Plant-derived traditional Chinese medicine; Prevention of agricultural diseases and pests; Elimination of farm chemicals

长期以来, 农业生产中大量施用化学农药防治病虫害, 导致农业环境污染, 农产品品质变劣, 极大地危害了人们的健康。为改变这种状况, 2017年中央一号文件中就提出推动化学农药零增长行动, 《国家农药管理条例》提出花、菜、果、中草药及菌类生产中不得使用剧毒、高毒化学农药。

以中草药为基础的中医学是以中国古代唯物论和辩证统一为基础, 认识自然, 认识生命, 防治疾病, 保障人的健康的学科。具有悠久历史的“五大农书”(《齐民要术》《王桢农书》《农桑辑要》《农政全书》《授时通考》)中就有中医理论和方法在农业上应用的记载^[1]。近年的许多研究表明, 中草药对防治农作物病虫害有很好的效果, 在减施或不施化学农药方面会有重要的作用。在国外, 也有不少学者在研究植物药防治农业病虫害的应用^[2-3]。基于此, 该研究综述了植物源中草药防治农业病虫害的研究进展, 为推动减施化学农药, 绿色生产提供依据。

1 植物源中草药在防治农业虫害中的应用

1.1 防治蔬菜虫害 苦参、川楝子和百部提取物对菜青虫和小菜蛾有较好的杀死作用^[4-5], 这3种提取物以6:5:6配比时, 对小菜蛾的杀伤率可达98.8%。莴苣油剂对菜青虫也具有较好的杀伤力, 虫口减退率达90%以上^[6]。鱼藤提取物对小菜蛾和多种蔬菜害虫也有较好的杀死效果^[7-9]。蓖麻粗提取物对大棚番茄烟飞虱^[10]、小菜蛾^[11-12]、蚜虫^[13]、韭菜迟眼蕈蚊^[14]和蛴螬^[15]都有较好的控制和杀死作用。臭椿提取物对菜青虫^[16]、醉鱼草提取物^[17]对萝卜蚜的杀伤力强。还有研究认为, 印楝素、苦参碱、鱼藤酮、百部和茶皂素对许多蔬

菜害虫都表现出很好的防治效果^[18]。

1.2 防治果树虫害 研究表明, 泽漆的根茎叶对桃蚜和山楂叶螨有剧烈的触杀作用^[19], 披针叶黄华对枸杞蚜虫触杀作用极强^[20]。

1.3 防治作物虫害 山海棠、苦楝、百部、泽漆等6种植物提取物喷施在烟草上, 蚜虫死亡率为76%~96%, 其混合物比单一提取物的杀蚜效果更好^[21-22]; 大蒜素和大蒜油对烟蚜也有很强的杀灭活性, 而且对蚜虫的繁殖有一定的抑制作用^[23]; 除虫菊素乳油对烟蚜有较强的灭杀活性^[24-25]。梁倩等^[26]发现, 臭椿提取物对烟蚜的杀虫活性优于商陆、节节草、三叶鬼针草等40多种植物提取液, 优于化学农药氧化乐果。3.5%苦皮乳油能有效防治烟青虫^[27]。1%印楝素可防治烟草蚜虫金龟^[28]。印楝素、闹羊花对烟草斜纹夜蛾有较强的杀伤作用^[29]。桉叶油和山苍子油对烟草甲老熟越冬幼虫的熏杀率可达87.7%~100%^[30-31]。以上研究都说明, 许多植物提取物对烟草害虫有较好的杀死作用。

泽漆茎叶提取物对麦长管蚜有较好的灭杀效果^[32]。中草药复方辰奇素能使小麦蚜减退率超过95%以上^[33]。臭椿提取物对米象^[34]、锈赤扁谷盗^[35]、大豆孢囊线虫^[36]都有较好的毒杀作用。苣荬菜和土牛膝对绿豆象有一定的驱避能力^[37]。

2 植物源中草药在防治农业病害中的应用

2.1 防治蔬菜病害 植物源中草药有很好的防治蔬菜病害的效果。从大蒜中提取的大蒜素对黄瓜枯萎病^[38]、黄瓜赤星病^[39]、白菜黑斑病^[40]、辣椒疫霉病^[41]、番茄灰霉病^[42]、番茄早疫病^[43]等都有很好的防治效果, 尤其对番茄叶霉病的防治效果明显优于化学农药多菌灵和甲布津, 因此在防治此病时可以完全替代化学农药^[44]。另外, 洋葱油对番茄灰霉

