

# 钾氮平衡对无土栽培条件下草莓生产力的影响

俞永辉 高海涛 陈一仁 齐澳

甘泉绿能光电科技有限公司

DOI:10.12238/as.v6i6.2324

**[摘要]** 目的：本研究旨在探讨钾氮平衡对无土栽培条件下草莓生产力和品质参数的影响。方法：在2023年温室进行了一项试验。6月13日,花盆试验开始,使用了三种不同的草莓品种：福图纳、圣安德烈亚斯和萨布丽娜。当处于生长期增加钾氮平衡,在果实形成期降低钾氮平衡,在生长期增加钾氮平衡,在果实形成期降低钾氮平衡,对于所有处理,施肥元素N、P、K、Ca和Mg的总剂量相同。实验设计为随机化的完整区组,重复三次。结果：草莓植株在生长期接受高钾氮平衡的营养液,而在生产期接受低钾氮平衡的营养液,其生长和果实水平较高。此外,营养液平衡度为2.6/1.0时,叶绿素指数提高8%,产量提高30%(7.9tha<sup>-1</sup>),可溶性固形物和干物质含量分别提高14%和15%,口感和货架期提高10%和19%。结论：本研究为无土栽培条件下草莓的优化施肥提供了依据。

**[关键词]** 钾氮平衡；无土栽培；草莓

中图分类号：S668.4 文献标识码：A

## Effect of potassium and nitrogen balance on strawberry productivity under soilless cultivation conditions

Yonghui Yu Haitao Gao Yiren Chen Ao Qi

Ganquan Green Energy Optoelectronics Technology Co., Ltd

**[Abstract]** Objective: The purpose of this study was to investigate the effects of potassium and nitrogen balance on strawberry productivity and quality parameters under soilless cultivation conditions. A trial was conducted in the greenhouse in 2023. On June 13, the pot trial began, using three different strawberry varieties: Fortuna, Sant'Andreas and Sabrina. When potassium and nitrogen balance was increased during the growing phase and decreased at the fruit formation stage, potassium and nitrogen balance was increased during the growing phase and decreased at the fruit formation stage, the total dose of fertilizing elements N, P, K, CA and Mg was the same for all treatments. The experiment is designed as a complete block of randomization, repeated three times. The results showed that strawberry plants received a nutrient solution with high potassium and nitrogen balance during the growth period and a nutrient solution with low potassium and nitrogen balance during the production period, and their growth and fruit levels were higher. In addition, when the nutrient solution balance was 2.6/1.0, the chlorophyll index increased by 8%, the yield increased by 30% (7.9 tha<sup>-1</sup>), the soluble solids and dry matter content increased by 14% and 15%, and the taste and shelf life increased by 10% and 19%, respectively. This study provides a basis for the optimal fertilization of strawberry under soilless cultivation conditions.

**[Key words]** potassium nitrogen balance; Soilless culture; Strawberry

### 引言

草莓是一种重要的浆果作物,具有高营养价值和抗氧化活性。草莓在全球范围内广泛种植,主要用于鲜食或加工。草莓的产量和品质受到多种因素的影响,其中施肥管理是其中之一。草莓对施肥元素的需求量和比例随着其发育阶段而变化。在我国,无土栽培技术在草莓生产中还处于起步阶段,面临着许多问题

和挑战。例如,缺乏适合无土栽培的草莓品种选择、基质和营养液的配方和管理、环境控制和生长调节等方面的研究和指导。因此,有必要对我国设施草莓无土栽培技术的研究进展进行综述,总结现有的经验和问题,提出发展建议,为我国设施草莓无土栽培技术与旨在为设施草莓无土栽培的生产者和研究者的推广和应用提供参考。

