



吴玉,彭杰椿,黄相伟,等.雾培条件下马铃薯新品种(系)农艺性状及微型薯产量比较[J].黑龙江农业科学,2021(5):14-17,18.

# 雾培条件下马铃薯新品种(系)农艺性状及微型薯产量比较

吴玉<sup>1</sup>,彭杰椿<sup>1</sup>,黄相伟<sup>1</sup>,邓英毅<sup>1</sup>,易若兰<sup>1,2</sup>,郑 虚<sup>2</sup>

(1. 广西大学 农学院, 广西南宁 545000; 2. 广西壮族自治区农业科学院 经济作物研究所, 广西南宁 530007)

**摘要:**为选育适宜广西地区雾培生产的微型薯高产优势品种,以2个马铃薯新品种(系)为材料,研究其在生长发育过程中农艺性状的变化,并比较不同栽培方法对微型薯产量的影响。结果表明:随着雾培生长时间的增加,雾培马铃薯两品种(系)桂农薯1号和品系20号的株高、茎粗、节位数、叶片数、匍匐茎长度及根长逐渐增加。其中品系20号的株高、茎粗、节间长度、单株结薯数、单株结薯重均大于桂农薯1号,而叶片数、匍匐茎长度和平均单薯重均小于桂农薯1号;二者的根长则无显著性差异。两品种(系)雾培马铃薯的单株结薯数(10粒以上)、单株结薯重、平均单薯重(大于5g)分别是基质栽培的7~9、12~15和1.6~1.7倍,且品系20号的雾培增产效果优于桂农薯1号。

**关键词:**马铃薯;雾培法;品种(系)比较;微型薯

马铃薯(*Solanum tuberosum* L.)是世界四大粮食作物之一,宜粮、宜菜、宜饲,增产潜力巨大,马铃薯产业化发展对保障国家粮食安全、促进农民增收和繁荣农村经济具有十分重要的战略意义<sup>[1]</sup>。广西作为重要的马铃薯冬作区,具有资源优势明显、发展空间广阔、市场需求大等优势条件<sup>[1]</sup>。然而,因广西地区良种繁育体系缺失导致秋冬种脱毒种薯基本依靠“南种北调”,北方种薯调到南方经常由于休眠期未过而导致出苗不齐等问题的出现,难以满足生产发展需求<sup>[2]</sup>。因此脱毒种薯快繁成为马铃薯增产的重要途径,如何改善挖掘马铃薯单株增产潜力、提高原种产量是亟需研究的关键问题。

雾培法生产马铃薯脱毒微型薯是近年来研发的新型无土栽培技术,打破了马铃薯原种生产中的气候和地域限制,可实现微型薯的周年工厂化生产<sup>[3]</sup>。该技术通过模拟露地环境栽培,用营养液代替土壤中的营养元素定时定量调节营养供给,促进植株生长<sup>[4-5]</sup>;并且还可以通过物联网远

程控制融合系统自动调节温度、湿度、pH、EC值等,实现智能化操作管理,从而降低生产成本,提高原种的合格率<sup>[6-7]</sup>。

桂农薯1号是近年来广西自主选育的耐寒抗霜冻高产早熟优质抗性强的黄皮黄肉马铃薯新品种,品系20号则是选育的优质红皮红肉的优良马铃薯新品系<sup>[8-11]</sup>,但目前对这两个品种(系)雾培法生产脱毒微型薯还没有系统的研究。本试验以这2个新品种(系)为材料,通过探究其在生长发育过程中农艺性状的差异,同时比较基质栽培与雾培法对微型薯产量的影响,旨在为广西自主开展马铃薯脱毒种薯繁育提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验于2018年11月—2019年2月在广西壮族自治区农业科学院经济作物研究所的雾培室进行,供试材料为桂农薯1号和品系20号的脱毒组培苗(广西壮族自治区农业科学院经济作物研究所和广西大学共同选育),定植时植株高度为12~14 cm,茎粗为1.50~2.00 mm,叶片数为8~11片。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验设计** 雾培法。试验采用随机区组设计,每小区种植24株,重复3次。栽培床规格为180 cm×60 cm,栽植密度为15.0 cm×22.5 cm。以MS为喷雾营养液,pH5.5~5.6,每