作者简介 刘燕刚(1965—), 男, 河南汝州人, 教授, 博士, 从事中医药研究。*通信作者, 教授, 博士, 从事应用化学研究。

收稿日期 2021-12-06

病也有较好的防治作用^[42],藿香精油对辣椒炭疽病和番茄早疫病的抑制率达 100%^[45]。朱水方等^[46]还发现 12 种中草药提取物对黄瓜花叶病毒病都有较好的防治效果。

2.2 防治果树病害 丁香提取物对芒果炭疽病抑制率达 77.64%,黄芩提取物对该病的抑制率为 55.59%^[47]。研究表明,含有紫草素、黄柏碱、小檗碱、黄芩素、绿原酸、黄酮类化合物和皂苷类化合物的中草药制剂都能很好的防治苹果轮纹病^[48]、核桃烂腐病、樱桃流纹病等病害^[49]。

2.3 防治农作物病害 研究表明,6 种中草药提取物(分别含有生物碱、黄酮类、香豆素等物质)对烟草黑胫病的防治效果均优于化学农药甲霜锰锌^[50]。心叶落葵^[51]、三叶鬼针草、连翘、大黄和板蓝根^[52]等植物的提取物防治烟草 TMV 的效果在 90%以上,另外,商陆、毛叶子花等 10 种植物的提取物对 TMV 的抑制率达 80%~90%^[53],这些研究表明防治烟草 TMV 可以使用中草药提取物,大量减施甚至替代化学农药。

中草药对粮食作物的病害也有防治效果。苍术和乌药的甲醇提取物对玉米大、小斑病、水稻胡麻叶病和甘薯黑斑病有较好的防治效果,而且明显优于化学农药多菌灵^[54]。野核桃茎、石榴皮和构树根等的提取物对禾谷镰刀菌菌丝生长抑制率在 80%以上^[54],王树桐等^[55]从 126 种植物中筛选出甘草和鸡冠花,它们的提取物对禾谷镰刀菌菌丝抑制率分别达 86.99%和 100%,由苦参、黄柏、蛇床子等的提取物配成的制剂 LS-1 对禾谷镰刀菌的抑制率可达 100%^[56]。马尾松提取物对小麦赤霉病有一定的抑制作用^[57-58]。苦豆子、石榴、大花金挖耳、苍耳、孜然等植物提取物对小麦白粉病有抑制作用^[59]。由狼毒、茵陈、蒿等多种中药材制成的禾奇正对稻瘟病有很好的防治作用^[60]。

2.4 其他 苍术、丁香、白芥子、熏倒牛等的提取物按一定比例配伍的制剂对于当归(中草药)病原菌的防治效果很好,产出的药材质量也明显优于施用化学农药的^[11]。

3 中草药防治病虫害的途径

3.1 防治虫害的途径 植物源中草药防治农业虫害主要表现为 3 种作用:第一,触杀作用。如苦皮藤^[61]、楝科植物含有的四环三萜类化合物^[62]与害虫体内的激素类物质的结构非常相似,表现出很好的接触死亡作用。第二,麻醉作用。廉喜红^[63]研究证明,苦皮藤根皮中含有的苦皮藤素能作用于害虫的神经-肌肉接头处,抑制兴奋性接点电位,导致害虫的呼吸减弱,行为迟滞,软瘫麻痹,最后缓慢死亡,鱼藤酮杀虫也是这种作用^[64]。李为争等^[65]试验表明,金龟子食用蓖麻之后,会因被蓖麻中含有的活性物质麻醉而死亡。第三,驱避作用。某些害虫对某些植物有驱避性,因此从一些植物中提取活性物质可以作为驱赶害虫的植物源农药^[1]。例如,短亭山麦冬挥发油对 3 种烟仓库害虫有很强的驱避性^[66],曼陀蔓提取液^[67]对锈赤扁谷盗、苜蓿菜和土牛膝提取液对绿豆象^[68]都有很好的驱避性。

