

北方日光温室蓝莓无土栽培关键技术体系构建与应用研究

郭永婷¹ 田兴武¹ 金龙¹ 朱英² 李彦龙¹

1 吴忠国家农业科技园区管理委员会 2 吴忠农村人才和合作经营服务中心

DOI:10.12238/as.v8i9.3264

[摘要] 蓝莓作为高经济价值水果,在北方地区的传统土壤栽培因土壤pH偏高、盐碱化严重及根系环境不适等问题而限制了发展。针对北方地区日光温室的环境特点及传统土壤栽培中存在的土壤改良难度大、管理粗放、产量与品质不稳定等问题,本文系统提出并构建了一套适用于北方日光温室的蓝莓基质盆式无土栽培技术体系。该体系适宜从品种筛选、基质科学配制、容器选择、智能化水肥管理、环境精准调控、病虫害绿色防控及采后处理等全产业链环节进行了关键技术集成与创新。实践应用表明,该技术可有效克服土壤障碍、实现提早上市、优质高产,并显著提高水分和肥料利用效率,为北方寒冷地区蓝莓的集约化、标准化和周年化生产提供了可靠的理论依据与技术模式。同时,本文还探讨了该技术目前存在的瓶颈问题与未来蓝莓智慧化种植发展方向进行了讨论与展望。

[关键词] 蓝莓; 无土栽培; 日光温室; 水肥一体化; 环境调控; 北方地区

中图分类号: S317 文献标识码: A

Research on the Construction and Application of Key Technology System for Soilless Cultivation of Blueberries in Northern Solar Greenhouses

Yongting Guo¹ Xingwu Tian¹ Long Jin¹ Ying Zhu² Yanlong Li¹

1 Wuzhong National Agricultural Science and Technology Park Management Committee

2 Wuzhong Rural Talent and Cooperative Management Service Center

[Abstract] As a fruit with high economic value, blueberry cultivation in northern regions is traditionally constrained by soil-based methods, which face challenges such as high soil pH, salinization, and unsuitable root zone environments. In response to the environmental characteristics of solar greenhouses in northern regions and issues in traditional soil cultivation—including difficulties in soil improvement, extensive management practices, and unstable yield and quality—this study systematically proposes and establishes a soilless pot-based cultivation system tailored for blueberry production in northern solar greenhouses. This system integrates and innovates key technologies across the entire industrial chain, including variety selection, scientific substrate formulation, container choice, intelligent water and fertilizer management, precise environmental control, green pest and disease control, and post-harvest handling. Practical applications demonstrate that this technology can effectively overcome soil-related obstacles, achieve early market availability and high-quality yields, and significantly improve water and fertilizer use efficiency. It provides reliable theoretical support and a technical model for the intensive, standardized, and year-round production of blueberries in cold northern regions. Furthermore, this paper discusses current bottlenecks and future directions for the development of smart agriculture in this context.

[Key words] Blueberry; soilless cultivation; solar greenhouse; integrated water and fertilizer management; environmental regulation; northern regions

蓝莓 (*Vaccinium corymbosum* L.) 属杜鹃花科越橘属多年生常绿或落叶灌木,其果实富含花青素、维生素C、膳食纤维及多种矿质元素,具有抗氧化、增强免疫力等保健功能,被联合国粮农组织列为“五大健康水果”之一。近年来,我国蓝莓产业发展

迅猛,2023年全国栽培面积超600万亩,产量突破45万吨,但主产区集中在南方酸性土壤区域,北方地区因土壤普遍存在pH值偏高(6.5以上)、有机质含量低(不足2%)、通气性差等问题,传统土壤栽培需长期进行土壤改良,不仅成本高(每亩每年改良费用

超2000元),且易出现盐分累积、根系腐烂等问题,严重制约产业发展。

日光温室是北方设施农业核心载体,可人工调控温、光、湿等环境因子,为蓝莓生长创造适宜条件。无土栽培以人工基质替代天然土壤,经优化配比与精准管理,能为蓝莓根系提供稳定适宜环境,其中基质盆式栽培便于移动管理,适配日光温室,助力环境控制与资源高效利用。开展北方日光温室蓝莓基质盆式无土栽培技术研究,对突破地域限制、提升产业效益意义重大,可推动该地区蓝莓产业优质、高效、可持续发展。