收稿日期:2021-03-15

**基金项目:**广西创新驱动发展专项(桂科AA17204054);国家现代农业产业技术体系广西薯类创新团队建设专项(nycytxgxextd-11-02);广西农业科学院基本科研业务专项(2015YT62,TS202131);广西农业重点科技计划(201412,201529)。

**第一作者:**吴玉(1996—),女,在读硕士,从事园艺植物栽培与育种研究。E-mail:jiu-wy@foxmail.com。

**通信作者:**邓英毅(1972—),女,博士,副教授,从事园艺植物栽培与育种研究。E-mail:yingyideng@163.com。

隔 5 min 喷雾 30 s,每 7 d 定时更换培养液。

基质栽培法。在内径为长 45 cm、宽 32 cm、高 13 cm 的塑料盆中进行,种植时间、栽植密度以及管理同雾培法,每个品种栽植 100 株。

1.2.2 测定项目及方法 雾培法在定植 7 d 后开始测量植株生长势,每 7 d 测量 1 次,共测量 5 次,测量植株的株高、茎粗、节位数、叶片数、匍匐茎长度和根长。结薯后每隔 10 d 定期分批采收原原种。最后将原原种按照 >10 g、5~10 g、<5 g 三个规格进行统计,测定单株结薯数、单株结薯重和平均单薯重,指标测定方法参照《马铃薯试验研究方法》进行<sup>[12]</sup>。

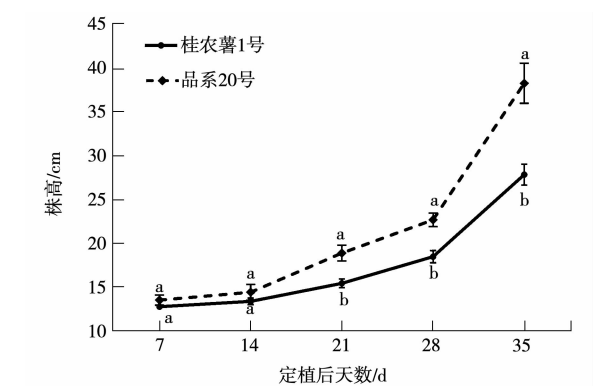
基质栽培法只在收获时调查结薯情况。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2013 和 SPSS 26.0 软件进行数据整理和统计分析,Graphpad Prism 8.0 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 雾培条件下马铃薯地上部农艺性状比较

2.1.1 株高 如图 1 可知,定植后雾培马铃薯的株高随着生长时间变化明显增加。定植后 7~14 d,桂农薯 1 号和品系 20 号的株高无显著差异,增长较为缓慢。定植后 21 d 品系 20 号的株高显著高于桂农薯 1 号,此阶段二者的株高增长速率有所增加。定植后 35 d 时,品系 20 号的株高比桂农薯 1 号高 10.5 cm(37.8%),二者差异显著。



注:不同小写字母表示 0.05 水平差异显著。下同。

图 1 雾培条件下不同品种(系)马铃薯株高比较

2.1.2 茎粗 由图 2 可知,定植后雾培马铃薯的茎粗也随着生长时间的增加而逐渐增加。定植后 7~14 d,桂农薯 1 号和品系 20 号的茎粗无显著差异。定植后 21 d 品系 20 号的茎粗显著高于桂农薯 1 号。定植后 35 d,品系 20 号和桂农薯 1 号的茎

粗分别增长了 3.21(208.5%)和 1.56 cm(104.7%),二者差异显著。

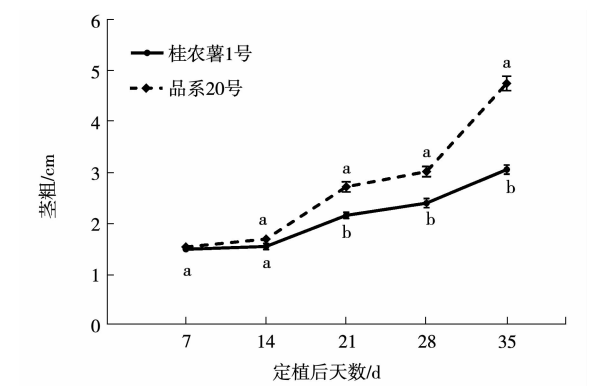


图 2 雾培条件下不同品种(系)马铃薯茎粗比较

2.1.3 节位数及节间长度 由图 3 可知,随着生长时间的增加,节位数明显增加。定植后 7~21 d,桂农薯 1 号的节位数显著多于品系 20 号。28 d 时,品种间无显著差异。定植后 35 d,品系 20 号的节位数显著多于桂农薯 1 号。由图 4 可知,马铃薯节间长度呈“V”型变化,品系 20 号和桂农薯 1 号平均节间长度最短的时期分别是 28 和 21 d。整个测定时期,品系 20 号的节间长度显著长于桂农薯 1 号。