一些完整植物对害虫也有驱避性,例如,果树行间种万寿菊可减少线虫发生量^[69],果树行间种马铃薯能防治二斑叶螨^[70]。

3.2 防治病害的途径 中草药植物可以通过多种途径防止病害:第一,抑制致病菌丝生长。从植物分离出的内生菌能降解病菌的致病因子和菌丝、产生拮抗物质,诱导植物产生或增强系统抗性,从而抑制病菌的发展。从构树、枸杞、马铃薯、辣椒、曼陀罗、茄子、夹竹桃、烟草等 8 种植物的茎中获得抗烟草黑胫病的内生菌 6 株,其中 K8(烟草)、T23(马铃薯)和 T11(构树)对烟草黑胫病防治效果分别达 75.41%、63.93%和 70.49%^[71]。大蒜提取物可以强烈抑制孢炭疽菌、荔枝双疫菌,小核菌的生长^[72]。第二,减少病毒侵入。中草药提取物能在靶植物体外使病毒外壳蛋白变性,或与病毒形成抑制物-病毒复合体,使病毒失去侵染性^[73-74];有些是通过与病毒竞争结合位点,使病毒与此位点不能结合而丧失侵入力^[75];或者诱导寄主植物体内产生抗毒素(植保素),产生病程相关蛋白(植物防卫反应的重要成员),提高抗病毒侵入的能力^[76-78]。第三,阻止病毒蛋白质的合成和 RNA 复制^[79]。中草药提取物可以钝化病毒,削弱病毒的侵染能力,降低病毒 RNA 在植物体内的复制速度,阻止病毒在体内的进一步合成。

4 结语与展望

农业生产中长期大量施用化学农药,严重影响了食品安全,对人类健康造成了极大的威胁。除化学农药外,在种植过程中防治农业病虫害的其他主要措施有农业耕作技术、物理技术(光诱杀虫等)及生物技术(微生物菌、植物源中草药)等,前面两项措施和生物菌在效果和使用条件上有一定的局限性,利用植物中草药防治病虫害是最有发展前途的“古老”的“新”领域,“中医农业”将会是我国未来农业的一大亮点^[80],利用植物中草药防治农业病虫害是我国落实减施化学农药的不二措施,主要表现为:第一,我国中草药资源丰富,还有中草药为人类治病的几千年实践和理论基础。第二,中草药防治农业病虫害既有单一的针对性,又有广谱性,防治效果好。第三,中草药防治病虫害不仅可以增产增效,而且农残大幅降低,农产品对人的健康是有益的,甚至有一定的防病治病作用。第四,植物中草药取材方便、成本低廉、控制期长、高效无污染、与环境高度相容等优点是化学农药和其他农药所不具备的。据报道^[80],西方国家早就注意到中草药有防治病虫害的作用,在某些植物性农药研究方面已领先我国,为了尽快在我国推动中医农业防治病虫害以达到减少化学农药施用的目的,需要加强和加快中草药防治病虫害的机理研究和新品种的筛选,加快防治农业病虫害的中草药制剂产品化,国内外虽已有中草药制剂商品化,但数量不够多,远不够生产需要。另外,政府的政策引领、技术指导、科学研究和示范推广的资金支持和宣传支持,提高整个社会特别是从事生产的农户对中草药防治病虫害的认知和执行力,是在生产中推动“中医农业”的顺利开展的有力保障。

参考文献

- [1] 柳娜,王雅莉,张凤萍,等.“中医农业”思想在岷归病虫害防治中的应用的必要性[J].安徽农业科学,2019,47(20):145-147,154.
- [2] KULKARNI J, KAPSE N, KULKARNI D K, et al. Plant-based pesticide for control of *Helicoverpa armigera* on *Cucumis sativus* [J]. Asian Agri-History,

