

• 作物栽培与设施园艺

草莓无土栽培及营养液配方研究进展

汪小利, 王震星, 张卫华

(天津农学院 园艺园林学院, 天津 300384)

摘要 本文从草莓无土栽培技术的相关知识、基质与营养液栽培对草莓的影响等方面进行了综述。草莓无土栽培技术的研究主要集中在基质选择、营养液的配比及其对草莓生长、产量和果实品质等方面的作用和影响上。最后分析了草莓无土栽培存在的问题并指出草莓营养液栽培未来的研究内容。

关键词 草莓; 无土栽培; 营养液配方

中图分类号: S668.4 文献标识码: A DOI 编码: 10.3969/j.issn.1006-6500.2017.06.021

Research Progress on Soilless Culture and Nutrient Solution Recipes of Strawberry

WANG Xiaoli, WANG Zhenxing, ZHANG Weihua

(College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agriculture University, Tianjin 300384, China)

Abstract: Through literature review, the influence of soilless media and nutrient solution recipes cultivation on strawberry were summarized. Recent studies mainly focus on the media selection, nutrient solution recipes, and their effects on strawberry growth, fruit yield and quality. Finally, the existing problems were analyzed and the future further research content of strawberry nutrient solution cultivation was prospected.

Key words: strawberry; soilless culture; nutrient solution recipe

草莓(*Fragaria ananassa* Duch)原产于欧洲,别名洋莓、红莓、凤梨草莓等,为蔷薇科草莓属多年生草本植物。草莓果实色彩艳丽红嫩,果肉肉嫩多汁,风味独特,酸甜可口,清爽甘凉,含有丰富的营养物质,素有“水果皇后”的美誉。果肉中V_c含量最高,是草莓果实品质的一个重要指标。草莓为喜温植物,一般生长于温带地区,主要产于亚洲、欧洲和美洲。草莓栽培品种种类繁多,全球约有2千余种,且新品种仍在不断出现,因其栽培周期短,见效快,近年来已成为我国各地农民增收的重要经济作物^[1],在我国草莓生产面积已经超过 11×10^4 hm²。土壤栽培是我国草莓生产的传统方式,但随着农用化学物质投入的增加,土壤污染越来越严重,连作、重茬等造成了土壤地力下降,进而使得草莓产量降低、品质下降。为解决这一问题,近年来,无土栽培在草莓生产中越来越受到重视。

无土栽培是以营养液或基质等人工制造的根系环境代替土壤环境,使作物根系处于适宜的环境条件中,从而达到使作物发挥最大增产潜力的目的^[2]。利用无土栽培技术,可有效地减少农药用量,生产无公害蔬菜和果品,克服土传病害等连作问题,具有土壤栽培无可比拟的优越性^[3]。意大利曾有人做过露地栽培、保护地栽培以及无土栽培等3种栽培模式对草莓果实品质影响的研究^[4],其结果表现为无土栽培生产的草莓果实品质最好,糖含量及其风味均优于其他2种栽培模式。

目前,有关草莓无土栽培技术的研究和应用,主要集中于草莓品种选择、营养液配方选择和栽培基质选择等方面^[5-7]。实践证明,在营养液栽培中,只有遵守“四大平衡”理论才能保证营养液配比达到较适宜水平^[8],且不同生长阶段的草莓对营养元素的需求各不相同^[9]。因此,研究不同配方

收稿日期: 2017-03-03

基金项目: 天津市科技计划项目(11ZCKFNC03100); 优秀青年教师资助项目(201410517)