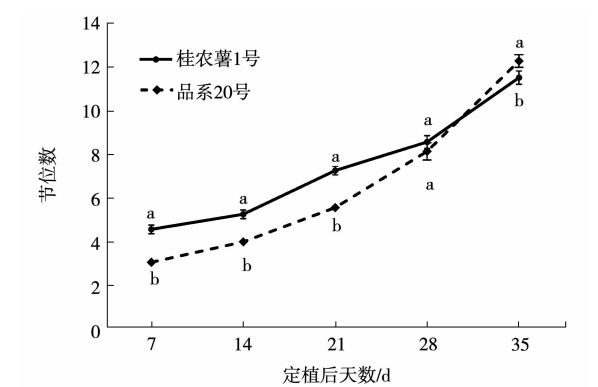


图 3 雾培条件下不同品种(系)马铃薯节位数比较

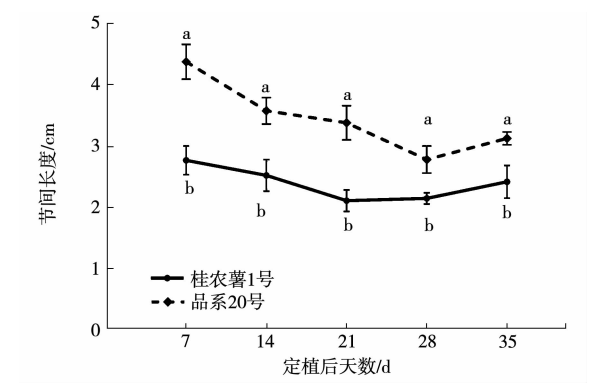


图 4 雾培条件下不同品种(系)马铃薯节间长度比较

2.1.4 叶片数 由图 5 可知,定植后雾培马铃薯的叶片数随着生长时间的增加而逐渐增加,两品种(系)在定植后 14 d 前叶片数缓慢增加,定植后 14~35 d 叶片数快速增加。定植后 35 d,桂农薯 1 号和品系 20 号的叶片数无显著差异,定植后 7~28 d 桂农薯 1 号叶片数显著多于品系 20 号。

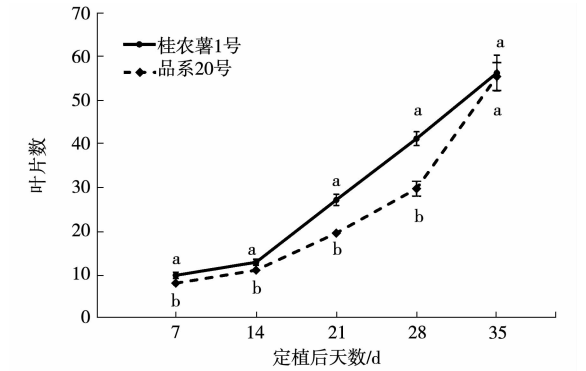


图 5 雾培条件下不同品种(系)马铃薯叶片数比较

2.2 雾培条件下马铃薯地下部农艺性状比较

2.2.1 匍匐茎长度 由图 6 可知,随着生育期的推移,匍匐茎长度明显增加。定植后 14 d,桂农薯 1 号和品系 20 号的匍匐茎长度无显著差异。定植后 21~35 d,桂农薯 1 号的匍匐茎长度显著长于品系 20 号。定植后 35 d,桂农薯 1 号匍匐茎长度是品系 20 号的 1.2 倍。

2.2.2 根长 由图 7 可知,随着生育期的推移,不同品种根长明显增加,但桂农薯 1 号和品系 20 号在同一时期均无显著性差异。

2.3 不同栽培条件下马铃薯产量比较

由表 1 可知,雾培条件下,品系 20 号的单株结薯数、单株结薯重均大于桂农薯 1 号,但平均单薯重小于桂农薯 1 号。基质栽培结果表明,桂农薯 1 号的单株结薯重、平均单薯重大于品系 20 号,但单株结薯数小于品系 20 号。将微型薯分为