- 2009, 13(4): 327-332.
- [3] SOLA P, MVUMI B M, OGENDO J O, et al. Botanical pesticide production, trade and regulatory mechanisms in sub-Saharan Africa: Making a case for plant-based pesticidal products [J]. Food Sec, 2014, 6(3): 369-384.
- [4] 袁静, 吕良忠, 丛斌, 等. 苦参生物碱杀虫生物活性的测定 [J]. 农药, 2004, 43(6): 284-287.
- [5] 张世姝, 陈玉, 杨光忠, 等. 川楝子杀虫成分及其活性探索(II) [J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 1997, 31(1): 73-76.
- [6] 卢金清, 何冬黎, 许家琦, 等. 3种植物提取物复配对小菜蛾的生物活性 [J]. 河南农业科学, 2011, 40(12): 110-112.
- [7] 操海群, 岳永德, 花日茂, 等. 植物源农药研究进展(综述) [J]. 安徽农业大学学报, 2000, 27(1): 40-44.
- [8] 姜子强, 叶燕萍, 张林辉, 等. 生物农药资源——鱼藤的研究进展 [J]. 农业科技通讯, 2010(1): 108-111.
- [9] 徐汉虹, 胡美英. 7.5%虫霸乳油防治小菜蛾的药效试验 [J]. 湖北植保, 1995(3): 7.
- [10] 赵斌, 周福才, 李传明, 等. 蓖麻和尚麻叶片粗提物对大棚番茄烟粉虱的作用 [J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2010, 31(4): 86-89.
- [11] 李琪, 周福才, 周桂生, 等. 不同生育期蓖麻叶片乙醇抽提物对小菜蛾幼虫影响 [J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2009, 30(3): 87-90, 94.
- [12] 邓天福, 曹新江, 杨萍. 植物提取液对菜青虫和小菜蛾的活性研究 [J]. 湖北农业科学, 2004, 43(6): 47-48, 46.
- [13] 赵建兴, 张树怀, 余国珍, 等. 蓖麻毒素粗提物杀虫作用的研究 [J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2001, 22(4): 78-80.
- [14] 赵鑫, 路文雅, 李正阳, 等. 蓖麻水提物和醇提物对韭菜迟眼蕈蚊的杀虫活性 [J]. 河南农业科学, 2016, 45(4): 91-94.
- [15] 申小卫, 安靖靖, 原国辉, 等. 蓖麻植株不同部位粗提物对蛴螬的触杀作用研究 [J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(4): 427-429.
- [16] 李莉, 金山, 铁军. 臭椿叶乙醇提取物对菜青虫生物活性的影响 [J]. 北方园艺, 2016(13): 122-124.
- [17] 陈海珊, 李典鹏, 赵肃清, 等. 植物提取物对萝卜蚜的室内毒力研究 [J]. 广西植物, 2004, 24(6): 563-565.
- [18] 张舒. 植物源杀虫剂的开发研究综述 [J]. 湖北农业科学, 2001, 40(4): 53-55.
- [19] 程志平, 苏智先, 王劲, 等. 泽漆乳浆及乙醇提取物对桃蚜的生物活性研究 [J]. 植物保护, 2007, 33(2): 46-49.
- [20] 王芳, 南宁丽, 周一万, 等. 10种植物粗提物对枸杞主要害虫的杀虫活性 [J]. 甘肃农业大学学报, 2013, 48(6): 88-91.
- [21] 章新军, 杨峰钢, 高致明, 等. 植物源农药防治烟草病虫害 [J]. 烟草科技, 2006, 39(6): 58-60.
- [22] 李金培, 张玉珍. 植物源农药的利用 [J]. 世界农业, 1998(12): 28-30.
- [23] 日本烟草公司烟草研究室. CORESTA 大会论文集 [C]. 日本烟草公司烟草研究室, 1996.