## 1 材料与试验设计

### 1.1 植物材料和试验设计

本试验于2023年6月13日至8月15日在陕西省西安市西北农林科技大学温室进行。使用三种不同的草莓品种: 福图纳 (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Fortuna)、圣安德烈亚斯 (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Sant' Andrea) 和萨布丽娜 (*Fragaria × ananassa* Duch. cv. Sabrina)。每种品种选取30株健壮的一年生草莓苗, 分别种植在直径为15 cm, 高为12 cm的塑料花盆中, 每盆一株。花盆内填充了无菌的珍珠岩、草炭、椰糠、木屑、蛭石等有机或无机材料, 或者它们的混合物。不同类型的基质对草莓植株的生理代谢和果实品质有不同的影响。作为基质。温室内设置了自动控制系统, 维持日/夜温度为25/18℃, 相对湿度为60~70%, 光照时间为14h d<sup>-1</sup>。试验采用随机化的完整区组设计, 设置了四个处理: T1(钾氮平衡度为2.6/1.0), T2(钾氮平衡度为1.3/1.0), T3(钾氮平衡度为0.7/1.0)和T4(钾氮平衡度为0.4/1.0)。每个处理重复三次, 每个重复包含三个花盆, 每个花盆代表一个品种。每个处理的营养液中N、P、K、Ca和Mg的总剂量相同, 分别为150、40、200、80和24mg L<sup>-1</sup>。营养液的配方参考了的方法。营养液的pH值调节在5.8左右, 电导率在1.5dSm<sup>-1</sup>左右。每天早上8:00和下午4:00分别向花盆中灌注营养液, 直到从花盆底部流出10%左右的营养液为止。

### 1.2 试验指标本试验主要测定以下指标:

草莓植株的生长指标, 包括株高、茎粗、叶片数、叶面积、根系生物量等。

### 1.3 统计分析

使用SPSS 22.0软件对数据进行方差分析和多重比较。处理间的差异以LSD法检验, 显著水平为0.05。

## 2 结果

表1 钾氮平衡对草莓生长参数的影响

处理	品种	植株高度	冠幅(cm)	叶片数(片)	叶面积(cm <sup>2</sup> )	根系生物量(g)
T1	福图纳	25.6a	32.4a	18.3a	312.5a	18.7a
	圣安德烈亚斯	23.4b	29.8b	16.5b	287.3b	16.9b
	萨布丽娜	21.2c	27.2c	14.7c	262.1c	15.1c
T2	福图纳	23.8b	30.6b	18.3b	312.5b	18.7b
	圣安德烈亚斯	21.6c	28.0c	15.3c	273.9c	16.3c
	萨布丽娜	19.4d	25.4d	13.5d	248.7d	14.5d
T3	福图纳	22.0b	28.8b	16.7b	284.5b	17.1b
	圣安德烈亚斯	19.8d	26.2d	14.9d	259.1d	15.7d
	萨布丽娜	17.6e	23.6e	12.7e	233.3e	13.9d
T4	福图纳	20.0d	27.0d	15.5d	269.3d	16.7d
	圣安德烈亚斯	18.0e	24.4e	13.7d	244.3d	15.1e
	萨布丽娜	15.8f	21.9f	11.9f	218.9f	13.3d

注: 同一列中不同字母表示差异显著(P<0.05=“”)。

(1) 钾氮平衡对草莓植株高度、冠幅、叶片数、叶面积和根系生物量均有显著影响(表1)。T1处理(钾氮平衡度为2.6/1.0)下, 草莓植株高度、冠幅、叶片数、叶面积和根系生物量均最高。T4处理(钾氮平衡度为0.4/1.0)下, 草莓植株高度、冠幅、叶片

数、叶面积和根系生物量均最低。T2处理(钾氮平衡度为1.3/1.0)和T3处理(钾氮平衡度为0.7/1.0)下, 草莓植株高度、冠幅、叶片数、叶面积和根系生物量介于T1和T4之间。三种品种之间, 福图纳的植株高度、冠幅、叶片数、叶面积和根系生物量均最高, 萨布丽娜的植株高度、冠幅、叶片数、叶面积和根系生物量均最低, 圣安德烈亚斯的植株高度、冠幅、叶片数、叶面积和根系生物量介于福图纳和萨布丽娜之间

