

魔芋绿色防病高效栽培技术

王红岩^{1,2}, 杨殿林², 郭邦利³, 张庆¹, 刘惠芬^{1*}, 张艳军^{2*}

(1. 天津农学院, 天津 300384; 2. 农业农村部环境保护科研监测所, 天津 300191; 3. 安康市农业科学研究院, 安康 725021)

摘要: 魔芋是高经济价值作物, 种植魔芋是我国秦巴、云贵区域的特色, 是山区农民增收、脱贫致富的有效途径。由于良种缺乏、种植水平不高, 魔芋病害重、产量低等这些问题, 导致魔芋效益并不理想。本文首先分析魔芋生长环境的需求特性、生长面临的重大病害以及适宜的种植方式; 进而总结魔芋生产各环节相关种植技术要点, 形成一套魔芋绿色防病高效栽培技术体系; 最后从品种、防病和栽培三个角度对魔芋研究与产业发展趋势进行展望。

关键词: 魔芋; 栽培技术; 病害控制

中图分类号: S632 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-9261(2019)06-0987-05

Green and High-Effective Disease Control and Cultivation Techniques of *Amorphophallus konjac*

WANG Hongyan^{1,2}, YANG Dianlin², GUO Bangli³, ZHANG Qing¹, LIU Huifen^{1*}, ZHANG Yanjun^{2*}

(1. College of Agronomy and Resources and Environment, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

2. Agro-Environmental Protection Institute, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Tianjin 300191, China;

3. Ankang Agricultural Science Research Institute, Ankang 725021, China)

Abstract: *Amorphophallus konjac* is a high economic value crop. Planting is a characteristic of the Qinba and Yungui regions in China. It is an effective way for farmers in mountainous areas to increase their income, get rid of poverty and become rich. Because of lack of excellent cultivation varieties and low planting level, konjac disease is serious and yield is low, the benefit is not ideal. Firstly, this paper analyzed the demand characteristics of konjac growth environment, major diseases faced by production and suitable planting styles. Then, the key points of relevant cultivation techniques in each section of konjac production are summarized to form a system of high-efficiency cultivation technology for green disease prevention of konjac. Finally, the development trends of the research and industry of konjac are prospected from three perspectives of variety, disease prevention and cultivation.

Key words: *Amorphophallus konjac*; cultivation techniques; disease control

魔芋 *Amorphophallus konjac* 又名蒟蒻, 为单子叶植物纲天南星科魔芋属多年生宿根草本植物, 主要分布在亚洲和非洲热带及亚热带国家和地区, 我国为原产地之一^[1]。魔芋是食材也是药材, 具有降压、减肥、利尿、散毒、养颜、开胃、防癌等功效, 被联合国卫生组织确定为十大保健食品之一, 又因富含优质淀粉、蛋白质、氨基酸、葡甘聚糖、微量元素等而被广泛应用于食品、医疗、化工、造纸、纺织、石油等行业, 被称为“东方魔粉”^[2]。中国是魔芋生产第一国, 常年种植面积超过 150 万余亩, 产量约占世界 60%^[3]。魔芋产业已成为我国秦巴、云贵山区农业和农村经济发展中最具竞争优势和发展潜力的特色产业^[4]。但是,

收稿日期: 2019-08-22

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程协同创新任务 (CAAS-XTCX2016015)

作者简介: 王红岩, 硕士研究生, E-mail: 3228268420@qq.com; *通信作者, 刘惠芬, 博士, 教授, E-mail: paula913@126.com; 张艳军, 博士, 副研究员, E-mail: zhangyanjun@caas.cn。

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2019.06.026

魔芋生产面临严重病害问题,尤其是软腐病的危害,一般田间损失达30%左右,严重的可达80%甚至绝收^[3]。目前,魔芋抗病品种缺乏、化学农药防治效果不佳且成本高、栽培技术体系不完善,加之种植人员文化素质普遍不高,魔芋长势差、病害重、产量低、效益不理想。本文从魔芋生长环境的要求、主要病害、种植方式等方面综述了魔芋的生产特性及绿色高效栽培技术要点,以达到科学知识普及和指导生产实践,提高魔芋产量和品质,促进农民增收和脱贫致富的目的。