- [24] 王永, 王秀芳, 李长武, 等. 2.5%除虫菊素乳油防治烟蚜田间药效试验 [J]. 现代农药, 2005, 4(5): 43-44.
- [25] 陈凤英, 何寿斌, 徐国平. 5%除虫菊素乳油防治斜纹夜蛾田间药效试验 [J]. 江西植保, 2005, 28(2): 86, 85.
- [26] 梁倩, 李春燕, 单正威, 等. 臭椿等 20 种植物粗提物对烟蚜的杀虫活性 [J]. 中国烟草科学, 2020, 41(6): 76-81.
- [27] 刘爱芝, 李世功, 茹桃勤. 植物性杀虫剂 3.5% 苦皮素乳油防治烟青虫的初步研究 [J]. 河南农业科学, 1999, 28(3): 20-22.
- [28] 刘晓波, 杨本立, 陈国华, 等. 三种植物性杀虫剂对烟草码绢龟生物活性的研究 [J]. 中国烟草学报, 2001, 7(4): 33-35.
- [29] 李晓东, 陈文奎, 胡美英. 印楝素、闹羊花素-III 对斜纹夜蛾的生物活性及作用机理的研究 [J]. 华南农业大学学报, 1995, 16(2): 80-85.
- [30] 程新胜, 范方兵. 几种药剂对烟草甲的生物活性评价 [J]. 粮油仓储科技通讯, 2002, 18(5): 24-25, 36.
- [31] 王春, 杨德军, 胡仕林. 植物精油对烟草甲害虫的毒力测定 [J]. 生命科学研究, 2001, 5(S1): 223-226.
- [32] 王丽莎, 田体伟, 王怡, 等. 泽漆提取物对麦长管蚜的生物活性研究 [J]. 河南农业科学, 2014, 43(6): 80-84.
- [33] 祝国高, 李静静, 纪森鹏, 等. 中医农业技术在小麦上的增产降害效果 [J]. 农业与技术, 2020, 40(2): 35-38.
- [34] 吕建华. 臭椿树皮提取物对四种主要储粮害虫的生物活性研究 [J]. 粮食储藏, 2007, 36(2): 17-20.
- [35] 吕建华, 王志鹏. 臭椿树皮提取物对锈赤扁谷盗的毒杀作用 [J]. 河南农业大学学报, 2011, 45(1): 71-74, 126.
- [36] 周佳民, 黄文坤, 崔江宽, 等. 不同药用植物提取液对大豆孢囊线虫的控制作用 [J]. 植物保护, 2015, 41(5): 225-228.
- [37] 卢佳佳, 孙志钦, 龙顺悦, 等. 4 种中草药对绿豆象的生物活性 [J]. 贵州农业科学, 2016, 44(3): 141-144.
- [38] 程智慧, 宋莉, 孟焕文. 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病的抑菌作用和防病效果 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008, 36(5): 113-118.
- [39] 王云帆, 王刚, 杨生玉, 等. 大蒜提取物防治黄瓜黑星病的初步研究 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(10): 7-10.
- [40] 王刚, 韩艳霞, 王云帆. 利用大蒜提取物防治白菜黑斑病研究 [J]. 北方园艺, 2006(6): 159-160.
- [41] 苏莉. 大蒜 (*Allium sativum* L.) 鳞茎粗提物对辣椒疫霉病抑制效应及其机理 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- [42] 耿建峰, 黑田克利, 田中久. 洋葱油和大蒜提取物对灰霉菌的作用效果 [J]. 中国蔬菜, 2008(5): 20-22.
- [43] 徐文静, 郑陪和, 杜茜, 等. 大蒜抑菌成分提取方法及抑菌活性的研究 [J]. 吉林农业科学, 2008, 33(3): 50-54.
- [44] 薛东齐, 许向阳, 姜景彬, 等. 大蒜素对番茄叶霉菌不同生理小种的抑制作用 [J]. 河南农业科学, 2016, 45(2): 71-76.
- [45] 莫小路, 严振, 王玉生, 等. 广藿香精油对植物病原真菌的抑菌活性研究 [J]. 中药材, 2004, 27(11): 805-807.
- [46] 朱水方, 裘维蕃. 几种中草药抽提物对黄瓜花叶病毒引起的辣椒花叶病治疗作用初步研究 [J]. 植物病理学报, 1989, 19(2): 123-128.