1 品种选择策略

品种选择是设施栽培成功的先决条件。基于北方地区冬季低温时间长、夏季温室易出现高温的特点,品种选择应以适应性强、需冷量低、抗寒耐热为主要目标,南高丛蓝莓品种群因其较低的低温需求和较好的温度适应性,成为北方日光温室栽培的首选。目前表现优良的品种包括:‘优瑞卡’(早熟、果大、耐贮运)、‘L29’(丰产、口感佳)、‘F6’(抗病性强)、‘花香’(香味浓郁、市场溢价高)等。引种时需综合考虑果实商品性、抗逆性、成熟期搭配及授粉树配置,以实现错峰上市和稳定授粉。

2 基质配制与栽培设施选择

2.1 基质配比优化

基质作为无土栽培系统的核心,其物理和化学性质直接影响蓝莓根系发育与植株健康。在物理特性方面,蓝莓根系纤细、分布浅,喜湿润但忌涝渍,因此基质应兼具良好的持水性和通气性,理想孔隙度为60%~70%,其中有效水分占20%~30%,空气含量占20%以上。化学特性方面,蓝莓喜酸性环境,基质pH值应稳定在4.5~5.5之间,EC值低于0.8mS/cm,有机质含量不低于8%。推荐配方体积比为:椰糠(粗、细混合):草炭:珍珠岩=1:1:1,椰糠与草炭提供有机质和保水能力,珍珠岩增强通气性。使用前每升基质添加1~2g硫磺粉进行调酸处理,使初始pH值稳定在适宜范围。此外,可适量加入腐熟松树皮、秸秆炭等进一步优化结构,增强缓冲性能。

2.2 栽培设施与容器设计

采用抗老化、轻质且成本较低的加仑盆(容积25L,直径38cm,深度30cm),盆底设多孔及凹凸结构以增强排水与透气。栽培盆按南北向单行排列,行距1.2~1.5m,株距0.8~1.0m,每亩定植440株,既保证植株充分受光与有效通风,减少病虫害发生,也便于机械操作与人工管理。

3 灌溉系统设计

灌溉系统以节水、精准为核心,配备水净化装置(双2吨净水罐)、调酸设备与智能水肥一体化系统,水源经净化处理后pH调节至5.0~6.0,EC值<0.5mS/cm。主管道采用外白内灰防堵塞PE(Ø20mm连接)材质,每盆布置4个滴箭,滴头流量4~8L/h。通过高频脉冲灌溉模式,维持基质湿度在60%~70%,同时有效淋洗盐分。营养液配方依据蓝莓喜铵态氮、厌氯的特性设计,定植初期施用2000倍黄腐酸钾促进根系发育,生长季则采用有机-无机复合肥,将EC值控制在≤1.5mS/cm, pH≤5.0,实现精准供水供肥。盆底回液导流槽设计(宽8cm,深6cm)收集并排出多余液流,

防止盐分累积可实现废液回收与再利用,减少环境污染。

4 栽培管理技术

4.1 苗木选择与定植

选用2年生健壮扦插营养钵苗,苗高30cm左右,具基生枝,根系发达。定植时间以3月~4月新芽萌动前为佳。定植前先湿润基质,小心去除营养钵并适当破开根团,栽植时在盆中央开挖20cm深定植穴,置入苗木后覆基质压实,确保栽培深度与苗自带基质相平;并轻微提拉以利于根-基质接触,最后浇透定根水。

4.2 水肥一体化管理

基质栽培中,水肥管理是核心环节,蓝莓基质栽培的水肥管理通过采用精准调控的智能水肥一体化系统实现根际环境优化。灌溉系统选用HW1828压力补偿防滴漏滴头配合1800系列防滴箭和高频脉冲灌溉模式,保证每一株蓝莓灌水均匀,同时保持出水点距根茎10cm的安全距离,有效降低疫霉病发生率。针对蓝莓对肥料需求的特殊性喜铵态氮、忌氯的特性,肥料配方需精准匹配需求,整个生育期采用动态配肥方案,定植初期(10天后)每周施用2000倍黄腐酸溶液;生长旺盛期调整为每2~3天施用一次有机-无机复合肥液,严格将EC值控制在≤1.5mS/cm、pH≤5.0,确保根际环境稳定。整个生育期灌溉遵循“少量多次”原则,根据天气和基质特性动态调整灌溉参数,维持60%~70%的基质含水量和良好通气性,实现优质高效栽培。