作者简介: 汪小利(1992—),女,重庆人,主要从事无土栽培方面研究。

通讯作者简介: 张卫华(1979—),男,河北沧州人,讲师,硕士,主要从事设施园艺栽培研究。

的营养液对草莓生长发育、产量以及果实品质具有重要意义。现就草莓无土栽培及营养液配方研究进行综述, 以期为草莓无土栽培的研究者及生产者提供参考。

1 草莓无土栽培研究进展

1.1 草莓无土栽培适用品种筛选研究

我国南北地区温度差异较大, 适合各地区栽培的草莓品种也各不相同。姜卓俊^[10]研究表明: 适合暖地栽培的草莓品种有幸香、丰香、鬼怒甘、弗杰利亚、红宝石、天娇、大将军、明宝、爱莓、吐德拉、秋香、丽红、静宝、春香和女峰等; 适合寒区栽培的草莓品种有全明星、戈雷拉、新明星、哈尼、红玫瑰、森加纳、明晶、美国 6 号、索菲亚、皇冠等; 中间型草莓品种有赛奎亚、宝交早生、奖赏、玛利亚、早光、达娜和布兰登堡等。

草莓种类繁多, 但大面积栽培的优良草莓品种却不多。同时, 因为无土栽培较之土壤栽培投入更大、成本高, 因此研究适合无土栽培的草莓品种, 对增加种植者收入, 提高草莓生产效益有重大意义。赵恒田等^[11]利用日光温室对 18 个草莓品种进行无土栽培适宜品种的筛选, 研究结果以“全明星”、“哈呢”、“鬼怒甘”等品种表现优良。但王娟等^[12]的研究结果表明: “童子 1 号”、“红颜”、“章姬”、“玫瑰”为适合无土栽培的优良品种, 其结果与邓飞鹏等^[13]的研究结果一致, 都以“红颜”的综合表现优于“章姬”。研究结果的不同可能与所研究的品种有关, 还可能与基质, 以及栽培方式、营养液的配比和栽培地区有一定关系。

1.2 无土栽培模式

无土栽培方式主要包括固体基质栽培(无基质培和有机质培)、非固体基质栽培(水培和气雾培)。由于多方面原因, 当前, 草莓无土栽培的主要形式以基质栽培为主, 水培为辅^[14]。基质栽培是以无机(珍珠岩、山灰岩、沙等)或有机基质(草炭、稻壳、酒糟等)作为载体, 间接性地供给植株所需营养、水分和氧气的一种无土栽培方式。基质栽培可根据栽培形式的不同而分为立体基质培、槽式基质培和袋式基质培^[15], 基质对营养液的吸附效果决定了植物营养的供应情况, 因此基质栽培时基质的选择对于栽培的成败尤为重要。

水培是不用基质, 将植物根系直接与营养液

接触, 为植物提供营养的无土栽培方式^[15]。水培草莓时可采用水培槽、塑料、木槽或玻璃器皿等作为栽培容器, 并且要求其不透光, 定植时要保护好根系, 不能直接将草莓插入水中^[16]。常见的水培方式有营养液膜技术(NFT)、深液流技术(DFT)和浮板毛管技术(FCH), 其中 1973 年英国 Cooper 提出的营养液膜技术解决了传统模式中缺氧的现象, 为最常见的一种水培方式。也有研究表明, 管式栽培的草莓生长状况优于桶式栽培^[14]。

气雾培又称为喷雾培, 是以喷雾的形式将营养液直接喷洒到植物根系, 供给植株营养与水分的一种无土栽培技术, 它解决了植物根系对气体的要求, 高效地利用了养分与水分, 为植物根系环境创造了有利于吸收和生长代谢的空间环境, 是所有无土栽培技术中解决水气矛盾的最有效的一种形式^[17]。但此方法对设备要求较高, 且根系温度易受环境影响, 还未大面积推广, 目前还在科学研究中, 尚未有应用于草莓无土栽培的报道。

1.3 无土栽培基质

前人对草莓无土栽培基质的研究较多, 大多采用蛭石、草炭、珍珠岩、河沙、岩棉以及碳化稻壳等作为栽培基质^[18]。基质作为无土栽培的基础, 应具有通透性、保水性强等特点, 一般而言, 选用基质可从基质的适用性、基质的经济性和植物的适应性等 3 个方面考虑。朱子龙等^[19]的研究表明, 日本专用基质比自制基质的物理形状好, 且有利于养分的积累, 但自制基质对草莓植株的生长发育和提高果实产量有促进作用, 也值得推广。草莓无土栽培可采用的基质还有松树皮, 松树皮基质具有较大的孔隙度和稳定结构, 通过其对草莓根系的呼吸作用与对水分、矿质营养吸收的影响, 可影响草莓生长过程中干物质的积累^[20]。