- [47] 施瑞城, 李婷, 侯晓东, 等. 23 种中草药提取物对芒果炭疽病菌的抑制作用研究 [J]. 食品研究与开发, 2006, 27(9): 123-126.
- [48] 刘立新, 梁鸣早. 植物次生代谢物及其产物概述 [J]. 中国土壤与肥料, 2009(5): 82-86.
- [49] 刘祥东, 徐明举. 植物源生物农药(中草药)在果树疑难病害中的防治思路与效果 [J]. 果农之友, 2015(3): 31-32.
- [50] 张新强, 桑维钧, 谢鑫, 等. 6 种中草药提取物对烟草黑胫病菌的抑制作用 [J]. 河南农业科学, 2011, 40(10): 92-95.
- [51] 翟梅枝, 高芳鑫, 沈建国, 等. 抗 TMV 的植物筛选及提取条件对抗病毒物质活性的影响 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(7): 45-49.
- [52] 刘国坤, 谢联辉, 林奇英, 等. 15 种植物的单宁提取物对烟草花叶病毒(TMV)的抑制作用 [J]. 植物病理学报, 2003, 30(3): 279-283.
- [53] 刘华山, 白海群, 韩锦峰, 等. 几种植物提取液对 TMV 体外活性及烟草叶片超微结构的影响 [J]. 中国农业科学, 2010, 43(5): 957-964.
- [54] 于平儒, 邵红军, 冯俊涛, 等. 62 种植物样品对菌丝活性的测定 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2001, 29(6): 65-69.
- [55] 王树桐, 张凤巧, 高瑞平, 等. 126 种中草药提取物对 2 种植物病原真菌的抑制作用 [J]. 河南农业科学, 2006, 35(10): 62-65.
- [56] 李永刚, 文景芝. 中、草药水提取物抑菌活性的测定 [J]. 东北农业大学学报, 2003, 34(4): 396-399.
- [57] 赵纯森, 黄俊斌, 周茂繁. 厚朴叶中抑菌活性成分鉴别及其防病效果 [J]. 华中农业大学学报, 1994, 13(4): 373-377.
- [58] 张应烙, 尹彩萍, 李晓红, 等. 7 种植物提取物对几种病菌生物活性的初步研究 [J]. 井冈山师范学院学报(自然科学), 2004, 25(6): 59-60.
- [59] 冯俊涛, 祝木金, 于平儒, 等. 西北地区植物源杀菌剂初步筛选 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(6): 129-133, 137.
- [60] 朱孔志, 韦文礼, 万彩霞, 等. 禾奇正中药肥在不同水稻品种的应用效果 [J]. 浙江农业科学, 2019, 60(3): 371-376.
- [61] 吴文君. 杀虫植物苦皮藤研究 [J]. 农药, 1991, 30(6): 10-12.
- [62] 张帅, 曾鑫年, 杜利香, 等. 6 种楝科植物杀虫活性成分的研究进展 [J]. 广东农业科学, 2004, 31(3): 33-35.
- [63] 廉喜红. 苦皮藤素 IV 对东方粘虫超微结构的影响 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2001.
- [64] 马志卿. 不同类杀虫药剂的致毒症状与作用机理关系研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2002.
- [65] 李为争, 杨雷, 申小卫, 等. 金龟甲对蓖麻叶挥发物的触角电位和行为反应 [J]. 生态学报, 2013, 33(21): 6895-6903.
- [66] WU Y, ZHANG W J, WANG P J, et al. Contact toxicity and repellency of the essential oil of *Liriope muscari* (DECC.) bailey against three insect tobacco storage pests [J]. Molecules, 2015, 20(1): 1676-1685.
- [67] 邓天福, 王争艳, 尉吉乾, 等. 4 种植物提取物对两种储粮害虫的驱避作用 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 614-615.