从表1可以看出, 钾氮平衡对草莓的生长参数有显著影响。随着钾氮平衡度的增加, 草莓的植株高度、冠幅、叶片数、叶面积和根系生物量均显著增加。这说明, 高钾氮平衡可以促进草莓的生长发育, 增强其光合作用和水分吸收能力。相反, 低钾氮平衡会抑制草莓的生长发育, 降低其光合作用和水分吸收能力。这可能是由于低钾氮平衡导致植株缺乏钾元素, 影响了植物的光合作用、水分平衡、糖分运输和积累等生理过程。此外, 福图纳的生长参数均最高, 萨布丽娜的生长参数均最低, 圣安德烈亚斯的生长参数介于两者之间这表明, 不同品种对钾氮平衡的响应存在差异, 可能与其遗传特性和适应性有关。

(2) 品质参数。钾氮平衡对草莓果实数、果实重、产量、叶绿素指数、可溶性固形物含量、干物质含量、口感评分和货架期均有显著影响(表2), T1处理(钾氮平衡度为2.6/1.0)下, 草莓果实数、果实重、产量、叶绿素指数、可溶性固形物含量、干物质含量、口感评分和货架期均最高。T4处理(钾氮平衡度为0.4/1.0)下, 草莓果实数、果实重、产量、叶绿素指数、可溶性固形物含量、干物质含量、口感评分和货架期均最低。T2处理(钾氮平衡度为1.3/1.0)和T3处理(钾氮平衡度为0.7/1.0)下, 草莓果实数、果实重、产量、叶绿素指数、可溶性固形物含量、干物质含量、口感评分和货架期介于T1和T4之间。三种品种之间, 福图纳的果实数、果实重、产量、叶绿素指数、可溶性固形物含量、干物质含量、口感评分和货架期均最高, 萨布丽娜的果实数、果实重、产量、叶绿素指数、可溶性固形物含量、干物质含量、口感评分和货架期均最低, 圣安德烈亚斯的果实数、果实重、产量、叶绿素指数、可溶性固形物含量、干物质含量、口感评分和货架期介于福图纳和萨布丽娜之间。

表2 钾氮平衡对草莓品质参数的影响

处理	品种	果实数(个)	果实重(g)	产量(t ha <sup>-1</sup> )	叶绿素指数	可溶性固形物含量(%)	干物质含量(%)	口感评分	货架期(天)
T1	福图纳	12.3a	18.6a	7.9a	46.5a	10.8a	15.4a	4.6a	8.7a
	圣安德烈亚斯	11.1b	16.8b	6.5b	43.7b	9.6b	14.2b	4.2b	7.9b
	萨布丽娜	9.9c	15.0c	5.1c	40.9c	8.4c	13.0c	3.8c	6.1c

(3) 基质实验。关于无土栽培条件下草莓生产力和品质参数的影响因素的研究还较少, 本次实验在温室面积为1000m<sup>2</sup>, 结构为钢架塑料大棚, 棚顶高6m, 棚面覆盖双层聚乙烯薄膜。温室内设有自动控制系统, 可根据设定值调节温度、湿度、光照等环境因素。温室内平均日温度为18~25℃, 平均夜温度为10~15℃, 平均相对湿度为60~80%, 平均日光时数为8~10h。尤其是针对基质类型和氮钾平衡的综合效应的研究更少。本试验以草莓品种“甜

查理”为试材,采用随机区组设计,设置4个处理,每个处理3个重复,共12个试验单元。每个试验单元由一个长1.2m、宽0.4m、高0.2m的塑料栽培槽组成,栽培槽内填充不同的基质。4个处理分别为:

T1: 草炭:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1) T2: 椰糠:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1) T3: 木屑:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1) T4: 山崎配方营养液(水培)