>10 g、5~10 g、<5 g 三个规格进行统计,仅雾培桂农薯 1 号有>10 g 微型薯,为 0.26 粒,5~10 g 和<5 g 的微型薯数量均表现为品系 20 号大于桂农薯 1 号。

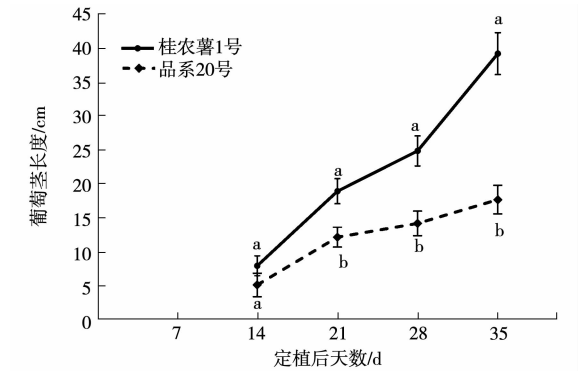


图 6 雾培条件下不同品种(系)马铃薯匍匐茎长度比较

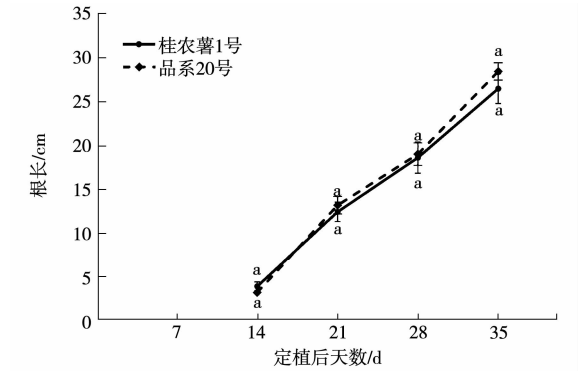


图 7 雾培条件下不同品种(系)马铃薯根长比较

桂农薯 1 号雾培的单株结薯数、单株结薯重、平均单薯重分别是基质栽培的 7.41、11.99 和 1.62 倍;品系 20 号雾培的单株结薯数、单株结薯重、平均单薯重分别是基质栽培的 8.94、15.06 和 1.69 倍。由此可知,马铃薯雾培产量远远大于基质栽培,且品系 20 号雾培增产效果优于桂农薯 1 号。

栽培方式	品种(系)	单株结薯数/粒				单株结薯重/g	平均单薯重/g
		总结薯数	>10 g	5~10 g	<5 g		
雾化栽培	桂农薯 1 号	10.52	0.26	5.12	5.14	58.27	5.54
	品系 20 号	13.5	0	5.99	7.51	70.02	5.19
基质栽培	桂农薯 1 号	1.42	0	0.65	0.77	4.86	3.42
	品系 20 号	1.51	0	0.66	0.85	4.65	3.08

### 3 结论与讨论

随着雾培时间的增加,马铃薯的株高、茎粗、节位数、叶片数、匍匐茎长度、根长等均明显增长。其中品系 20 号的株高、茎粗、节间长度显著大于桂农薯 1 号,桂农薯 1 号叶片数和匍匐茎长度显著大于品系 20 号,二者根长无显著性差异。产量方面,雾培马铃薯的单株结薯数(10 粒以上)、单株结薯重、平均单薯重( $>5\text{ g}$ )是基质栽培的 8.17、13.52 和 1.65 倍,这与修英涛等<sup>[13]</sup>和吕树鸣等<sup>[14]</sup>研究相似,雾培马铃薯植株的生长势和产量皆明显高于基质栽培;品系 20 号雾培增产效果优于桂农薯 1 号,这与 Tierno 等<sup>[15]</sup>研究结果一致,雾培不仅可以延长植株的营养周期,且对中早熟品种的增产效果尤为显著。

马铃薯的植株生长过程中易受环境影响,未来仍需充分利用雾培技术,针对不同品种、增产机理以及其他因素等耦合等开展进一步研究,深度挖掘单株增产潜力。作为喜光作物,马铃薯生长期需要充足的光照,最适宜生长温度为  $17\sim 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,块茎形成期则需要短日照、低气温。白金达<sup>[16]</sup>研究表明四川秋季比春季更适宜繁育种薯,因为秋季生长期温度变化是从高向低,这与广西冬季繁育条件相似。本试验中,植株生长期平均气温在  $17\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,结薯期间日均气温为  $13.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,日均日照时数为  $3.74\text{ h}$ ,有利于马铃薯生长结薯,这为广西今后自主开展马铃薯脱毒种薯繁育奠定了气候基础。