使其成为市场中的“鲜”见产品,进一步增加经济效益。

4 结论

该研究结果表明,在沿江地区采取设施大棚与地膜覆盖相结合的育苗移栽方式,2月20日至3月22日期间移栽鲜食玉米,其移栽至成熟生育期为80~94 d,吐丝至成熟期有效积温为372.10~389.90℃,玉米穗长、穗粗、穗粒数和鲜穗产量差异不显著。2月20日移栽的鲜食玉米鲜穗可在5月25日成熟采收,比其他处理提早6~16 d;经济效益达58 880.00元/hm²,比其他处理提高14.57%~31.60%。

参考文献

- [1] 徐丽,赵久然,卢柏山,等.我国鲜食玉米种业现状及发展趋势[J].中国种业,2020(10):14-18.
- [2] 赵久然,卢柏山,史亚兴,等.我国糯玉米育种及产业发展动态[J].玉米科学,2016,24(4):67-71.
- [3] 郑洪建,王义发,沈雪芳,等.甜玉米糯玉米的营养价值及综合利用[J].上海蔬菜,2003(4):50-51.
- [4] 徐丽,卢柏山,史亚兴,等.不同密度对超甜玉米产量、商品性及可溶性固形物含量的影响[J].玉米科学,2018,26(3):102-107.
- [5] 唐经祥,徐经年,孙敬权,等.安徽省鲜食玉米生育期研究[J].安徽农业科学,2018,46(4):32-33,36.
- [6] 唐江华,苏丽丽,李玲,等.播期对北疆鲜食玉米生长发育、果穗特性及经济效益的影响[J].中国农学通报,2020,36(17):21-25.
- [7] 刘明,陶洪斌,王璞,等.播期对春玉米生长发育与产量形成的影响[J].中国生态农业学报,2009,17(1):18-23.
- [8] 李向岭,李从锋,侯玉虹,等.不同播期夏玉米产量性能动态指标及其生态效应[J].中国农业科学,2012,45(6):1074-1083.
- [9] 钟昌松,张玉,吕巨智,等.不同播期对广西春玉米生长特性及产量的影响[J].西南农业学报,2016,29(3):511-515.
- [10] 李少昆,赵久然,董树亭,等.中国玉米栽培研究进展与展望[J].中国农业科学,2017,50(11):1941-1959.
- [11] 王华,金方明,王海林,等.播种期对3个糯玉米品种生育进程及产量

的影响[J].作物研究,2019,33(3):183-187.

- [12] 潘彬荣,许立奎,岳高红,等.不同播种期对金玉甜1号农艺性状和品质的影响[J].浙江农业科学,2017,58(1):24-26.
- [13] 王或超,李洪,王瑞军,等.不同移栽期对晋北地区鲜食玉米生长及产量的影响[J].山西农业科学,2019,47(9):1554-1557.
- [14] 武文明,陈洪俊,张林,等.淮北平原宜子粒机收夏玉米品种的播期与收获期分析[J].玉米科学,2020,28(5):124-130.
- [15] 郑根莲.丽水地区发展春玉米生产的适应性分析[J].浙江气象科技,1993,14(4):45-46,57.
- [16] 李亚芳,郭树庆,李斌,等.江苏沿海地区鲜食糯玉米一年两熟节本栽培技术[J].现代农业科技,2019(23):27-28.
- [17] 苏彩霞,秦春荣,马小凤,等.不同播期对鲜食甜糯玉米苏玉糯6号生长发育的影响[J].江西农业学报,2010,22(7):36-37,40.
- [18] WARRINGTON I J, KANEMASU E T. Corn growth response to temperature and photoperiod II. Leaf-initiation and leaf-appearance rates[J]. Agronomy journal, 1983, 75(5):755-761.
- [19] 梁秀兰,张振宏.玉米不同播种期对生长发育和产量性状的影响[J].华南农业大学学报,1991,12(1):55-61.
- [20] 陈国品,黄开健,谭华,等.播期对糯玉米品种玉美头601主要农艺性状影响试验[J].广西农业科学,2008,39(5):578-582.
- [21] 李文科,薛庆禹,王靖,等.播期对吉林春玉米生长发育及产量形成的影响[J].玉米科学,2013,21(5):81-86.
- [22] 张海艳.低温对鲜食玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J].植物生理学学报,2013,49(4):347-350.
- [23] TIAN B J, ZHU J C, NIE Y S, et al. Mitigating heat and chilling stress by adjusting the sowing date of maize in the North China Plain [J]. Journal of agronomy and crop science, 2019, 205(1):77-87.
- [24] 寇伟锋,宋寿贵,王雯雯,等.播期对超甜玉米合美玉产量和经济效益的影响[J].作物研究,2020,34(3):227-230,242.
- [25] 穆秀明,闫贵龙,曹春梅,等.饲喂糯玉米秸秆对奶牛产奶量和乳品质的影响[J].饲料研究,2012(10):46-48.
- [26] 龚振德,吴月琴,顾英杰,等.甜糯型鲜食玉米新品种“彩甜糯100”的选育及其栽培技术[J].上海农业科技,2020(4):68-69.
- [27] 白彩云,李少昆,柏军华,等.我国东北地区不同生态条件下玉米品种积温需求及利用特征[J].应用生态学报,2011,22(9):2337-2342.