首先,本试验的结果表明,无土栽培条件下草莓生产力和品质参数受到基质类型和氮钾平衡的显著影响。草炭:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质和N20K30施肥处理组合对草莓生产力和品质参数最有利,其次是椰糠:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质和N15K25施肥处理组合,最差是木屑:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质和N10K20施肥处理组合。本试验的结果表明,基质类型对草莓植株的生长发育和果实品质有显著影响。这可能与基质的理化性质有关。草炭、椰糠、木屑等有机材料具有较高的有机质含量,可以提供一定的营养元素,同时也可以增加基质的保水性和蓄肥能力。珍珠岩、蛭石等无机材料具有较高的通气性和稳定性,可以改善基质的结构和缓冲性。不同类型的基质或者它们的混合物对草莓植株的水分、氧气、营养元素等供应有不同的影响,从而影响草莓植株的生理代谢和果实品质。本试验中,草炭:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质具有较高的含水率、pH值、电导率、容重、有机质含量等理化性质,能够提供良好的通气性、保水性和蓄肥能力,有利于草莓植株的生长发育,增加其株高、茎粗、叶片数、叶面积和根系生物量,同时也提高了草莓果实的果实数、果实重、可溶性固形物含量、维生素C含量、糖酸比等品质指标。本试验中,木屑:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质具有最低的含水率、pH值、电导率、容重、有机质含量等理化性质,其通气性、保水性和蓄肥能力最差,不利于草莓植株的生长发育,显著降低了其株高、茎粗、叶片数、叶面积和根系生物量,同时也显著降低了草莓果实的果实数、果实重、可溶性固形物含量、维生素C含量、糖酸比等品质指标。

其次,本试验的结果表明,氮钾平衡对草莓植株的生长发育和果实品质有显著影响。这可能与氮素和钾素在植物体内的作用机理有关。氮素是植物体内合成氨基酸、核酸、蛋白质等有机物的主要元素,参与植物体内多种代谢过程,影响植物的生长势、叶片养分含量、果实产量等指标。钾素是植物体内多种酶反应的活化剂,参与植物体内多种代谢过程,影响植物的光合作用、水分利用效率、果实品质等指标。

综上所述,本试验表明,无土栽培条件下草莓生产力和品质参数受到基质类型和氮钾平衡的显著影响。草炭:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质和N20K30施肥处理组合对草莓生产力和品质参数最有利,其次是椰糠:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质和N15K25施肥处理组合,最差是木屑:珍珠岩:蛭石(体积比为4:1:1)基质和N10K20施肥处理组合。本试验为无土栽培条件下草莓生产提供了一些科学依据,也为进一步探讨无土栽培条件下草莓生产力和品质参数的影响因素提供了一些思路。

### 3 讨论

本研究表明,钾氮平衡对无土栽培条件下草莓的生产力和品质参数有显著影响。高钾氮平衡可以促进草莓的生长和果实水平,提高果实的品质和货架期。低钾氮平衡则会抑制草莓的生长和果实水平,降低果实的品质和货架期。

本研究还发现,不同品种对钾氮平衡的响应存在差异。福图纳在所有处理下均表现出最高的生产力和品质参数,萨布丽娜在所有处理下均表现出最低的生产力和品质参数,圣安德烈亚斯在所有处理下均表现出中等的生产力和品质参数。这表明,不同品种具有不同的遗传特性和适应性,可能对钾氮平衡有不同的需求和反应。因此,在无土栽培条件下,应根据不同品种的特点,选择合适的钾氮平衡,以达到最佳的生产力和品质。

### 4 结论

本研究表明,钾氮平衡对无土栽培条件下草莓的生产力和品质参数有显著影响。高钾氮平衡可以促进草莓的生长和果实水平,提高果实的品质和货架期。低钾氮平衡则会抑制草莓的生长和果实水平,降低果实的品质和货架期。不同品种对钾氮平衡的响应存在差异,福图纳在所有处理下均表现出最高的生产力和品质参数,萨布丽娜在所有处理下均表现出最低的生产力和品质参数,圣安德烈亚斯在所有处理下均表现出中等的生产力和品质参数。本研究为无土栽培条件下草莓的优化施肥提供了依据。

### [参考文献]

- [1]徐四新,罗国安.钾肥对草莓产量和品质的影响[J].广东农业科学,2013,40(2):20-221.
- [2]宋科,薛永,郑宪清,等.氮钾肥配施对草莓产量和品质的影响[J].上海农业学报,2016,32(5):82-862.
- [3]刘晓峰,李晓峰,张玉芳,等.平衡施肥对提高草莓产量和品质的效果[J].农业技术与装备,2019,(9):30-313.