1 魔芋生长环境的要求

魔芋的生长周期较长,通常为1~5年,1年到2年之间无花芽,极少数3年会有花芽,至第4年大多数才会有花芽。一个生产周期可以分成球茎萌芽期、球茎迅速生长期、球茎继续膨大期、球茎成熟期、球茎休眠期以及球茎休眠解除期6个时期,对生长环境要求特殊性较强。魔芋起源于热带雨林的底层植被中,适宜生长温度为20~25℃。环境温度低于12.5℃或高于30℃则不适合魔芋的生长或其质量降低。魔芋喜欢潮湿,不耐干旱。一般60%~70%的空气湿度和40%左右的土壤含水量最适合魔芋生长发育。魔芋是块茎植物,吸收钾肥最多,氮肥次之,磷肥最少,需肥规律氮:磷:钾比例为6:1:8。施肥应以底肥为主,追肥为辅,管理宜重施钾肥、兼顾硼元素。魔芋根系浅,适宜种植在土壤土层质地疏松,透气性强,土壤含有丰富的有机质的地块。魔芋喜荫,不耐强光直射,中等偏弱强度的荫凉散照光有利于其光合作用和生长。

2 魔芋生产重大病害

魔芋生产上最严重的病害是软腐病和白绢病。魔芋软腐病是由胡萝卜软腐果胶杆菌 *Pectobacterium carotovora* subsp. *carotovora* 和菊果胶杆菌 *Pectobacterium chrysanthemi* 引起的细菌性病害^[5],可从幼嫩组织(根、芽鞘等)和伤口侵入,其中伤口是最主要的侵入途径,整个生育期内均会发病,对魔芋产量影响最为严重,连作田块病害发生率比非连作田块平均高出35%~50%,造成减产达50%~80%,有的甚至绝收^[6]。病菌主要随病残体在土壤或球茎中越冬,成为主要的初侵染来源,可通过根系的富集作用使病菌数量增高最终达到致病所需的量,同时该病菌传播途径多样,包括远距离传播(如种芋带菌)和近距离传播(如雨水飞溅传播、地表浅层水传播、田间病残体传播、伤口传播等)^[7]。软腐病适宜发病温度范围25~30℃,高温高湿条件易传播病害,6月上中旬开始发病,8月下旬9月上旬达高峰,后随温度降低病害停滞。

魔芋白绢病是由齐整小核菌 *Sclerotium rolfsii* Sacc.引起的真菌性病害^[8],是继软腐病之后魔芋的第二大病害,发生和为害逐年加重,轻则减产、重则绝收。病菌以菌丝体和菌核在土壤、种芋、病残体、杂草、堆肥以及作物根际越冬,并成为次年初侵染源。菌核在土壤中可存活5~6年,菌核以及菌核萌发产生的菌丝可经直接接触或伤口侵入寄主。带菌种芋是造成远距离传播的重要途径。发病部位产生的菌丝体可通过病株与健康植株接触,进一步蔓延传播、扩散,也可借助雨水、灌溉或中耕操作进行传播。白绢病的发病时期稍迟于软腐病,大田6月下旬开始发病,8~9月高温高湿季节发病重,平均气温25~28℃,雨后转晴利于病害的传播。

3 魔芋的种植方式

3.1 轮作

生长环境的特殊需求、长生长周期和需肥规律,往往导致魔芋种植地块的缺素问题严重,由此引发植株营养性不良,生长发育衰弱,免疫力和抗逆性下降,长期饱受软腐病、白绢病和根腐病等的危害。轮作是阻断作物病原菌传播与延续的有效措施^[9],对保障魔芋优质丰产有着重要的作用。魔芋种植两个周期后必须实施轮作,参与轮作的作物应避免与软腐病、白绢病以及根腐病等病害相同的寄主植物,一般禾本科作物比较安全和适宜。如条件允许,可实行水旱轮作,比如水稻收割后翻地暴晒以截断病原菌的繁衍。

3.2 间套作

作为林下作物,魔芋不耐强光照射。间套作物合理的布局和密度,可确保适宜的光合作用系数和效率,为魔芋提供庇荫防止强日照损害,调节魔芋生长的微环境气候,降低病害的潜在威胁,提高魔芋产量和质

量^[10-12]。间套作物宜选择比魔芋高的作物种类，生产上常选用高秆的玉米、蓖麻或桑树、油茶等。高秆作物在上方得到充足的光照，魔芋在下方得到适宜的荫凉散光。与秋播小麦间作时，选择不易倒伏品种，预留玉米和魔芋的种植行，保证魔芋在出苗后有充足的光照。为避免间套作物的根系对魔芋生长产生不利影响，魔芋通常采用专畦专垄种植模式^[13]。同时，魔芋喜水怕涝，垄作不仅避免地块积水，还可增厚土层，改善透光通风透气条件，增大昼夜之间的温差，从而促进魔芋球茎和地上部分的生长。