(上接第20页)

- [68] 王艳廷,冀晓昊,吴玉森,等.我国果园生草的研究进展[J].应用生态学报,2015,26(6):1892-1900.
- [69] 吴少华,严良文,俞兴宁.果树的忌地现象及控制措施[J].福建农业科技,1998(2):31-32.
- [70] 耿书宝,陈汉杰,张金勇,等.二斑叶螨对几种植物的选择性观察[J].果树学报,2014,31(5):917-921.
- [71] 常栋,顾建国,贾方方,等.烟草黑胫病不同植物源生防菌的筛选及防效测定[J].中国烟草学报,2020,26(3):84-90.
- [72] 王强,冯岩,何小静,等.植物源杀菌剂的筛选[J].福建农业学报,2012,27(11):1246-1249.
- [73] 江山,郭雪柳,韩熹莱.一些抗植物病毒剂对烟草花叶病毒外壳蛋白体外聚合过程的影响[J].中国病毒学,1996,11(1):77-80.
- [74] 王芳,鄢波,王玲仙,等.云南烟草花叶病毒外壳蛋白基因的分离克隆及序列分析[J].西南农业学报,1999,12(2):7-11.

(上接第24页)

- [3] 刘贵富,陈明江,李明,等.水稻育种行业创新进展[J].植物遗传资源学报,2018,19(3):416-429.
- [4] 王旭明,赵夏夏,陈景阳,等.盐胁迫下水稻孕穗期SS和SPS活性与糖积累的响应及其相关性分析[J].江苏农业学报,2018,34(3):481-486.
- [5] 王旭明,赵夏夏,周鸿凯,等.NaCl胁迫对不同耐盐性水稻某些生理特性和光合特性的影响[J].热带作物学报,2019,40(5):882-890.
- [6] 谢平凡,邱冬冬,陈珍.外源硫化氢缓解水稻盐胁迫的作用机理[J].贵州农业科学,2017,45(3):8-13.
- [7] 潘习习,徐建平.微纳米气泡基本特性及溶解氧的研究[J].安徽工程大学学报,2015,30(2):12-16.
- [8] MIRZAEI M, MOIENI A, GHANATI F. Effects of drought stress on the lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in two canola (*Brassica napus* L.) cultivars [J]. Journal of agricultural science and technology, 2013, 15(3):593-602.

- [75] 陈启建.抗烟草花叶病毒植物源活性物质的筛选及其作用机制[D].福州:福建农林大学,2003.
- [76] VAN LOON L C, REP M, PIETERSE C M J. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants [J]. Annu Rev Phytopathol, 2006, 44:135-162.
- [77] 车海彦,吴云锋,杨英,等.植物源病毒抑制剂WCT-II控制烟草花叶病毒(TMV)的作用机理初探[J].西北农业学报,2004,13(4):45-49.
- [78] 孔凡明,彭怀俊,吴廷全,等.烟草花叶病毒药剂防治效果及其机理研究[J].中国烟草学报,2001,7(1):26-31.
- [79] 成巨龙.藜科植物中对烟草花叶病毒病(TMV)抑制物特性的研究[C]//中国烟草学会第三届理事扩大会议文件汇编暨中国科协第三届青年学术年会烟草卫星会议论文集.北京:中国烟草学会,1998:206-218.
- [80] 章力建,朱立志.“中医农业”发展战略及前景[J].农业展望,2018,14(11):72-76.

- [9] LIU Y X, ZHOU Y P, WANG T Z, et al. Micro-nano bubble water oxygenation Synergistically improving irrigation water use efficiency, crop yield and quality [J]. Journal of cleaner production, 2019, 222:835-843.
- [10] 杨生龙,王兴盛,强爱玲,等.不同灌溉方式对水稻产量及产量构成因子的影响[J].中国稻米,2010,16(1):49-51.
- [11] 饶晓娟,付彦博,孟阿静,等.不同浓度溶解氧水浸润棉花种子对萌发的影响[J].新疆农业科学,2016,53(3):518-522.
- [12] 王逍遥,王天泽,周云鹏,等.微纳米气泡水滴灌对设施甜瓜产量、品质及灌溉水利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2021,40(1):38-46.
- [13] 李康勇,李桂元,徐义军,等.自压吸气增氧灌溉对水稻生长及产量的影响[J].安徽农业科学,2021,49(1):207-209.
- [14] 王旭明,赵夏夏,陈景阳,等.盐胁迫下水稻抗逆生理响应分析[J].中国生态农业学报,2019,27(5):747-756.
- [15] 全先庆,张渝洁,单雷,等.高等植物脯氨酸代谢研究进展[J].生物技术通报,2007(1):14-18.