不同的栽培基质对草莓生产的影响也各不相同。齐慧霞^[6]对 13 种不同基质成分对草莓生长和结果的研究表明: 以草炭、食用菌废基质棉籽皮作为栽培基质的植株在营养生长和生殖生长两方面表现均优于其他栽培基质; 以混合基质锯末+棉籽皮+炉灰渣和锯末+棉籽皮作为栽培基质的植株表现次之。张全军^[21]的研究表明, 岩棉、草炭+沙+菌渣、煤渣+草炭 3 种基质适于在南方进行草莓的无土栽培, 其中混合基质草炭+菌渣+沙有利于提高草莓果实的产量和品质, 是一种可以代替价格昂贵的岩棉基质的良好基质。

有机生态型无土栽培是我国无土栽培技术的一项重大突破,它把有机农业带入无土栽培,打破了无土栽培必须使用营养液的传统观念。蒋卫杰等^[22]的研究表明,5种基质(炉渣、向日葵秆、菇渣、玉米秆和锯末)均含有较高的有机质,在使用前必须进行处理,基质中C/N值越高,产量越低;在草莓的有机生态型无土栽培中,混合基质的C:N以30:1较为适宜。

2 草莓适用营养液研究

2.1 草莓无土栽培适用营养液的研究

无论是基质栽培、水培还是气雾培,都直接或间接地以营养液来为植物提供营养,因此,只有真正掌握了营养液的配制,了解了营养液中各元素的比例关系,才能达到高产、优质的目的。无土栽培中所用的营养液包含了植物生长所必须的多种矿质元素,它不仅对草莓的生长发育和产量有重要影响,还关系到降低生产成本和提高经济效益等问题^[23]。草莓在无土栽培过程中要求营养液中各元素比例适当,否则会导致草莓生育障碍,从而使草莓产量和品质受到影响,因而营养液的配制是草莓无土栽培技术中的关键环节,该环节的成功保证了栽培的成功^[23-24]。吴慧等^[25]利用3种营养液配方(日本山崎草莓专用配方、日本园试通用配方和华南农业大学果菜配方)对草莓的生长及产量进行试验,其试验结果表明日本山崎草莓专用配方营养液对草莓植株的生长发育和果实品质、产量等方面有明显优势。

营养液中所含营养元素的种类、数量以及营养液的酸碱度都会影响作物的生长,草莓在不同生育阶段所需要的养分也不相同。一般而言,营养液配方中含有C、H、O、N、P、K、S、Ca、Mg、Fe、B、Mn、Cl、Zn、Cu、Mo等多种不可缺少的元素,而在无土栽培中,需要考虑的必要元素只有11种,包括3种大量元素(N、P、K)和2种中量元素(Ca、Mg)、6种微量元素(Fe、Mn、Cu、B、Zn、Mo),其中大量元素(N、P、K)的用量变化对草莓的生长发育以及开花结果有重要影响^[24]。研究表明:草莓无土栽培的营养液配方在营养生长期所推荐的 NO_3^- 、 NH_4^+ 、 H_2PO_4^- 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度分别为12, 2, 2.2, 6, 3, 1.25 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$;开花结果期分别为10, 0, 2, 6.5, 3.25, 1.05 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ^[26]。

pH值是溶液一个非常重要的化学性质,它与养分的溶解度关系十分密切,营养液过酸或过碱,其矿质元素都难以被植物吸收利用^[27]。草莓对营养液pH值的要求为5.5~6.5。生产中营养液的pH值会受环境影响而出现变化,据测定pH值每周会升高0.8~1.0,因此,营养液的酸碱度需要调节,且调节时间间隔以不超过7d为宜^[23]。在一定浓度范围内,溶液浓度与电导率呈正相关,营养液的电导率会随浓度的提高而增大。草莓为不耐盐植物,研究表明:当营养液的EC值为0.8 $\text{ms}\cdot\text{cm}^{-1}$ 时,有利于草莓的营养生长^[28];当营养液的EC值为1.5 $\text{ms}\cdot\text{cm}^{-1}$ 时,有利于草莓的生殖生长^[25]。