3.3 覆盖栽培

魔芋是半阴性植物，根系浅、不耐旱涝，适宜采用覆盖栽培的方式。覆盖栽培一方面可以减轻下雨对土壤造成的冲击，使土壤保持一定的疏松状态，另一方面有利于魔芋根系的生长和球茎的膨大，并可以抑制杂草的生长，同时降低病害的侵染^[14]。

4 魔芋绿色防病高效栽培技术要点

4.1 选地与整地

魔芋喜欢湿润、怕强光、怕干旱，应选择夏季荫凉、秋冬季温暖湿润的地块，适宜海拔范围 700~1000 m。土壤深厚、疏松、有机质含量和土壤肥力较高、保水排水能力良好的地块对魔芋生长有利。魔芋连作障碍严重，种植地块连作不应超过 3 年，同时避免选择前茬为蔬菜作物（尤其是十字花科蔬菜）的地块，宜选择前茬为水稻、小麦、玉米、高粱等禾本科作物的地块。前茬作物收获后，及时对土地进行深耕深翻（深度>30 cm），利用冬季严寒冻死土壤中的虫卵病菌。

4.2 应用高产抗病品种

花魔芋是中国最主要的栽培品种，其产量大、利用价值较高，但抗病性较差。为此，我国育种专家从农家地方花魔芋品种先后选育出“万源花魔芋”、“清江花魔芋”、“渝魔 1 号”、“云芋 1 号”、“湘芋 1 号”、“秦魔 1 号”^[15]。白魔芋是我国另一主要栽培品种，肉质色泽洁白，加工品质好，产量弱于花魔芋，但抗病性好^[16]。近年，恩施州农业科学研究院、安康市农业科学研究院利用白魔芋和花魔芋杂交分别选育出魔芋杂交品种“远杂一号”和“安魔 128”号，杂交品种抗病性强、繁育系数高、生产性状优良。

4.3 选择种芋及消毒

根据种植环境条件，选择适宜当地的品种，重视种芋质量和规格。选择无伤、无病、大小相对一致，来源相同，成熟度好，表面光滑，形状色泽良好，种脐很小或不明显的魔芋做种芋，且采用“两次精选法”，即种芋贮藏前及种芋播种前进行两次精选。种芋处理在播种前一星期内进行，选择晴好天气将种芋晾晒 3~5 d，待种芋表皮干燥后进行种芋消毒处理，可选用农用硫酸链霉素、甲基托布津、多菌灵、恶霉灵等药剂对种芋进行浸种（30 min 左右），也可用饱和生石灰水溶液对种芋进行泼浇，晾干后播种。

4.4 播种

4.4.1 播期 日平均温度在 10℃ 时开始播种，海拔 800 m 以下地区 3 月下旬至 4 月上旬播种，海拔 800~1000 m 地区 4 月上中旬播种，1000 m 以上地区 4 月中下旬播种。一般阳坡宜早，阴坡稍晚。

4.4.2 密度 播种密度由种芋的大小决定，一般情况下，种植魔芋的行距按种芋直径的 6~7 倍、株距按种芋直径的 4~5 倍进行播种。具体：种芋在 50 g 以下的，亩栽 5500~7500 株；种芋在 50~100 g，亩栽 4500~5000 株；种芋在 100~200 g，亩栽 2800~3800 株；种芋在 200~400 g，亩栽 1600~2800 株。

4.4.3 播种深度和方向 魔芋播种深度在 15 cm 左右，播种时将球茎侧斜放置，且顶芽向一个方向，平地 向南斜放，坡地向坡顶方向斜放，倾斜夹角在 45°左右，夹角过小解决不了芽窝积水，夹角过大则使顶芽生长先弯曲后再出土，不利于球茎的发根和膨大。

4.4.4 起垄间作与覆盖栽培 小型机械开沟起高垄，播种沟内采用测土配方施肥，底肥为三元复混合肥（氮磷钾比例为 6:1:8，每亩用量 75 kg）和有机肥（每亩用量 500 kg），覆土后摆放种芋，最后再覆土 10 m，垄间种植高秆的玉米或蓖麻。覆盖栽培有两种方法：①在魔芋出苗后，在垄上撒播覆盖作物（如小麦、绿豆、红薯、苜蓿、紫云英、三叶草等）；②播种施用除草剂后即在垄面上铺厚度 5 cm 左右的农作物秸秆或杂草。地面覆盖可保持土壤湿润，抑制杂草生长，促进魔芋出苗，疏松土质改善通气性，利于后期球茎膨大，对魔芋防病丰产非常有效^[3]。