4.3 光照管理

蓝莓为喜光植物,充足光照是花芽大量分化、提升果品质量的关键。生长期需保证每天8~12小时光照,适宜光照强度为20000~35000勒克斯。不同生长阶段对光照时间需求存在差异:种植前期需创造>12小时的长日照环境,以促进营养生长;花芽分化阶段则需<8小时的短日照条件。夏季光照过强时,需采用遮阳网进行适当遮荫,避免强光直射导致叶片灼伤和果实日灼病,遮光率以30%~50%为宜。冬季光照时间短、强度弱,阴天或光照不足时,可通过LED植物生长灯补充人工光源,每日补光4~6小时,以满足蓝莓生长需求。

4.4 温度调控

蓝莓促成栽培的适宜生长温度为20~28℃,最高不超过30℃,最低不低于5℃。当温度超过30℃时,需及时通风、湿帘降温,防止植株脱水萎蔫、生长受阻;温度低于5℃,利用热风机、保温被等方式维持温度,否则会制约生长。蓝莓休眠期需满足低温需冷量,温度应控制在0~7.2℃,持续时间约800~1200小时,方可正常打破休眠、开花结实。若低温需求量不足,会导致发芽不良、开花量少,进而影响果实产量与品质。

4.5 湿度管理

温室蓝莓湿度调控主要通过灌(喷)水增湿、控水降湿、开窗通风降湿等方式实现。控制各物候期棚内空气相对湿度对病害防控与生长发育至关重要,营养生长期空气相对湿度保持在80%左右;花期需降至60%左右以防灰霉病;膨果期控制在70%左右防治裂果;采收期则需降至50%左右,有助于提升果实硬度和贮藏性。

4.6 花果期授粉管理

温室内自然授粉媒介不足,需人工引入蜜蜂或熊蜂辅助授粉。于开花率5%时置入蜂箱,每棚一箱(约8000只蜂),至落花期80%时移出。花期维持温室内相对干燥(RH≈60%),授粉期间严禁使用化学农药,必要时选用对蜂类安全的生物农药,并提前移蜂箱至棚外。

4.7 修剪与树形管理

定植后立即进行定干修剪,保留主干20-30cm,疏除细弱枝、病虫枝,扩大树冠、促进分枝增加枝量与根系发育。成龄树修剪,每株保留4-6个主枝,基部保留2-3个芽以促发新梢,树高控制在1.5m以内,通过疏剪枝条方式(疏除过密枝、细弱枝、病虫枝及根蘖)、回缩(结果能力差的枝条)维持树体开张,改善内膛枝光照条件。对于直立型品种(如‘优瑞卡’)疏枝需去除中心干“开天窗”削弱顶端优势,保留中等枝条;开张型品种(如‘花香’)疏枝时则应遵循去弱留强,维持树势均衡。

4.8 病虫害绿色综合防控

设施栽培蓝莓病害相对较少,防控贯彻“预防为主,综合防治”原则,通过环境调控、生物防治与科学用药相结合。

蓝莓种植的病害主要有灰霉病、叶斑病、枝枯病,生产中需重点控制棚内湿度,提前预防,灰霉病:花期控制湿度<60%,可喷施枯草芽孢杆菌预防;根腐病:基质中添加木霉菌,同时避免积水;叶斑病、枝枯病:发病前喷施腈苯唑、咯菌唑、啞菌酯、吡唑醚菌酯等药剂进行保护预防。

蓝莓种植的虫害主要有蚜虫、金龟子等:蚜虫可通过棚内悬挂粘蚜板+喷施苦参碱防治,或结合防鸟害覆盖防蚜网;红蜘蛛可释放捕食螨(每株50-100头)控制;金龟子采用糖醋液诱杀,同时上下封口覆盖防虫网,阻断外来虫源,减少化学农药使用。