通过比较马铃薯两个新品种(系)的营养生长及微型薯产量等指标,可知广西秋冬季适宜开展雾培脱毒原原种研究,为广西自主开展马铃薯脱毒种薯繁育提供了理论依据。但不同品种(系)微型薯的贮藏生理特性、适用雾培营养液配方以及在当地的表现特性等仍需深入研究,合理选用优质高产品种、科学完善雾培微型薯栽培体系,提高微型薯生产的经济效益与社会效益;选育适宜当地雾培生产的微型薯高产优势品种,可降低广西马铃薯的

种源风险,加速推进马铃薯产业化发展进程。

#### 参考文献:

- [1] 宾士友,郑浩.广西马铃薯产业发展现状与展望[J].广西农学报,2019,34(5):1-7.
- [2] 谢青夏.拥抱广西马铃薯的春天——访国家现代农业产业技术体系广西创新团队薯类功能专家、广西农业科学院经济作物研究所副所长郑虚博士[J].农家之友,2015(4):6-9.
- [3] 韩忠才,张胜利,孙静,等.气雾栽培法生产脱毒马铃薯营养液配方的筛选[J].中国马铃薯,2014,28(6):328-330.
- [4] TESSEMA L, CHINDI A, GEBREMEDHIN W G, et al. Determination of nutrient solutions for potato (*Solanum tuberosum* L.) seed production under aeroponics production system[J]. Open Agriculture, 2017(2): 155-159.
- [5] 张光海,张贵合,郭华春.雾培马铃薯块茎建成相关性状的观察[J].中国农学通报,2016,32(9):100-105.
- [6] 刘强.马铃薯原原种雾培法与传统基质生产优越性研究[J].农技服务,2016,33(14):56.
- [7] 包蕾,何文寿.雾培马铃薯原原种营养方式及管理方式研究进展[J].中国蔬菜,2018(7):25-29.
- [8] 邓英毅,郑虚,熊军,等.马铃薯新品种桂农薯 1 号冬种田间耐寒性鉴定[J].南方农业学报,2017,48(1):66-71.
- [9] 熊军,郑虚,唐秀桦,等.马铃薯新品种桂农薯 1 号的选育及栽培技术[J].南方农业学报,2014,45(6):967-971.
- [10] 许娟,郑虚,韦民政,等.马铃薯新品种桂农薯 1 号组培快繁研究[J].南方农业学报,2014,45(3):383-388.
- [11] 闫海峰,许娟,李韦柳,等.广西冬作区不同马铃薯品种(系)品质比较与综合评价[J].南方农业学报,2017,48(2):246-251.
- [12] 张永成,田丰.马铃薯试验研究方法[M].北京:中国农业科学技术出版社,2007.
- [13] 修英涛,曹嘉颖,孙周平,等.不同无土栽培方式对马铃薯脱毒小薯繁育的影响[J].辽宁农业科学,2003(2):1-3.
- [14] 吕树鸣.有土、无土繁育方式下马铃薯微型薯发育的机理比较研究[D].重庆:西南农业大学,2005.
- [15] ROBERTO T, ANA C, ENRIQUE R, et al. Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture[J]. American Journal of Potato Research, 2014, 91(4): 346-353.
- [16] 白金达.马铃薯脱毒苗基质栽培与雾化栽培繁育技术研究[D].成都:四川农业大学,2010.

## Comparison of Agronomic Traits and Mini Potato Yield of New Potato Varieties(Lines) Under Spray Culture

WU Yu<sup>1</sup>, PENG Jie-chun<sup>1</sup>, HUANG Xiang-wei<sup>1</sup>, DENG Ying-yi<sup>1</sup>, YI Ruo-lan<sup>1,2</sup>, ZHENG Xu<sup>2</sup>

(1. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 545000, China; 2. Institute of Economic Crops, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)



吕涛,孙晓东,刘翠翠,等.不同螯合肥对草莓生长、产量和品质的影响[J].黑龙江农业科学,2021(5):18-22.