4.5 大田管理

4.5.1 除草 播种后即可喷施二甲戊乐灵、乙草胺等除草剂进行化学除草。

4.5.2 追肥 魔芋生长速度快、生长周期短，需要大量的养分，播种时复合化肥和有机肥合理配施做底肥可达到养分全面、肥效持久、利用率高的作用^[17]。在魔芋膨大期（7月下旬—8月上旬），依苗情进行两次追肥。第一次亩施硫酸钾 15~20 kg，间隔一周后，每亩用 1.25%磷酸二氢钾溶液 40 L 进行叶面追肥。

4.5.3 病害防控 软腐病和白绢病是魔芋生产上的重大病害和田间管理的重点。首选植物源、生物源农药及高效低毒低残留农药，要在魔芋病害发病初期及时喷洒农药，才能收到较好防治效果。防治软腐病，可选用 72%农用硫酸链霉素、20%噻菌铜、2%菌克毒克、20%芋腐灵等药剂；防治白绢病，可选用厚朴酚、15%三唑酮、50%粉锈宁、40%多硫等药剂。此外，在魔芋虫害较严重产区，要注意适时防虫，严防虫害加重病害，可选用 2.5%苦参碱、20%甲氰菊酯、5%氯氟氰菊酯、10%醚菌酯剂等农药。在种植过程中，种植人员应加强调查和提前预防，一旦发现染病植株立即进行拔除和销毁，并在病患植株周围撒上 250 g 左右的生石灰进行消毒处理。

4.5.4 其他 若发现魔芋出苗后长出花芽，要及时摘花打顶，并及时填充土壤洞眼，避免雨天进行摘花打顶。在魔芋和玉米间作种植体系中，遇暴雨大风吹倒折断玉米时，及时将吹倒的玉米秆扶正，对已经折断的玉米秆要及时清除田外，以免影响魔芋的正常生长。九月以后，日照和温度都会下降，应除掉玉米上部的叶片，适当的减少遮荫度，增加魔芋的光照时长和强度。

4.6 采收与种芋储藏

一般在霜降前后收获，即魔芋植株成熟倒苗一周后。选择天气好的时候，顺着叶柄往下挖掘即可得到球茎，注意不要造成球茎的损伤，一次挖掘好，等到表面皮层无水时即可贮运。

魔芋种芋大都是采用室内贮藏的方法。贮藏前，先使用生石灰粉、草木灰以及硫磺粉等对魔芋进行消毒，然后进行适当晾晒。贮藏时，先在地面铺一层细土，将种芋摆放上去，芽窝朝上，堆放三到四层左右。每层中间都要铺一层混有麦壳和草木灰的细土，最后在四周覆盖一层干草和细土，保证种芋在冬天不会受冻。

5 结语与展望

魔芋要丰产，品种是关键、防病是重点、栽培是基础。育种专家已在传统选育和杂交育种上取得了一定成效，但高产抗病品种欠缺依然是魔芋生产的限制性问题。通过收集不同地区、不同海拔高度的野生型和栽培型魔芋资源，为育种挖掘优质、抗（耐）病种质材料。同时，转 *aiiA* 基因（编码 AHL 内酯酶）和 *StPRp27* 基因（编码病程相关蛋白 *StPRp27*）的魔芋株系均表现出抗病性^[18,19]，可见利用现代分子育种技术，尤其是转基因技术，是今后魔芋优质品种创制的重要方向。

魔芋的病害发生普遍严重，尤其是软腐病连作障碍难以有效解决。目前，在农业绿色高效生产理念推动下，利用轮间作种植模式，减少化学防治手段，增加生物防治、生态调控来防控魔芋病害成为潮流。生物防治通过拮抗微生物抑制有害病原菌来实现，如链霉菌、枯草芽胞杆菌、荧光假单胞菌的等。生态调控常通过轮间套作或覆盖种植来实现，如魔芋与玉米间作、魔芋与小麦套种、魔芋垄上覆盖三叶草等。不管哪种防控措施，都需要对症下药并精确评估防控效果，即一要对病原菌种类进行准确区别鉴定，二要对病原菌种群动态进行精确监测。AFLP 和 16S rDNA 测序技术可分析魔芋病原菌的遗传多样性并准确鉴定种类^[20]。实时荧光定量 PCR 检测技术、血清学检测技术可快速、精确定量魔芋植株、球茎和种植土壤中病原菌的数量^[21,22]。此外，还要加大魔芋根际土壤微生物种群遗传多样性的研究，探讨根际微生物与魔芋病害的互作机理，从根际微生态平衡角度为防控魔芋病害提供理论依据。