5 采收与采后处理

蓝莓采收需在果实全蓝、果蒂脱落、成熟度达九成左右、可溶性固形物含量符合品种特性时进行采收时,采用分批采摘方式,每2-3天采收1次,采收期一般可持续3-4周。果实用于鲜销时,采用手工采摘,操作需戴手套轻摘轻放,保证果实不受损伤、果粉完整,采摘后根据果实大小与成熟度直接分级,放入模具包装盒后立即预冷至4℃,冷链贮藏运输过程中保持温度0-2℃、湿度90%-95%,延长货架期。

6 讨论与展望

北方日光温室蓝莓无土栽培技术体系的构建与应用,有效解决了北方土壤盐碱化、pH值偏高导致的栽培障碍,实现水肥精准控制与生产标准化管理,显著提升果实品质和生产效益。该技术通过品种选育、基质优化、智能水肥一体化及环境调控的系统整合,为高寒地区蓝莓优质高产与周年供应提供坚实技术支持。

但技术推广仍存挑战:一是基质成本高、更新难,使用2-3年后易盐分积累、结构退化,每亩更新成本高,制约规模化应用;二是系统初始投资大,含专用栽培容器、水肥设备、环境调控设施等,亩均投资3-5万元,普通种植户资金压力大;三是对管理人员专业素质要求高,环境调控、水肥决策、病虫害防控依赖人工

经验,限制轻量化推广。

未来发展需聚焦四方面:一是加强种质创新与品种选育,培育适配无土栽培、耐低温弱光、抗病性强的优质高产品种,降低管理压力;二是推动基质研发与循环利用,开发低成本可再生复合型基质,探索消毒再生技术,结合秸秆、菌渣等农业废弃物实现本地化生产;三是深化智慧农业集成,利用物联网、大数据构建环境智能决策系统,实现光温水肥实时监测与联动调控,探索病害智能诊断预警,减少农药使用;四是构建轻量化模块化推广模式,开发适配不同规模的低成本设施,通过培训、托管、示范提升技术普及率。

综上所述,本文所提出的北方日光温室蓝莓无土栽培关键技术体系,通过“品种—基质—设施—管理”的全链条创新与系统集成,实现了蓝莓生产的优质化、标准化和高效化,不仅为北方地区蓝莓产业升级提供了全面可行的技术解决方案,也为推动我国设施农业向智慧化、绿色化和可持续方向迈进提供了重要实践依据。未来,随着关键瓶颈的逐步突破和智慧农业技术的深度融合,蓝莓无土栽培技术将进一步展现其在大幅提升资源利用效率、实现精准绿色生产方面的巨大潜力,为中国式农业现代化提供有力支撑。

【参考文献】

- [1]李亚东.蓝莓栽培学[M].北京:中国农业出版社,2015.
- [2]张志东.日光温室蓝莓基质栽培技术[J].北方园艺,2020(12):56-60.
- [3]黄韬.温室蓝莓无土栽培技术[J].北方果树,2018(3):31-32.
- [4]田恩梅.设施蓝莓丰产栽培技术[J].现代农业科技,2016(12):91-92.
- [5]于强波.日光温室蓝莓栽培管理技术[J].北方园艺,2019(01):205-207.
- [6]王明洁.日光温室蓝莓物候期及生长、果实特性的调查[J].北方园艺,2016(20):52-54.
- [7]杨玉春.日光温室蓝莓提早成熟关键栽培技术[J].北方园艺,2015(19):209-210.
- [8]李雪.浅析大棚蓝莓早期丰产栽培技术[J].农业与技术,2017(12):110.
- [9]阳翠.盆栽蓝莓栽培技术研究[J].现代农业科技,2018(8):70-72.
- [10]谭永军.蓝莓温室栽培技术[J].北方果树,2016(01):19-20.
- [11]杨静慧.蓝莓日光温室促成栽培的温度调控和配套栽培技术研究[J].天津农学院学报,2018(12):29-33.
- [12]尤毅.不同配方栽培基质对盆栽蓝莓生长的影响[J].广东农业科学,2018(8):38-43.

作者简介:

郭永婷(1988--),女,汉族,山西省吕梁市人,硕士研究生,农艺师,研究方向:设施农业种植。