2.2 各元素对草莓产量品质的影响

大量元素N、P、K的用量变化对草莓的生长发育及开花结果有重要影响,3种元素间的比例关系是否合理对草莓无土栽培的成败有重要意义。氮肥占肥料成本最大,氮素营养对产量和品质的影响也大。目前,大多数营养液配方以硝态氮为氮素肥料。曾祥国等^[29]针对不同营养液对草莓生长及品质进行研究,其结果表明营养液中铵态氮与硝态氮的比例为5.5:1时,草莓果实产量最高。但当所研究的草莓品种及栽培方式不同时,其结果可能会产生变化。不同N、P、K浓度的营养液对植物的影响也不同,纪开燕等^[30]的研究表明,在苗期可多施用一定量的P、K肥,再配合适量的N肥,可明显促进草莓匍匐茎的生长。

铁作为叶绿素合成的必要元素,可直接或间接地影响植物光合作用,对大多数绿色植物而言,铁元素对其生长发育十分重要。草莓对缺铁反应十分敏感,国外有试验表明,草莓无土栽培推荐使用的铁浓度为20 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ^[31]。但在我国北方,大部分地区都是石灰性土壤,草莓缺铁黄化现象十分普遍,严重影响草莓的生长发育及产量和品质。于会丽等^[32]的研究表明,喷施铁肥可提高草莓叶片相关酶的活性和养分含量,促进其生长发育并改善果实品质。

营养液中缺硼会导致草莓植株矮小、花败育和座果率降低等现象,在草莓无土栽培中施用硼对提高产量和单株果实数量有明显效果。韦海忠等^[33]研究表明,当硼浓度为278 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,草莓产量高,含糖量高,单株果实数多,在产量、品质和经济性状等方面表现优于其他两种浓度。

3 问题与展望

目前,草莓无土栽培技术在我国已进入一个新的阶段,关于草莓无土栽培研究的报道也较多,但综合来看,尚还存在一些不足。(1)适合无土栽培的草莓专用品种较少。在草莓无土栽培的研究中,大多都是关于营养液和基质的研究,而有关无土栽培专用品种的筛选和选育研究相对较少。(2)目前,草莓无土栽培综合研究较少,多限于某种配方、某种基质或单一元素对草莓生长产量及品质的影响,缺乏草莓生产关键因素集成研究,制约了其生产的发展。(3)由于当前无土栽培草莓一般都在基质或营养液中生长,缓冲能力较小,所以受外界环境变化(温度、水分、光照、气体肥料、营养元素等)影响较大。(4)无土栽培技术复杂、成本高,阻碍着草莓无土栽培的大面积应用。

无土栽培是实现草莓集约化、安全生产及周年供应的重要途径。营养液是无土栽培应用的必要条件。研究草莓不同生育阶段对于营养元素的需求规律,探索关键节点、关键元素对草莓产量、品质的影响,集成特定草莓品种营养液管理技术并配套特定环境管理技术,对于实现草莓高效优质安全栽培具有重要意义。

参考文献:

- [1]雷家军.我国草莓生产现状及展望[J].中国果树,2001(1):49-51.
- [2]张英,徐建华,李万良.无土栽培的现状与发展趋势[J].农业科技展望,2008(5):40-42.
- [3]路艳娇.草莓无土栽培技术[J].北方园艺,2006(3):92-93.
- [4]朱子龙.草莓无土栽培方式及基质研究[D].泰安:山东农业大学,2008.
- [5]张宁.不同配比基质对草莓开花结果和果实品质的影响[J].安徽农业科学,2011,39(26):15876-15877.
- [6]齐慧霞.不同基质条件对草莓生长和结果的影响[J].北方园艺,2002(6):58-59.
- [7]曾光辉,王法格.不同草莓品种本地化育苗试验初报[J].浙江农业科学,2009(4):677-679.
- [8]王瑞,胡笑涛,苏苑君.菠菜营养液栽培的研究进展与展望[J].长江蔬菜,2014(14):7-10.
- [9]陈志,陈胜萍,陈惠.观光农业园草莓主要栽培模式及营养液配制[J].河北农业科学,2015,19(4):22-24.
- [10]姜卓俊.草莓品种类型与栽培形式[J].中国果树,2001(2):47-48.
- [11]赵恒田,王新华.寒区草莓无土栽培品种与基质筛选试验[J].农业科学与综合研究,2001,17(4):319-320.
- [12]王娟,陈立新,陈雅君.草莓无土栽培适宜品种与栽培基质筛选评价[D].北京:中国农业科学院,2014.
- [13]邓飞鹏,李业勇,陈安琪.3个草莓品种大棚无土栽培比较实验[J].南方园艺,2013,24(6):27-28.
- [14]梁郸娜,王合理.不同水培方式对草莓生长发育影响的初步研究[J].塔里木大学学报,2011,23(2):86-90.
- [15]郭世荣.无土栽培学[M].北京:中国农业出版社,2014:3.
- [16]金玲.水培草莓的栽培技术[J].黑龙江农业科学,2010(8):188.
- [17]肖英奎,张艳平,张强,等.马铃薯微型气雾培营养液研究综述[J].农机化研究,2011(10):220-223.
- [18]刘虎俊.NFT系统和松树皮基质栽培对草莓干物质积累的影响[J].西北农业学报,2001,10(3):70-73.
- [19]万红,陶磅,孔令明.草莓有机生态型盆栽基质研究[J].北方园艺,2017(8):149-152.
- [20]朱子龙,王秀峰,王英华,等.草莓无土栽培方式及基质配方研究[J].山东农业科学,2008(8):58-60.
- [21]张全军.草莓基质栽培研究[D].成都:四川农业大学,2002.
- [22]蒋卫杰,刘伟,余宏军,等.我国有机生态型无土栽培技术研究[J].生态农业研究,2000,8(3):17-21.
- [23]李富恒,王艳.草莓无土栽培营养液的配制及管理[J].农业系统科学与综合研究,2001,17(3):210-211,214.
- [24]唐忠建,赵宝龙,孙军莉,等.草莓无土栽培基质与营养液配方筛选试验研究[J].陕西农业科学,2016,62(4):54-56.
- [25]吴慧,邱火箭,高杰.不同营养液配方对盆栽草莓生长及产量的影响[J].新疆农业科学,2015,52(5):868-874.
- [26]尹克林.草莓无土栽培[J].中国南方果树,2001,30(1):34-35.
- [27]牛静娟.无土栽培营养液调配及灌溉控制系统开发[D].天津:河北工业大学,2003.
- [28]王中原,张孝成.草莓岩棉无土栽培营养水平对生长发育及产量的影响[J].中国南方果树,2003,32(2):49-50.
- [29]曾祥国,向发云,顾玉成.基质栽培中不同营养液对草莓生长及品质的影响[C]//草莓研究进展.北京:中国园艺学会,2015:194-201.
- [30]纪开燕,郭成宝,黄健.不同N、P、J配比营养液对草莓营养钵育苗施肥的影响[J].安徽农业科学,2014,42(33):11680-11681,11770.
- [31]韩爱华,尹克林.草莓无土栽培技术研究综述[J].中国南方果树,2003,32(3):54-46.
- [32]于会丽,司鹏,乔宪生,等.喷施不同铁肥对草莓铁养分吸收和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2016(5):73-78.
- [33]韦海忠,徐杏林,杜梦青.不同浓度硼素对草莓生长、糖度和贮运性的影响[J].浙江农业科学,2010(5):964-966.