魔芋栽培是一整套技术体系，需要将现有成熟技术尽可能机械化，减少生产成本提高生产效率，再就是要将生产技术规程化标准化。我国魔芋生产应推行合作社+农户的产业化发展之路，发挥魔芋合作社的引领示范作用，开展技术培训，做好优良种芋、高效低毒低残留农药、生物农药、有机/无机配施肥等生产资料的供应，组建魔芋病虫害防治专业队，推广先进实用绿色高效的抗病技术，开展统防统治，提高病害防控效果。

参 考 文 献

- [1] 刘佩瑛. 魔芋学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [2] 陈杰. 陕南魔芋绿色栽培技术[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(7): 102-104.
- [3] 周燧, 孙正祥, 鲁学红, 等. 魔芋抗病种植新技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- [4] 陈雪燕, 张羽, 杨培君, 等. 陕南地区魔芋产业发展现状、问题及对策[J]. 陕西农业科学, 2009, 55(6): 100-101.
- [5] 修建华, 姬广海, 王敏, 等. 魔芋软腐病菌分子鉴定与遗传多样性[J]. 微生物学报, 2006, 46(4): 522-525.
- [6] Wu J P, Diao Y, Gu Y C, *et al.* Infection pathways of soft rot pathogens on *Amorphophallus konjac*[J]. African Journal of Microbiology Research, 2010, 4(14): 1495-1499.
- [7] 彭磊, 卢俊, 邓春英, 等. 魔芋软腐病原传播途径及无公害防治方法[J]. 中国生物防治, 2006, 22(S): 201-202.
- [8] 李利军, 卢美欢, 马英辉, 等. 魔芋白绢病病原菌生物学特性及中药提取物药物筛选[J]. 西北农业学报, 2018, 27(10): 1518-1525.
- [9] Kheyrodin H. Crop rotations for managing soil-borne plant diseases[J]. African Journal of Food Science and Technology, 2011, 2(1): 1-9.
- [10] 崔鸣, 吴廷新. 秦巴山区魔芋立体种植软腐病发生情况研究[J]. 陕西农业科学, 2007, 6: 21-22.
- [11] 张红骥, 邵梅, 杜鹏, 等. 云南省魔芋与玉米多样性栽培控制魔芋软腐病[J]. 生态学杂志, 2012, 31(2): 332-336.
- [12] 段龙飞, 郭邦利, 蔡阳光, 等. 玉米套种遮阴密度对花魔芋产量及病害的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2018, 38(12): 22-25.
- [13] 张明海, 费甫华. 我国魔芋病害防治研究进展[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(9): 2257-2259.
- [14] 高祥伍, 彭磊, 周玲, 等. 农田草本植物控制魔芋软腐病的效果分析[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(3): 581-583.
- [15] 陈国爱, 郭邦利, 刘婷, 等. 魔芋新品种选育研究进展[J]. 长江蔬菜, 2015, 4: 5-7.
- [16] 张明海, 费甫华. 魔芋高产栽培与加工技术[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 2008.
- [17] 段龙飞, 郭邦利, 陈国爱, 等. 不同施肥处理对花魔芋光合色素及产量的影响[J]. 华北农学报, 2015, 30(S): 484-487.
- [18] Ban H F, Chai X L, Lin Y J, *et al.* Transgenic *Amorphophalluskonjac* expressing synthesized acyl-homoserine lactonase (*aiiA*) gene exhibit enhanced resistance to soft rot disease[J]. Plant Cell Reports, 2009, 28: 1847-1855.
- [19] 陈伟达. 病程相关蛋白基因 StPRp 对魔芋软腐病抗性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- [20] Wu J P, Yang C Z, Jiao Z B, *et al.* Genetic relationships of soft rot bacteria isolated from Konjac in China by amplified fragment length polymorphism (AFLP) and 16S rDNA gene sequences[J]. Agricultural Sciences, 2015, 6: 717-723.
- [21] Wu J, Diao Y, Gu Y C, *et al.* Molecular detection of *Pectobacterium* species causing soft rot of *Amorphophallus konjac*[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2011, 27: 613-618.
- [22] 张小芳, 张海燕, 王永吉, 等. 魔芋软腐病菌血清学检测方法的建立[J]. 西南农业学报, 2017, 30(7): 1576-1581.