# 不同螯合肥对草莓生长、产量和品质的影响

吕涛<sup>1</sup>,孙晓东<sup>1</sup>,刘翠翠<sup>1</sup>,宋鹏慧<sup>2</sup>,杨光<sup>2</sup>,周双<sup>2</sup>,张静华<sup>2</sup>

(1.黑龙江省农业技术推广站,黑龙江 哈尔滨 150036;2.黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所,黑龙江 哈尔滨 150028)

**摘要:**为进一步提高草莓的产量,改善果实品质,分别在草莓定植后,进入旺盛生长期、现蕾期、果实膨大期对供试草莓品种红颜,进行不同的施肥处理,设 T1(氨基酸螯合肥)、T2(EDTA 螯合肥)、T3(腐殖酸螯合肥)、T4(糖醇螯合肥)、T5(常规施肥)、CK(不施肥,喷施清水),研究不同螯合肥对草莓生长、产量和品质的影响。结果表明:T4 处理的草莓植株株高和茎粗均最大,其次为 T1 处理;T1 处理的叶面积最大;T2 处理的 SPAD 值最大,其次为 T4 处理;T4 处理的植株地上部鲜重、地下部鲜重、地上部干重和地下部干重均最大;T4 处理的根冠比和干鲜比最大;T4 处理的可溶性固形物含量最大,其次为 T1 处理,两者差异不显著;T4 处理的 VC 含量最高,固酸比最大,可滴定酸含量最低;T4 处理的产量最高,其次是 T1 处理。施用不同螯合肥均可提高草莓植株的株高、茎粗、叶面积、SPAD 值、生物量、根冠比、干鲜比,同时也可提高草莓的产量,改善果实品质。综上所述,T4 处理的糖醇螯合肥效果最佳,其具有更广阔的推广应用前景。

**关键词:**草莓;螯合肥;优质栽培

草莓(*Fragaria ananassa* Duch.),蔷薇科草莓属多年生草本植物,营养价值丰富,被誉为“水果皇后”,与其他果树相比,还具有生产周期短、成熟早、收益高等特点。但目前,在草莓生产中,很多农户还是在持续、单一、大量施用化肥,从而导致土壤板结、肥力下降、土壤有机质下降、有害物质残留增多、植株抗性变差、产量和品质下降,不但影响经济效益,也引起草莓果品质量安全等问题,限制了产业的发展<sup>[1-2]</sup>。应用新型高效肥料,

可以有效地解决长期、大量施用化肥所带来的肥料利用率低、产量品质下降,环境污染和质量安全等一系列问题<sup>[3-5]</sup>。螯合肥就是一种采用螯合技术制成的螯合态新型高效肥料。这种形态的肥料在土壤中不易被固定、易溶于水、有利于作物的吸收,同时能避免或减少养分流失,提高肥料利用率,也不会对环境造成污染<sup>[6]</sup>。与不同的螯合剂螯合就会形成不同的螯合肥,所以螯合肥有很多种类型,目前生产中常见的螯合肥有腐殖酸螯合肥、氨基酸螯合肥、糖醇螯合肥及 EDTA 螯合肥等。近些年来国内许多学者分别将不同类型螯合肥在小麦、辣椒、玉米、大白菜和大葱等作物上进行了应用研究,结果均表明施用螯合肥可在一定程度上提高产量和改善品质<sup>[7-11]</sup>。但目前将不同

收稿日期:2021-02-13

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划项目(GA19B102)。

第一作者:吕涛(1982—),男,硕士,副研究员,从事草莓育种及栽培生理研究。E-mail:345025202@qq.com。

**Abstract:** In order to select high-yield varieties suitable for mini potato production in Guangxi area, two new potato varieties (lines) were used to study the changes of their agronomic characters during growth and development, and to compare the effects of different cultivation methods on the yield of mini potato. The results showed that the plant height, stem diameter, node number, leaf number, stolon length and root length of Guinongshu No. 1 and line No. 20 increased with the increase of growth time. The plant height, stem diameter, internode length, tuber number per plant and tuber weight per plant of line No. 20 were significantly higher than those of Guinongshu No. 1, while the leaf number, stolon length and average tuber weight were less than those of Guinongshu No. 1; there was no significant difference in root length between them. The number of tubers per plant (more than 10 tubers), the weight of tubers per plant and the average weight of tubers per plant (more than 5 g) of the two varieties (lines) were 7-9, 12-15 and 1.6-1.7 times of the substrate cultivation, respectively, and the yield increasing effect of line No. 20 was better than that of Guinongshu No. 1.

**Keywords:** potato; aeroponics; variety line; comparison; mini-tuber